ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОРЕЛКИ ГАЗОВЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

ГОСТ 29134—91

Издание официальное

30 руб. БЗ 9—91/1045

КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 662.951.2.001.4.006.354 Группа Е29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГОРЕЛКИ ГАЗОВЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ

Методы испытаний

ГОСТ 29134—91

Industrial gas burners.
Test methods

ОКП 36 9610

Дата введения 01.01.93

Настоящий стандарт распространяется на промышленные газовые горелки с ручным управлением, полуавтоматические и автоматические, предназначенные для сжигания топливных газов с воздухом, а также на газовую часть комбинированных горелок.

Стандарт не распространяется на горелки, в которых для интенсификации процесса горения применяют дополнительные средства (электрическую или акустическую энергию, кислород); радиационные трубы; горелки, при работе которых образуются продукты сгорания, используемые в качестве контролируемой атмосферы; горелки инфракрасного излучения; горелки для газоиспользующего оборудования для быта и предприятий общественного питания, горелки мартеновских печей, а также на отдельные элементы горелок.

Требования стандарта являются обязательными.

1. ОБОЗНАЧЕНИЯ

Наименования и обозначения величин, использованных в настоящем стандарте, приведены в табл. 1.

Издание официальное

© Издательство стандартов, 1992
Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта СССР

Таблица 1

Наименование величины	Обозначение величины
1. Основные размеры горелки, мм	$l_1, l_2, l_3, \ldots l_n$ $d_1, d_2, d_3, \ldots d_n$ $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$
2. Масса горелки, кг	M
3. Внутренний диаметр или внутренние размеры сторон камеры горения испытательного стенда, мм	$D_к$, $a_к$, $b_к$
4. Плотность газа, кг·м$^{-3}$	$\rho_г$
5. Плотность воздуха, кг·м$^{-3}$	$\rho_в$
6. Объемная концентрация, компонентов газообразного топлива, %	$C_n \cdot H_m$; H_2, CO, H_2S, N_2, O_2, CO_2
7. Низшая теплота сгорания газообразного топлива, кДж·м$^{-3}$	$Q_н$
8. Низшее число Воббе, кДж·м$^{-3}$	$W_{0н}$
9. Стехиометрический объем воздуха для горения, м^3·м$^{-3}$	V_0
10. Расход газа, м^3·с$^{-1}$	$V_г$
11. Номинальный расход газа, м^3·с$^{-1}$	$V_{г.ном}$
12. Минимальный рабочий расход газа, м^3·с$^{-1}$	$V_{г.мин.раб}$
13. Промежуточный расход газа, м^3·с$^{-1}$	$V_{г.пром}$
14. Расход воздуха для горения, м^3·с$^{-1}$	$V_в$
15. Расход первичного воздуха для горения, м^3·с$^{-1}$	$V_в'$
16. Расход вторичного воздуха для горения, м^3·с$^{-1}$	$V_в''$
17. Атмосферное давление воздуха, Па	$p_а$
18. Давление (разрежение) в камере горения, Па	$p_{к.г}$
19. Давление газа перед горелкой, Па	$p_г$
20. Давление воздуха для горения перед горелкой, Па	$p_в$
21. Давление первичного воздуха для горения перед горелкой, Па	$p_в'$
22. Давление вторичного воздуха для горения перед горелкой, Па	$p_в''$
23. Температура газа перед горелкой, °С	$t_г$
24. Температура воздуха для горения перед горелкой, °С	$t_в$
25. Температура окружающей среды, °С	t_0
26. Температура поверхностей элементов ручного управления горелок, °С	$t_{п.р}$
27. Температура продуктов сгорания на выходе из камеры горения, °С	$t_{пр.сг}$
28. Фактический объем сухих продуктов сгорания, м^3·м$^{-3}$	$V_{пр.сг}$

Продолжение табл. 1

Наименование величины	Обозначение величины
29. Коэффициент избытка воздуха для горения	α
30. Коэффициент избытка первичного воздуха для горения	$\alpha_{перв}$
31. Минимальный коэффициент избытка воздуха для горения	$\alpha_{мин}$
32. Изменение коэффициента избытка воздуха для горения в диапазоне рабочего регулирования тепловой мощности горелки	$\alpha_{ном} - \alpha_{мин.раб}$
33. Тепловая мощность горелки, Вт	$P_т$
34. Максимальная тепловая мощность горелки, Вт	$P_{т.макс}$
35. Минимальная тепловая мощность горелки, Вт	$P_{т\ мин}$
36. Номинальная тепловая мощность горелки, Вт	$P_{т.ном}$
37. Минимальная рабочая тепловая мощность горелки, Вт	$P_{т.мин\ раб}$
38. Коэффициент предельного регулирования горелки	$K_{пр.р}$
39. Коэффициент рабочего регулирования горелки	$K_{р.р}$
40. Длина факела, м	$l_ф$
41. Потери тепла от химической неполноты сгорания, %	q_3
42. Относительная влажность воздуха для горения, %	φ
43. Объемная концентрация компонентов в продуктах сгорания, %	O_2', CO_2', CH_4', N_2', H_2'
%, мг·м$^{-3}$	CO'
%, мг·м$^{-3}$	SO_2'
%, мг·м$^{-3}$	NO_x'
мкг·100^{-1}·м$^{-3}$	$C_{20}H_{12}'$
44. Концентрация оксида углерода в сухих продуктах сгорания при $\alpha = 1{,}0$, мг·м$^{-3}$	$CO'_{(\alpha=1{,}0)}$
45. Концентрация диоксида серы в сухих продуктах сгорания при $\alpha = 1{,}0$, мг·м$^{-3}$	$SO'_{2(\alpha=1{,}0)}$
46. Концентрация оксидов азота в сухих продуктах сгорания в пересчете на NO_2 при $\alpha = 1{,}0$, мг·м$^{-3}$	$NO'_{x(\alpha=1{,}0)}$
47. Концентрация 3,4-бензпирена в сухих продуктах сгорания при $\alpha = 1{,}0$, мкг·100 м$^{-3}$	$C_{20}H'_{12(\alpha=1{,}0)}$
48. Время пуска горелки, с	$\tau_{п.г}$

Продолжение табл. 1

Наименование величины	Обозначение величины
49. Время продувки, с	$\tau_{пр}$
50. Время защитного отключения подачи газа при розжиге горелки, с	$\tau_{з.р}$
51. Время защитного отключения подачи газа при погасании пламени, с	$\tau_{з.п}$
52. Время отключения подачи газа при изменении давления газа или воздуха, с	$\tau_{э.д}$
53. Уровень звука, дБА	L_A
54. Уровень звукового давления в октавных полосах частот, дБ	L
55. Потребляемая электрическая мощность горелки, Вт	$P_э$
56. Степень электрозащиты автоматики горелки	IP
57. Значения радиопомех, дБ	
58. Объемная доля компонента в газе	r_i
59. Плотность компонента в газе, кг·м$^{-3}$	ρ_i
60. Газовая постоянная компонента, Дж/(кг·К)	R_i
61. Молекулярная масса компонента, кг(кмол)$^{-1}$	μ_i
62. Объемная концентрация метана в газовоздушной смеси, %	$CH_4^{см}$
63. Расстояние от выходного отверстия горелки до точки измерения параметра, мм	l
64. Расчетная объемная концентрация диоксида углерода в сухих продуктах сгорания, %	$CO'_{2\,макс}$
65. Расчетная объемная концентрация диоксида серы в сухих продуктах сгорания, %	$SO'_{2\,макс}$
66. Коэффициент разбавления сухих продуктов сгорания	h
67. Диапазон температуры окружающего воздуха, при котором обеспечивается работа автоматики, °С	Δt_0
68. Отклонение питающего напряжения от номинального, при котором обеспечивается работа автоматики, В	ΔU
69. Средний ресурс горелки до капитального ремонта, ч	$\tau_{ср}$

Примечания:

1. Определения параметра по п. 40 при испытаниях на промышленных тепловых агрегатах в условиях эксплуатации необязательно.

2. Определение компонента SO_2 обязательно в случаях сжигания сероводородосодержащих газов.

3. Величины параметров по пп. 44—47 могут, при необходимости, быть пересчитаны на содержание $O_2 = 3$ % в продуктах сгорания.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. На испытания представляют образец (образцы) горелки и техническую документацию. Количество образцов, объем документации и объем испытаний должны быть установлены в зависимости от вида испытаний и типа испытываемой горелки.

2.2. Условия проведения испытаний горелки, влияющие на режим ее работы (тепловое напряжение объема камеры горения, давление в камере горения, степень экранирования камеры горения, степень стеснения факела, длина камеры горения стенда), должны быть максимально приближены к эксплуатационным.

2.3. Горелка должна испытываться на газообразном топливе всех видов, для которых она предназначена. Колебания величины числа Воббе не должны превышать ±5 % от средней в процессе испытаний горелки.

2.4. Испытания горелок проводят на стендах. Допускается проведение испытаний горелок на промышленных тепловых агрегатах, для которых эти горелки предназначены. Горелки, которые не являются самостоятельным изделием и представляют собой неотъемлемую часть оборудования, испытывают в составе этого оборудования.

2.5. Эксплуатационные характеристики горелки следует определять при стационарном режиме.

Момент наступления стационарного режима соответствует для футерованных камер горения изменению температуры продуктов сгорания на выходе из камеры горения не более чем на 10 °С за 30 мин, для металлических водоохлаждаемых камер горения — не более чем на 5 °С за 30 мин, для открытого стенда — через 15 мин после розжига горелки.

При стационарном режиме для футерованных камер горения и металлических водоохлаждаемых камер горения изменение объемной концентрации диоксида углерода в сухих продуктах сгорания должно быть не более 0,2 % за 30 мин.

3. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СТЕНДЫ

3.1. Для испытаний горелок должны применяться стенды с футерованными (полностью или частично) или металлическими водоохлаждаемыми камерами горения. Камеры горения стендов выполняют круглыми (цилиндрическими), прямоугольными, с арочным сводом и плоским подом.

Предпочтительные диаметры футерованных камер горения стендов — 400, 500, 600, 1000 мм, а металлических водоохлаждаемых камер горения — 200, 280, 400, 500, 600, 800, 1000, 1500, 1800 мм.

Предпочтительные размеры сторон футерованных камер горения прямоугольного сечения — 1000, 1500, 2000 мм.

В зависимости от назначения испытываемой горелки могут применяться испытательные стенды с камерами горения специальной конфигурации или без камер горения (открытого типа).

Тип камеры горения выбирают с учетом требований п. 2.2.

3.2. Стенды должны быть снабжены окнами для визуального наблюдения за факелом и работой горелки, а также штуцерами для ввода измерительных зондов.

3.3. Камеры горения испытательных стендов должны быть герметичными: изменение коэффициента избытка воздуха по длине стенда за счет присосов должно находиться в пределах погрешности определения этого коэффициента.

4. ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

При испытаниях горелок должны применяться методы и средства измерений, обеспечивающие погрешности измерений, не превышающие значений, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Измеряемая величина	Допускаемая погрешность измерения
1. Размеры горелки; внутренний диаметр или внутренние размеры сторон камеры горения испытательного стенда	До 500 мм по ГОСТ 8.051
2. Масса горелки и ее съемных деталей	±2 % отн.
3. Расход газа	±2,5 % отн.
4. Расход воздуха для горения	±2,5 % отн.
5. Атмосферное давление	±100 Па абс.
6. Давление газа и воздуха для горения:	
до 1 кПа	±10 Па абс.
св. 1 кПа	±1 % отн.
7. Давление в камере горения:	
до 100 Па	±2 Па абс.
до 1 кПа	±10 Па абс.
св. 1 кПа	±1 % отн.
8. Температура газа, окружающей среды; температура поверхностей элементов ручного управления горелок	±1 °С абс.
9. Температура воздуха для горения:	
до 100 °С	±1 °С абс.
св. 100 °С	±1 % отн.
10. Температура уходящих продуктов	±1 % отн.
11. Время	±1 % отн.

Продолжение табл. 2

Измеряемая величина	Допускаемая погрешность измерения
12. Объемная концентрация оксида углерода, водорода и метана в сухих продуктах сгорания	±5 % отн.
13. Концентрация оксидов азота и 3,4-бензпирена в сухих продуктах сгорания	±10 % отн.
14. Концентрация оксидов серы в сухих продуктах сгорания	±10 % отн.
15. Относительная влажность воздуха для горения	±3 % отн.
16. Уровень звука, уровни звукового давления в октавных полосах частот	±2 дБ

5. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

5.1. До начала испытаний горелку подвергают визуальному осмотру, проверяют исправность подвижных частей.

Проверяют комплектность технической документации в зависимости от вида испытаний и ее соответствие нормативным документам на горелки; проверяют комплектность горелки в соответствии с конструкторской документацией.

5.2. Проверяют на соответствие чертежам габаритные, установочные и присоединительные размеры, а также размеры, влияющие на эксплуатационные показатели, которые можно измерить без разборки горелки; разборка горелки перед испытаниями не допускается.

5.3. Массу горелки и ее съемных деталей проверяют взвешиванием.

5.4. Проверяют перемещение подвижных частей горелки, при котором выявляют пределы перемещений, а также неисправности, задерживающие перемещения.

5.5. Проверяют герметичность по наружной поверхности горелки с помощью пенообразующего средства или другим способом при испытательном давлении не ниже максимально установленного.

5.6. Определяют надежность пуска горелки путем включения и выключения ее не менее 10 раз подряд. Периоды работы и отключения горелки должны длиться 2 мин.

При этом следует проверять:

процесс пуска, обращая внимание на появление хлопка и пульсации пламени;

соблюдение регламентированной последовательности отдельных операций пуска согласно программе;

время пуска горелки;

время продувки.

В случае, если горелка предусматривает изменение тепловой мощности и других параметров (например, сменой газового сопла или головки), необходимо провести эту проверку при всех возможных вариантах.

5.7. Определяют предельные состояния горелки, при которых происходит нарушение ее устойчивой работы (срыв или погасание пламени, проскок пламени и т. д.).

В процессе испытания достигают наибольшей и наименьшей мощности, при которых наступает один из видов нарушения устойчивой работы горелки.

Предельные состояния горелки определяют не менее 5 раз.

Если предельные состояния горелки не достигаются, то за верхний предельный режим принимают мощность, равную 120 % от номинальной, а за нижний — минимальную мощность, допускаемую по условиям работы автоматики или ручного управления горелкой.

Примечание. Для автоматических горелок предельные состояния горелки с включенной автоматикой не проверяют.

5.8. Для горелок, работающих с противодавлением (разрежением) в камере горения, проверяют устойчивую работу горелки при увеличении противодавления или разрежения в 1,5 раза при $p_{к.г} \leqslant \pm 50$ Па и в 1,2 раза при $p_{к.г} > \pm 50$ Па.

5.9. Определяют максимальную тепловую мощность горелки как 0,9 от мощности, соответствующей верхнему пределу устойчивой работы горелки. Определяют минимальную тепловую мощность горелки как 1,1 от мощности, соответствующей нижнему пределу устойчивой работы горелки, если он достигается, или как минимальную мощность, допускаемую по условиям работы автоматики или ручного управления, если нижний предел устойчивой работы горелки не достигнут.

5.10. Определение характеристик горелки

5.10.1. Для горелок с ручным управлением определяют по табл. 3:

расходные характеристики в диапазоне от максимального до минимального расходов газа;

регулировочные характеристики в диапазоне от номинального до минимального рабочих расходов газа.

Число контрольных режимов должно быть не менее 5.

5.10.2. Для горелок с двухступенчатым регулированием тепловой мощности определяют по табл. 4 расходы газа и коэффициенты избытка воздуха при номинальном и минимальном рабочих режимах. Автоматику регулирования настраивают: на первом номинальном режиме при атмосферном давлении в камере горения стенда; на втором и третьем режимах — при атмосферном или 1,1

рабочего давления (разрежения) в камере горения. Альтернативная настройка зависит от того, какой параметр должен быть фиксированным (номинальная мощность или $\alpha_{мин}$).

5.10.3. Для горелок с многоступенчатым регулированием тепловой мощности и плавным регулированием определяют по табл. 5 расходные и регулировочные характеристики в диапазоне от номинального до минимального рабочих режимов. Настройку автоматики регулирования осуществляют аналогично п. 5.10.2.

Для номинальных режимов при различных значениях давления в камере горения строят кривую $p_{к.г}=f(V_г)$.

5.10.4. Примеры графического изображения зависимости тепловой мощности горелки от давления в камере горения испытательного стенда приведены в приложении 1.

5.11. При номинальной тепловой мощности параметры горелок должны удовлетворять требованиям пп. 1.6.1, 1.8.2, 1.8.3, а при минимальной рабочей тепловой мощности — пп. 1.6.2—1.6.4 по ГОСТ 21204.

5.12. Определяют величины параметров горелки по пп. 10, 14, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 29—32, 43 табл. 1 в диапазоне от минимальной рабочей до номинальной тепловой мощности горелки.

Определяют величины параметров горелки по пп. 40, 53, 54, 56 табл. 1 при номинальной тепловой мощности.

Все измерения по перечисленным параметрам проводят не менее 2 раз.

Таблица 3

План испытаний горелок с ручным управлением

Класс горелок	Характеристики	Условия испытаний
1. Инжекционные горелки	Зависимость расхода газа от давления газа перед горелкой (расходная характеристика горелки) $V_г=f(p_г)$ Зависимость коэффициента избытка воздуха от давления газа перед горелкой (регулировочная характеристика горелки) $\alpha=f(p_г)$ (кроме атмосферных горелок)	Давление в камере горения — рабочее ($p_{к.г.раб}$), максимальное ($p_{к.г.макс}$), минимальное ($p_{к.г.мин}$) поддерживают постоянными на всех режимах. Степень открытия регуляторов расхода первичного воздуха инжекционных горелок устанавливают по документации на горелку. Коэффициент избытка воздуха на номинальном режиме минимальный ($\alpha_{мин}$).

Продолжение табл. 3

Класс горелок	Характеристика	Условия испытаний
2. Горелки с принудительной подачей воздуха	Зависимость расхода газа от давления газа перед горелкой $V_г = f(p_г)$. Зависимость расхода воздуха от давления воздуха перед горелкой $V_в = f(p_в)$. Зависимость давления воздуха от давления газа перед горелкой (регулировочная характеристика горелки) $p_в = f(p_г)$	Давление в камере горения — рабочее ($p_{к.г.раб}$) поддерживают постоянным на всех режимах. Коэффициент избытка воздуха минимальный ($\alpha_{мин}$)
3. Горелки с принудительной подачей воздуха и независимым регулированием первичного и вторичного воздуха	Дополнительно к характеристикам по п. 2 определяют: зависимость давления первичного воздуха от давления газа $p'_в = f(p_г)$; зависимость давления вторичного воздуха от давления газа $p''_в = f(p_г)$; зависимость расхода вторичного воздуха от расхода первичного воздуха (если это допускает конструкция горелки) $V''_в = f(V'_в)$.	Давление в камере горения — рабочее ($p_{к.г.раб}$) поддерживают постоянным на всех режимах. Коэффициент избытка воздуха минимальный ($\alpha_{мин}$)

Таблица 4

План испытаний горелок с двухступенчатым регулированием тепловой мощности

Автоматические горелки, в т.ч. блочные	Характеристика	Условия испытаний			
		настройка автоматики регулирования	настройка давления (разрежения) в камере горения	давление в камере горения	коэффициент избытка воздуха
Для избыточного давления и разрежения / Для избыточного давления / Для разрежения	Второй номин. режим: $V^{-}_{г.ном}$; $\alpha^{-}_{мин}$	На номин. режим при $p_{к.г} = 0$ или при 1,1 $p_{к.г.раб}$	На номин. режим при 1,1 $p_{к.г.раб}$	1,1 раб. разрежения (1,1 $p_{к.г.раб}$)	Миним. $\alpha^{-}_{мин}$
	Второй миним. раб. режим: $V^{-}_{г.мин.раб}$; α^{-}	То же	То же	Устанавливаются сами при переходе от $V^{-}_{г.ном}$ к $V^{-}_{г.мин.раб}$	
	Первый номин. режим: $V^{o}_{г}$; $\alpha^{o}_{мин}$	На номин. режим $p_{к.г} = 0$	На номин. режим $p_{к.г} = 0$	Атмосферное $p_{к.г} = 0$	$\alpha^{o}_{мин}$
	Первый миним. режим: $V^{o}_{г.мин.раб}$; α^{o}	То же	То же	Устанавливаются сами при переходе от $V^{o}_{г.ном}$ к $V^{o}_{г.мин.раб}$	
	Третий номин. режим: $V^{+}_{г.ном}$; $\alpha^{+}_{мин}$	На номин. режим при $p_{к.г} = 0$ или при 1,1 $p_{к.г.раб}$	На номин. режим при 1,1 $p_{к.г.раб}$	1,1 раб. избыт. давления (1,1 $p_{к.г.раб}$)	Миним. $\alpha^{+}_{мин}$
	Третий миним. раб. режим: $V^{+}_{г.мин.раб}$; α^{+}	То же	То же	Устанавливаются сами при переходе от $V^{+}_{г.ном}$ к $V^{+}_{г.мин.раб}$	

Примечание. Присоединительные давления постоянны,

Таблица 5

План испытаний горелок с многоступенчатым и плавным регулированием тепловой мощности

Автоматические горелки, в т.ч. блочные		Характеристика I—III: Зависимости коэффициента избытка воздуха от расхода газа $\alpha=f(V_г)$ при соответствующих значениях $p_{к.г}$ на номин. режиме		Условия испытаний: Настройка автоматики регулирования	Настройка давления (разрежения) в камере горения	Давление в камере горения	Коэффициент избытка воздуха
Для избыточного давления и разрежения	Для разрежения	II	Второй номин. режим	На номин. режим при $p_{к.г}=0$ или при 1,1 $p_{к.г.раб}$	На номин. режим при 1,1 $p_{к.г.раб}$	1,1 рабочего разрежения (1,1 $p_{к.г.раб}$)	$\alpha_{мин}$
			Промежуточные режимы	То же	То же	Устанавливаются сами при переходе от $V_{г.ном}$ к $V_{г.пром}$	
			Второй миним. раб. режим	»	»	То же, от $V_{г.пром}$ к $V_{г.мин.раб}$	
	Для избыточного давления	I	Первый номин. режим	На номин. режим при $p_{к.г}=0$	На номин. режим при $p_{к.г}=0$	Атмосферное ($p_{к.г}=0$)	Миним. $\alpha^{o}_{мин}$
			Промежуточные режимы	То же	То же	Устанавливаются сами при переходе от $V^{o}_{г.ном}$ к $V^{o}_{г.пром}$	
			Первый миним. раб. режим	»	»	То же, от $V^{o}_{г.ном}$ к $V^{o}_{г.мин.раб}$	

Продолжение табл. 5

Автоматические горелки, в т.ч. блочные		Характеристика I—III		Условия испытаний			
		Зависимости коэффициента избытка воздуха от расхода газа $\alpha=f(V_г)$ при соответствующих значениях $p_{к.г}$ на номин. режиме		Настройка автоматики регулирования	Настройка давления (разрежения) в камере горения	Давление в камере горения	Коэффициент избытка воздуха
Для избыточного давления и разрежения	Для избыточного давления	III	Третий номин. режим	На номин. режим при $p_{к.г}=0$ или при 1,1 $p_{к.г.раб}$	На номин. режим при 1,1 $p_{к.г.раб}$	1,1 раб. изб. давления (1,1 $p_{к.г.раб}$)	Миним. $\alpha^{+}_{мин}$
			Промежуточные режимы	То же	То же	Устанавливаются сами при переходе от $V^{+}_{г.ном}$ к $V^{+}_{г.пром}$	
			Третий миним. раб. режим	»	»	То же, от $V^{+}_{г.пром}$ к $V^{+}_{г\,мин.раб}$	

Примечания:

1. Присоединительные давления постоянны.
2. Число промежуточных режимов равно: для горелок с многоступенчатым регулированием — числу промежуточных (между номинальной и минимальной рабочей) ступеней регулирования; для горелок с плавным регулированием — 2.

5.13. Давление в камере горения стенда или агрегата измеряют на стенке камеры горения у выходного сечения горелки вне потока выходящего из нее.

5.14. Коэффициент избытка воздуха определяют следующими методами, в зависимости от типа горелок:

1) для горелок с принудительной подачей воздуха — по измерениям расходов газа и воздуха или по составу продуктов сгорания;

2) для инжекционных горелок с полной инжекцией — по составу газовоздушной смеси, отбираемой в конце смесителя, или по составу продуктов сгорания;

3) для атмосферных горелок — коэффициент избытка первичного воздуха — по составу газовоздушной смеси, отбираемой в конце смесителя; суммарный коэффициент избытка воздуха определяют по составу продуктов сгорания.

5.15. Для определения степени выгорания проводят анализ двуокиси углерода (CO_2') по сечениям и длине стенда.

5.16. Состав уходящих продуктов сгорания, включая содержание в них оксида углерода (CO'), оксидов азота (NO_x'), 3,4-бензпирена ($C_{20}H_{12}'$) и диоксида серы (SO_2'), определяют по усредненным пробам, отбираемым в выходном сечении камеры горения стенда или агрегата с помощью многоточечного зонда.

Для горелок, испытываемых на открытом стенде, пробы продуктов сгорания отбирают из-под зонда, устанавливаемого над факелом.

5.17. Потребляемую электрическую мощность электрооборудования и электродвигателя горелки определяют прямым измерением.

5.18. Степень электрозащиты горелки и ее автоматики проверяют по ГОСТ 14254.

5.19. Значения радиопомех проверяют по ГОСТ 16842.

5.20. Уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровень звука по шкале А определяют:

при работе горелки в стенде или агрегате на высоте 1,5 м от пола (помещения или площадки обслуживания) на полуокружности радиусом 1 м с центром в конце выступающей части горелки в 3—5 контрольных точках; по результатам измерений определяют средние арифметические значения для всех контрольных точек; при работе горелки вне стенда или агрегата в испытательном помещении на измерительной поверхности по ГОСТ 12.1.028.

5.21. Время пуска определяют как время, за которое горелку переводят из отключенного состояния в состояние готовности или в рабочее состояние.

5.22. Время продувки камеры горения стенда или агрегата определяют путем измерения интервала времени от момента начала продувки до начала розжига горелки.

5.23. Время защитного отключения подачи газа при розжиге горелки и погасании пламени, время срабатывания устройства контроля пламени и время отключения подачи газа при отклонении давлений газа и воздуха от допустимых пределов определяют для автоматических и полуавтоматических горелок. Время определяют прямыми измерениями при розжигах горелки и проверках работы устройств безопасности в режиме срабатывания с прекращением подачи газа.

5.23.1. Время защитного отключения подачи газа при розжиге горелки определяют при закрытом основном запорном органе горелки путем измерения интервала времени с момента открытия быстродействующего запорного топливного органа горелки до его закрытия.

5.23.2. Время защитного отключения подачи газа при погасании пламени определяют от момента прекращения подачи газа (быстрым закрытием основного запорного органа горелки) до момента закрытия быстродействующего запорного топливного органа.

5.23.3. Время срабатывания устройства контроля пламени определяют от момента погасания пламени до момента появления на выходе устройства контроля пламени соответствующего сигнала.

5.23.4. Время отключения подачи газа при отклонении давления газа и воздуха определяют от момента снижения или повышения контролируемых давлений при отключенном устройстве контроля пламени до момента закрытия быстродействующего запорного топливного органа.

5.24. Параметры времени определяют не менее 10 раз. За результат измерения принимают средние арифметические значения.

5.25. Компонентный состав испытательного газа определяют по ГОСТ 23781 или другим методом с соответствующей погрешностью определения.

5.26. После испытаний горелки ее вновь осматривают и измеряют основные размеры, влияющие на эксплуатационные параметры горелки. Далее проверяют повреждения, деформации или разъединение деталей, удобность чистки, разборки и смены быстроизнашивающихся деталей.

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

6.1. При обработке результатов испытаний за нормальные условия принимают следующие:

давление $p_0 = 101325$ Па;

температура $T_0 = 273{,}15$ К;

плотность воздуха $\rho_{в_0} = 1{,}293$ кг/м^3.

6.2. Плотность газа ($\rho_{г_0}$) определяют по справочным таблицам или вычисляют по формулам:

$$\rho_{г_0} = \sum_{i=1}^{n} \rho_i r_i ; \quad (1)$$

$$\rho_{i_0} = \frac{P_0}{R_i T_0} ; \quad (2)$$

$$R_i = \frac{8310}{\mu_i} , \quad (3)$$

6.3. Низшую теплоту сгорания газа ($Q_н$) вычисляют по формуле

$$Q_н = 126{,}4CO + 107{,}9H_2 + 358{,}8CH_4 + 643{,}6C_2H_6 + 931{,}8C_3H_8 + 1235{,}7(C_4H_{10})_n + 1227{,}8(C_4H_{10})_i + 1566{,}3C_5H_{12} + 594{,}4C_2H_4 + 876{,}1C_3H_6 + 1176{,}2C_4H_8 + 1487{,}4C_5H_{10} + 1556{,}7C_6H_6 + 233{,}7H_2S. \quad (4)$$

6.4. Низшее число Воббе ($W_{0_н}$) вычисляют по формуле

$$W_{0_н} = \frac{Q_н}{\sqrt{\frac{\rho_г}{\rho_в}}} . \quad (5)$$

6.5. Тепловую мощность горелки ($P_т$) вычисляют по формуле

$$P_т = V_г Q_н. \quad (6)$$

6.6. Коэффициент предельного регулирования горелки ($K_{пр.р}$) по тепловой мощности вычисляют по формуле

$$K_{пр.р} = \frac{P_{т.макс}}{P_{т.мин}} . \quad (7)$$

6.7. Коэффициент рабочего регулирования горелки ($K_{р.р}$) по тепловой мощности вычисляют по формуле

$$K_{р.р} = \frac{P_{т.ном}}{P_{т\ мин.раб}} . \quad (8)$$

6.8. Коэффициент избытка воздуха (α) вычисляют по одной из формул:

1) по расходу

$$\alpha = \frac{V_в}{V_г V_0} , \quad (9)$$

где $$V_0 = \frac{1}{21}\left[0{,}5H_2 + 0{,}5CO + 1{,}5H_2S + \Sigma\left(n + \frac{m}{4}\right)C_nH_m - O_2\right]; \quad (10)$$

2) по анализу продуктов сгорания (при неполном сгорании):

$$\alpha = \frac{N_2' - \frac{N_2}{V_{\text{пр.сг}}}}{N_2' - \frac{N_2}{V_{\text{пр.сг}}} - 3{,}76(O_2' - 0{,}5CO' - 0{,}5H_2' - 2CH_4')}, \quad (11)$$

где $V_{\text{пр.сг}} =$

$$= \frac{CO_2 + CO + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + 2C_2H_4 + 3C_3H_6 + H_2S}{CO_2' + CO' + CH_4' + SO_2'}; \quad (12)$$

3) по анализу продуктов сгорания (при полном сгорании):

$$\alpha = \frac{N_2' - \frac{N_2}{V_{\text{пр.сг}}}}{N_2' - \frac{N_2}{V_{\text{пр.сг}}} - 3{,}76O_2'}, \quad (13)$$

где $V_{\text{пр.сг}}$ вычисляют по формуле (12) при $CO' = 0$, $CH_4' = 0$;

4) по составу газовоздушной смеси:

$$\alpha = \frac{1}{V_0}\left(\frac{CH_4}{CH_4^{\text{см}}} - 1\right). \quad (14)$$

6.9. Длину факела определяют из графика степени выгорания по сечениям и длине стенда как наибольшее расстояние от выходного сечения горелки до точки, где содержание двуокиси углерода составляет 95 % от максимального значения (см. п. 6.10).

Длину видимого факела или его элементов (ядра, мантии) для горелок, испытываемых на открытом стенде, определяют визуально.

6.10. Объемную концентрацию оксида углерода в сухих продуктах сгорания, приведенную к $\alpha = 1{,}0$, вычисляют по формуле

$$CO(\alpha = 1{,}0) = CO' \cdot h, \quad (15)$$

где для продуктов неполного сгорания:

$$h = \frac{CO_{2\,\text{макс}}'}{CO_2' + CO' + CH_4'}, \quad (16)$$

$$CO_{2\,\text{макс}}' = \frac{100(CO_2' + CO' + CH_4')}{100 - 4{,}76(O_2' - 0{,}5CO' - 0{,}5H_2' - 2CH_4')}, \quad (17)$$

для продуктов полного сгорания:

$$h = \frac{CO_{2\,\text{макс}}'}{CO_2'}, \quad (18)$$

$$CO_{2\,\text{макс}}' = \frac{100CO_2'}{100 - 4{,}75O_2'}. \quad (19)$$

При сжигании сернистых газов в формулы (16)—(19) вместо

CO_2' и $CO'_{2макс}$ подставляют $RO_2 = CO_2' + SO_2'$ и $RO'_{2макс} = (CO_2' + SO_2')_{макс}$.

6.11. Концентрации оксидов азота, 3,4-бензпирена и диоксида серы в сухих продуктах сгорания, приведенные к $\alpha = 1{,}0$, рассчитывают по формуле (15), в которую вместо CO' следует подставить соответствующую концентрацию NO_x, $C_{20}H'_{12}$ или SO_2'.

6.12. Концентрацию вредных компонентов на содержание $O_2 = 3$ % в продуктах сгорания пересчитывают по формуле

$$X'_{(O_2'=3\ \%)} = KX', \qquad (20)$$

где для продуктов неполного сгорания

$$K = \frac{18 + (0{,}5CO' + 0{,}5H_2' + 2CH_4')}{21 - O_2' + (0{,}5CO' + 0{,}5H_2' + 2CH_4')}, \qquad (21)$$

для продуктов полного сгорания

$$K = \frac{18}{21 - O_2'} \qquad (22)$$

вместо X подставляют соответственно CO', NO_x', $C_{20}H'_{12}$, SO_2'.

6.13. Потери тепла от химической неполноты сгорания q_3 в процентах вычисляют по формуле

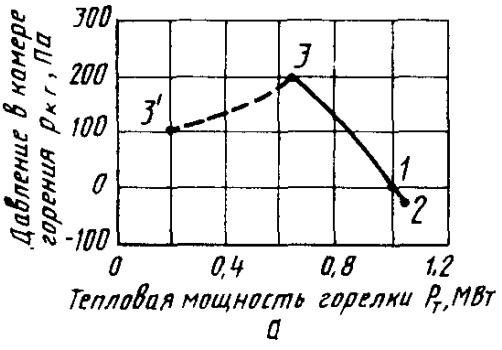
$$q_3 = \frac{V_{пр.сг}(126{,}4CO' + 107{,}9H_2' + 358{,}8CH_4')}{Q_н} \cdot 100. \qquad (23)$$

6.14. По результатам испытаний составляют протокол испытаний. Протокол испытаний приведен в приложении 2.

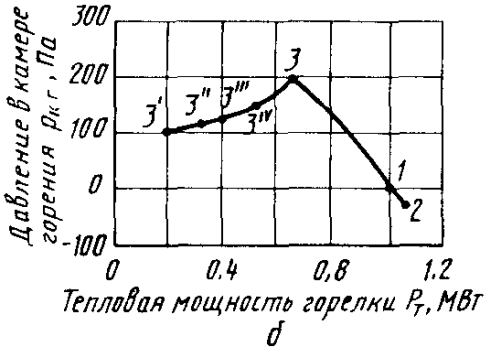
ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ПРИМЕРЫ ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ГОРЕЛКИ ОТ ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРЕ ГОРЕНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

а — для горелок с двухступенчатым регулированием тепловой мощности,
б — для горелок с многоступенчатым и плавным регулированием тепловой мощности



а



б

Примечания:

1. Кривая *2—1—3* характеризует изменение номинального режима с изменением давления в камере горения.

2. Кривая *3—3′* характеризует изменение давления в камере горения с изменением тепловой мощности горелки от номинального до минимального рабочего режима. Точки 3^{II}, 3^{III}, 3^{IV} — промежуточные режимы

3. Точки характеризуются следующими параметрами:

Точка *1* — $V^{o}_{г.ном}$, $\alpha^{o}_{мин}$;

Точка *2* — $V^{-}_{г.ном}$, $\alpha^{-}_{мин}$;

Точка *3* — $V^{+}_{г\,ном}$, $\alpha^{+}_{мин}$;

Точка *3′* — $V^{+}_{г\,мин.раб}$, α^{+}.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

1. **Заявленные данные по испытываемой горелке**

1.1. Наименование горелки и ее обозначение, наименование организации-разработчика, завода-изготовителя.

1.2. Область применения.

1.3. Описание горелки, автоматики и запального устройства

1.4. Схема (чертеж) горелки и горелочного камня, автоматики

1.5. Габаритные, присоединительные, установочные размеры, размеры горелочного камня, топливных сопел, меняющиеся в зависимости от тепловой мощности горелки и вида топлива

1.6. Наименование огнеупорного материала для горелочного камня.

1.7. Основные параметры горелки (номинальная тепловая мощность, коэффициент рабочего регулирования, коэффициент избытка воздуха и т. д).

2. **Данные об испытательном стенде и условиях испытаний**

2.1 Тип стенда (открытый, закрытый с футерованной или металлической водоохлаждаемой камерой)

2.2. Внутренний диаметр и длина металлической водоохлаждаемой камеры горения.

2.3. Внутренние размеры футерованной неохлаждаемой или частично охлаждаемой камеры горения, материал футеровки.

2.4 Описание теплового агрегата в случае проведения на нем испытаний.

2.5 Давление в камере горения, тепловое напряжение объема камеры горения

2.6. Свойства топлива, использованного при испытаниях (наименование, низшая теплота сгорания, низшее число Воббе, плотность).

2.7. Атмосферное давление, температура окружающей среды, относительная влажность воздуха окружающей среды.

3. **Технические параметры горелки, автоматики, запального устройства и электрооборудования горелки, определенные при испытаниях**

3.1. Номинальная тепловая мощность горелки.

3.2. Диапазон мощностей горелки.

3.3 Коэффициент рабочего регулирования горелки

3.4. Давление газа и воздуха для горения перед камерой.

3.5 Коэффициент избытка воздуха и его изменение в диапазоне рабочего регулирования горелки.

3.6. Расходные и регулировочные характеристики.

3.7. Объемная концентрация оксида углерода, диоксида серы и концентрация оксидов азота в сухих неразбавленных продуктах сгорания.

3.8 Потери тепла от химической неполноты сгорания.

3.9. Уровень звука и звукового давления в октавных полосах частот.

3.10. Потребляемая электрическая мощность горелки.

3.11. Масса горелки и схемных деталей

3.12. Время продувки.

3.13. Время защитного отключения подачи газа при розжиге горелки.

3.14 Время защитного отключения подачи газа при погасании пламени.

3.15. Время защитного отключения подачи газа при изменении давления газа или воздуха для горения, превышающего регламентированные пределы.

4. **Параметры горелки, подтвержденные документацией на комплектующие изделия и данными эксплуатации**

4.1. Диапазон температуры окружающей среды, при котором обеспечивается надежная работа автоматики.

4.2. Отклонение питающего напряжения от номинального, при котором обеспечивается надежная работа автоматики.

4.3 Средний ресурс горелки до капитального ремонта.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Техническим комитетом ТК 254 «Промышленные газогорелочные устройства»

РАЗРАБОТЧИКИ

М. В. Пушкина (руководитель темы); **О. Г. Рогинский,** канд. техн. наук; **А. А. Чеканов,** канд. техн. наук; **В. М. Галтыхин,** канд. техн. наук; **Т. Н. Теленкова**

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 27.11.91 № 1808

3. **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

4. **Срок проверки — 1996 г.**

5. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 8.051—81	4
ГОСТ 12.1.028—80	5.20
ГОСТ 14254—80	5.18
ГОСТ 16842—82	5.19
ГОСТ 21204—83	5.11
ГОСТ 23781—87	5.25

Редактор *В. П. Огурцов*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *М. С. Кабашова*

Сдано в набор 16.12.91 Подп. в печ. 04.02.92 Усл. печ. л. 1,5 Усл. кр.-отт. 1,5 Уч.-изд. л. 1,36
Тир. 682 экз

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП
Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 2456

gost.e-ecolog.ru