

Практическая работа №1.

Определение результирующего значения измеряемой величины газопылевого потока по результатам разовых измерений

Требования к методикам и приборам измерения аэродинамических параметров выбросов

Стационарные источники выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух подразделяются на два типа:

- источники с организованным выбросом;
- источники с неорганизованным выбросом.

Подавляющее большинство источников загрязнения атмосферы относятся к организованным источникам.

Аэродинамические параметры на всех организованных источниках выбросов вне зависимости от метода определения качественных и количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ должны быть определены инструментальными методами или с использованием руководства (инструкции) по эксплуатации.

К измеряемым параметрам газовых потоков относятся: температура, давление (разрежение), влажность и скорость газа в газоходе. Важность их измерения объясняется тем, что скорость газового потока измеряется в реальных условиях (температура, избыточное давление (разрежение), влажность). Объемы отходящих газов из источников выбросов загрязняющих веществ, полученные по результатам инструментальных измерений, должны быть приведены к нормальным условиям (н.у.): 0 °C, 101,3 кПа и сухому состоянию.

В соответствии с РД 52.04.59-85 основная погрешность средств измерения объемного расхода газа не должна превышать 10%.

Измерение физических параметров газовых потоков рекомендуется производить одновременно с отбором проб (или выполнением измерений концентраций с помощью газоанализаторов) и в тех же местах газохода. Способы обработки результатов измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 8.207.

В соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78 4.3 при контроле за соблюдением ПДВ (ВСВ)

выбросы вредных веществ определяют за период 20 минут, к которому относятся максимальные разовые ПДК. Если продолжительность выброса вредных веществ в атмосферу меньше 20 минут, контроль производят за это время, распространяя полученные значения на 20-минутный интервал.

При инструментальном контроле источника промышленных выбросов отбор проб загрязняющих веществ производят в строгом соответствии с методикой выполнения измерений (МВИ) концентрации определяемого вещества.

За результат измерения массовой концентрации загрязняющего вещества в отходящих газах должна приниматься приведенная к нормальным условиям массовая концентрация этого вещества в сухой газовоздушной смеси ($C_{изм,i}$, мг/м³).

При проведении инструментальных измерений параметров выбросов отбирают не менее трех проб, при этом для каждой пробы в процессе отбора измеряют расход газовоздушной смеси.

Если время отбора одной пробы составляет несколько минут, то за период 20 минут необходимо отобрать несколько (не менее трех) проб и результаты осреднить.

Если отбор пробы в соответствии с методикой выполнения измерений (МВИ) требует накопления определяемого загрязняющего вещества в течение более 20 мин., то полученный результат также следует привести к 20-минутному периоду.

Таким образом, результатом измерения любого из параметров является результат, соотнесенный к 20-минутному периоду времени. Все технические средства, применяемые для измерения физических параметров газовых потоков промышленных выбросов, должны быть аттестованы, внесены в Государственный реестр средств измерений и иметь методическое обеспечение.

Выполнение измерений вышеперечисленных физических параметров газовых потоков технически осуществляется с помощью соответствующих средств измерений (термометры, термопары, барометры, манометры, психрометры, пневрометрические трубы и др.)

Вода не является загрязняющим веществом, однако, не учет влажности может приводить к значительным завышениям значений массовых выбросов.

Расчет погрешности аналитических измерений параметров выбросов

Источники выделения загрязняющих веществ (ЗВ), отнесенные к источнику загрязнения атмосферы (ИЗА), могут работать в разных режимах. Это связано с изменениями в технологическом процессе. При оценке мощности выброса ЗВ (г/с, т/год) из ИЗА необходимо выделить и оценить каждый режим. При проведении измерений параметров газопылевого потока (температура, скорость, разрежение, влажность, концентрация) в условиях одного режима в ИЗА следует помнить, что параметры меняются во времени. По единичному результату измерения параметра(ов) нельзя судить о его истинном значении.

Для каждого из рассматриваемых параметров газопылевого потока в качестве значения, характеризующего определенный режим выбросов ИЗА, принимается среднее значение этого параметра, определенное по ряду результатов определений разовых значений этого параметра при работе ИЗА в рассматриваемом режиме.

Примечание: *Последовательность большинства из описываемых ниже вычислений одинакова для разных параметров газопылевого потока.* Для того чтобы не повторять одинаковые формулы для разных параметров, в формулах, описывающих последовательность вычислений, вместо обозначения конкретного параметра использовали обозначение Z . Таким образом, в зависимости от того, какой параметр обсуждается, под Z в этих формулах можно понимать:

- температура газопылевого потока в ИЗА в выбранном месте измерений, t_z ($^{\circ}\text{C}$);
- скорость газопылевого потока в ИЗА в месте измерений, W_z (м/с);
- разрежение газопылевого потока в ИЗА в месте измерений, ΔP_z (мм.рт.ст.);
- концентрация паров воды газопылевого потока в месте измерений, C_w (г/м³)
- концентрация ЗВ газопылевого потока в месте измерений, C (мг/м³).

Среднее значение параметра \overline{Z}_n , по ряду (набору) из n разовых значений параметра, Z ($i = 1, 2, \dots, n$), определенных при рассматриваемом режиме выбросов ИЗА, рассчитывается по формуле:

$$\overline{Z_n} = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \quad (1)$$

Характеристики набора (ряда) разовых значений Z_i , используемого для расчетов $\overline{Z_n}$, такие как:

- число членов набора, n ;
- среднеквадратичное отклонение величин членов набора Z_i от $\overline{Z_n}$ (СКО), $S_{z,n}$;
- величины самих разовых значений Z_i ;

должны удовлетворять следующим критериям:

$$1 \text{ критерий: } n \geq 3; \quad (2)$$

$$2 \text{ критерий: } |Z_i - \overline{Z_n}| \leq S_{z,n} \cdot \zeta_{kp}(n) \quad (3)$$

где $\zeta_{kp}(n)$ – величина максимально допустимого относительного отклонения разового значения параметра от его среднего, рассчитанного по набору из n результатов, а $S_{z,n}$ рассчитывается по формуле:

Для параметров, разовые значения которых по их физическому смыслу могут быть только неотрицательными числами (скорость, концентрация водяных паров), помимо (2) - (3), также должно выполняться соотношения вида:

$$3 \text{ критерий: } \zeta_{kp}(n) \cdot S_{z,n} \leq \overline{Z_n} \quad (4)$$

Для температуры (t_c), концентрации водяных паров (C_c), скорости (W_c) и разрежения в газопылевом потоке (ΔP_c) должны также выполняться условия:

$$4 \text{ критерий: } \partial_z = \frac{S_{z,n}}{\overline{Z_n}} \cdot \omega_c(n) \leq 0,1 \quad (5)$$

Для концентраций загрязняющих веществ должно выполняться условие:

$$4 \text{ критерий: } \hat{\sigma}_z = \frac{S_{z,n}}{\bar{Z}_n} \cdot \omega_\delta(n) \leq 0,2 \quad (6)$$

$\omega_\delta(n)$ – множитель для вычисления ширины доверительного интервала (соответствующего 95% вероятности) определения среднего значения по величине СКО ряда из n результатов.

В формулах (3) - (6) значение $S_{z,n}$ рассчитывается по тому же набору значений Z_i , что и \bar{Z}_n , по формуле:

$$S_{z,n} = \sqrt{\frac{(Z_1 - \bar{Z}_n)^2 + (Z_2 - \bar{Z}_n)^2 + \dots + (Z_n - \bar{Z}_n)^2}{n-1}} \quad (7)$$

Значения $\zeta_{np}(n)$ и $\omega_\delta(n)$ определяются по таблице 1.

Примечание: если критерий 3 или критерий 4 не выполняется, то в этом случае следует вернуться к результатам оценки по критерию 2, выбрать из ряда максимальное расхождение между средним значением и разовым. Это значение следует выбросить из ряда и повторить всю процедуру снова, до тех пор, пока все критерии не будут выполняться.

В том случае, когда разброс величин разовых значений параметров ИЗА для рассматриваемого режима выбросов ИЗА настолько велик, что для величин СКО этих параметров, рассчитанных по достаточно большому числу измерений n ($n = 10-15$), не выполняются условия (5) или (6), то рассматриваемый режим выбросов ИЗА должен быть разделен на два или более отдельных режимов.

Таблица 1

Зависимость коэффициентов $\zeta_{np}(n)$ и $\omega_\delta(n)$ от членов ряда,
по значениям которых рассчитываются величины \bar{Z}_n и $S_{z,n}$

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\zeta_{np}(n)$	1,41	1,69	1,87	2,00	2,09	2,17	2,24	2,29	2,34	2,39	2,43

$\omega_o(n)$	2,48	1,59	1,24	1,05	0,93	0,83	0,77	0,72	0,67	0,64	0,60
n	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\zeta_{sp}(n)$	2,46	2,49	2,52	2,55	2,58	2,60	2,62	2,64	2,66	2,68	2,70
$\omega_o(n)$	0,58	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,44	0,43	0,42

Разовые значения параметров Z_i , для которых не выполняется условие (3), исключаются из рассматриваемого набора разовых значений. Для скорректированного таким образом набора значений повторяются действия, описанные выше.

Пример определения результирующего значения измеряемой величины газопылевого потока по результатам разовых измерений.

Результаты измерения разовых значений скорости газопылевого потока представлены в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные, полученные при обследовании

Скорость w_r , м/с	15,6	14,8	16,0	25,0	15,3	14,0
-------------------------	------	------	------	------	------	------

1. Определяем значения $\zeta_{sp}(n)$ и $\omega_o(n)$ по таблице 1.

При количестве измерений $n = 6$:

$$\zeta_{sp}(n) = 2$$

$$\omega_o(n) = 1,05$$

2. Число членов набора измерений достаточное и удовлетворяет условиям критерия 1 (в нашем случае $n = 6$).

3. Считаем среднее значение по формуле (1):

$$\overline{Z_n} = \frac{15,6 + 14,8 + 16,0 + 25,0 + 15,3 + 14,0}{6} = 16,8 \text{ м/с}$$

4. Считаем среднеквадратическое отклонение (СКО) величин членов ряда по формуле (7):

$$S_{z,n} = \sqrt{\frac{(15,6-16,8)^2 + (14,8-16,8)^2 + (16,0-16,8)^2 + (25,0-16,8)^2 + (15,3-16,8)^2 + (14,0-16,8)^2}{6-1}} = 4,08$$

5. Проводим оценку по критерию 2, при этом должно выполняться условие (3)

Критерий 2 не выполняется. Значение 25 м/с должно быть исключено из ряда как промах или оно соответствует другому режиму.

Дальнейшая проверка критериев в этом случае нецелесообразна. Следует исключить значение 25 м/с и **повторить все операции по расчетам и оценкам, до выполнения всех критериев.**

6. Скорректированный набор данных содержит после исключения значения 25 м/с пять значений, таким образом:

$$\zeta_{\varphi}(n) = 1,87$$

$$\omega_0(n) = 1,24$$

7. Число членов набора измерений достаточное и удовлетворяет условиям критерия 1 (в нашем случае $n = 5$).

8. Считаем среднее значение по формуле (1)

$$\bar{Z}_n = 15,14 \text{ м/с}$$

9. Считаем СКО по формуле (7)

$$\text{СКО} = 0,773$$

10. Проводим оценку по критерию 2

Все значения удовлетворяют условию (3)

11. Проверяем выполнение критерия 3 (4):

$$\zeta_{\varphi}(n) \cdot S_{z,n} = 1,87 \cdot 0,773 = 1,44$$

Критерий 3 выполняется.

12. Проверяем выполнение критерия 4. Для оценки используем формулу 5:

$$\hat{\sigma}_z = \frac{0,733}{15,14} \cdot 1,24 = 0,06$$

Критерий 4 выполняется. Следовательно, среднее значение скорости равно 15,14 м/с.