

Теплотехнические измерения на газоходах котлоагрегатов

Измеряемыми величинами в продуктах сгорания органических топлив в энергетике являются концентрация отдельных компонентов, скорость (расход) газов, их температура, давление и влажность.

При теплотехнических измерениях на газоходах с большой площадью поперечного сечения приходится принимать во внимание то, что в поперечном (измерительном) сечении поля скорости, концентраций отдельных компонентов, температуры, давления и влажности газов неравномерны.

Причины этого – повороты, сужения газоходов, поступающие во входную часть магистрального газохода газовые потоки с различными значениями упомянутых величин, присосы воздуха. Аналогичная ситуация и в конвективном газоходе котлоагрегатов.

В Российской Федерации существует определенная организация подобных измерений. Так, порядок определения средних по измерительному сечению скорости газового потока и концентраций загрязняющих веществ (ЗВ), коэффициента неравномерности поля (КНП) скорости и КНП концентраций установлен в [1] и [2]. Организация газоаналитических измерений на котельных установках с применением усредняющих зондов приведена в [3]. Температура, давление и влажность газов измеряются в 3-х точках сечения.

Измерения с определением характеристик измерительного сечения (средние значения величин по сечению, КНП) согласно упомянутым источникам уже

много лет выполняются в конвективном и других газоходах котлоагрегатов. При этом местом размещения контрольной точки могут быть центр измерительного сечения, или зона размещения заборного отверстия пробоотборного зонда, или чувствительная часть беспробоотборного газоанализатора, расходомера.

Кроме того, для продуктов сгорания в дымовых трубах посредством моделирования рассмотрены поля концентраций ЗВ и скорости газов, а также их КНП [4].

Упомянутые измерения получили широкое распространение в связи с проведением экологического мониторинга промышленных выбросов в атмосферу. Они необходимы также для определения величины присосов воздуха в газовый тракт, потерь тепла с уходящими газами.

К сожалению, измерения являются достаточно трудоемкими. Измерения по [1] и [2] на дымовых трубах на отметках 100–150 м при диаметре трубы в месте измерений 5–10 м еще более трудоемки, чем измерения в конвективном газоходе.

В ТНПА [5] и [6] Республики Беларусь нет требований к проведению таких измерений. Соответственно, никто их в Беларуси и не проводит. Несмотря на то что в последние 4 года результаты этих измерений должны были использоваться при метрологической аттестации автоматизированных систем контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (АСК выбросов) и в инструментальных измерениях переносными средствами измерения (СИ) при экологическом мониторинге. Это нужно для выполнения измерений выбросов газообразных ЗВ с относительной погрешностью не более $\pm 20\%$. Все это существенно снижает качество внедряемых в Беларуси АСК выбросов, а некоторые из данных систем окажутся бесполезными из-за несоответствия требуемой точности измерений выбросов ЗВ.

В случае применения измерений, регламентированных [1] и [2], существует необходимость уменьшить их трудоемкость.

В статьях [7] и [8] рассмотрено устройство, предназначенное для измерения концентраций ЗВ в газоходах с большим поперечным сечением.

В данной статье предлагаются разработанные нами устройства, которые существенно уменьшают трудоемкость упомянутых теплотехнических измерений. Все величины измеряются одновременно в одних и тех же точках сечения. Простейшее устройство, работающее в уходящих газах с температурой 100–170 °С (в том числе и на дымовых трубах), показано на рис. 1 и 2.

Устройства перед измерениями устанавливаются в дымовую трубу или в газо-

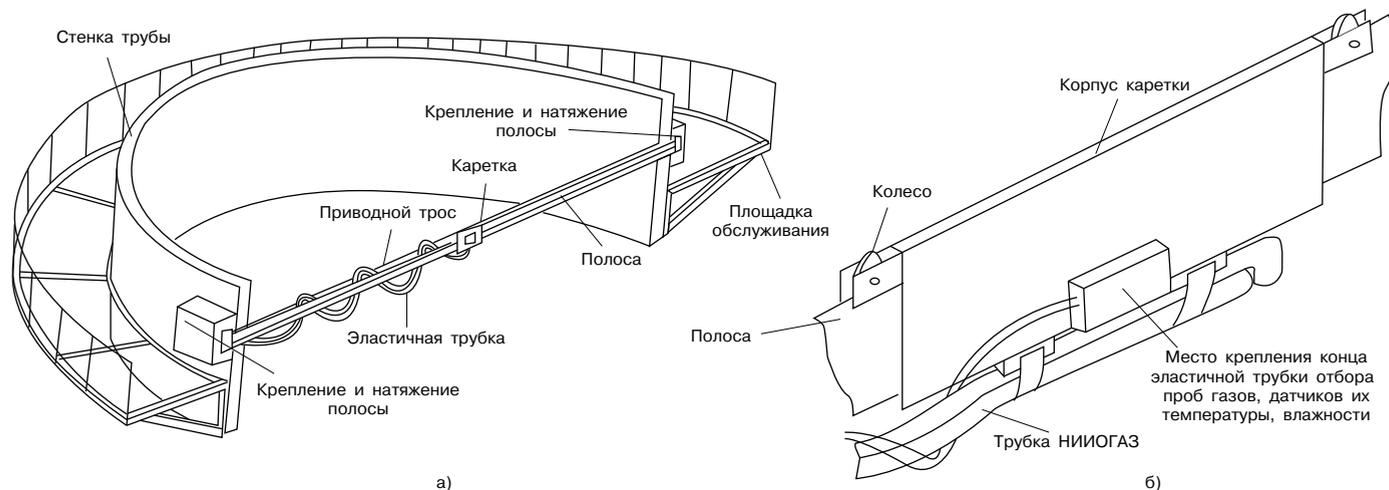


Рис. 1. Устройство для теплотехнических измерений на дымовых трубах:

а) размещение устройства на дымовой трубе; б) внешний вид каретки

ход таким образом, чтобы полоса (рис. 1) или тросы (рис. 2) проходили по диаметру их поперечного сечения. Полосу и тросы сильно натягивают, что препятствует раскачиванию находящихся на них кареток с датчиками. Этим обеспечивается стабилизация датчиков в потоке. Полоса и каретки расположены так, чтобы их боковые поверхности находились вдоль потока. Данная конструкция не вызывает завихрений в газовом потоке.

На каретке одновременно могут быть закреплены: эластичная трубка отбора проб газовых смесей, датчики скорости газов (термоанемометр, крыльчатка, трубка НИИОГАЗ), температуры (термопара или термометр сопротивления), влажности.

Для получения сигнала по давлению газов используется канал измерения статического давления трубки НИИОГАЗ. Выбор типа датчиков делается с учетом скорости и температуры газов.

Устройства могут применяться также на газоходах с поперечным сечением, имеющим форму прямоугольника. В случае невозможности закрепления нижней части устройства на стене газохода при его вертикальном расположении оно может быть смонтировано на штанге.

Пользуются устройством следующим образом. С помощью приводного троса с метками каретку устанавливают в 1-ю точку [2] и фиксируют ее положение натяжением этого троса в две противоположные стороны. Выполняют измерения, например, величин $[C_1 (C_{CO}, C_{NO_2}, C_{SO_2}, C_{CO_2}, C_{O_2}), V_1, T_1, P_1, V_{л1}]$, применяя соответствующие переносные или стационарные СИ. При этом выполняют измерения и в контрольной точке [1]. Проводят 3 серии измерений. Перемещают каретку во 2-ю точку и повторяют измерения. И так для всех остальных точек. С помощью калькулятора рассчитывают средние значения измеряемых величин для каждой точки, средние значения

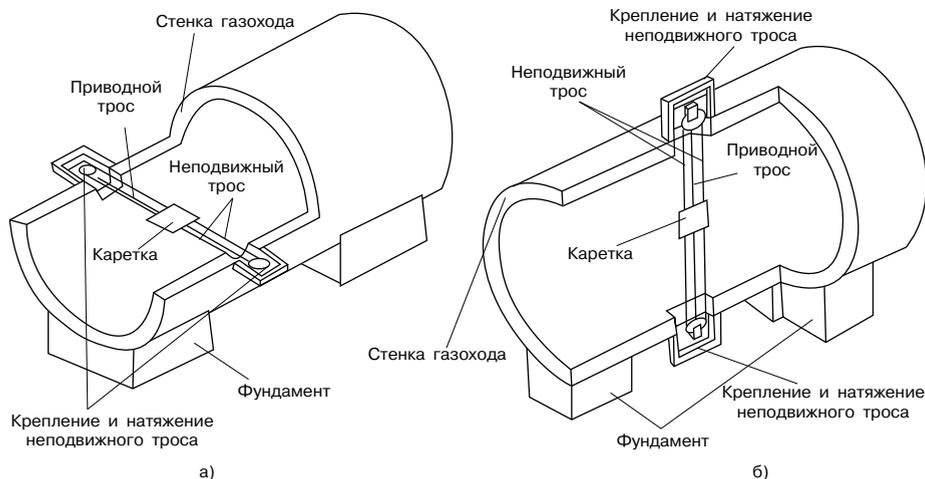


Рис. 2. Устройство для теплотехнических измерений на горизонтальных газоходах:

- а) размещение устройства в горизонтальной плоскости газохода;
б) размещение устройства в вертикальной плоскости газохода

измеряемых величин по измерительному сечению $[C_{cp} (C_{CO}, C_{NO_2}, C_{SO_2}, C_{CO_2}, C_{O_2}), V_{cp}, T_{cp}, P_{cp}, V_{лcp}]$, КНП концентраций и скорости.

Вычисляют погрешности измерений средних значений, величину массовых выбросов ЗВ и ее погрешность.

Измерения выполняют для основных режимов работы котлоагрегатов (50, 75, 100 % нагрузки). При этом трудоемкость измерений существенно уменьшается за счет механизации процесса измерения.

Разработку устройства, работающего в автоматическом, дистанционном и ручном режиме управления, выполняет один из технических университетов Российской Федерации. В режиме автоматического (программного) управления упомянутые измерительные и вычислительные операции выполняются автоматически.

Устройство применяют периодически:

- при определении характеристик измерительного сечения для характерных режимов работы котлоагрегатов или технологических установок на этапе пусконаладочных работ АСК выбросов;
- при метрологической аттестации АСК выбросов;
- при обязательных регулярных метрологических работах по АСК выбросов с интервалом в 6 месяцев;
- при контроле выбросов ЗВ на магистральных газоходах с помощью инструментальных измерений переносными СИ и т. д.

При применении упомянутых устройств следует различать два случая:

1. Количество газовых потоков на входе в магистральный газоход – не более двух.
2. Количество газовых потоков на входе в магистральный газоход – 3 и более.

В первом случае погрешность от неравномерности поля скорости и поля концентраций можно уменьшить, уточнив результат измерения с помощью КНП. Во втором случае из-за большого числа сочетаний потоков с различными концентрациями и скоростями придется ограничиваться только определением величины погрешности от неравномерности поля скорости и поля концентраций.

Было бы целесообразным специалистам РУП «БелНИЦЭкология» организовать проведение измерений по определению характеристик измерительных сечений внедряемых АСК выбросов во время пусконаладочных работ этих систем, что позволит провести их метрологическую аттестацию. Кроме того, необходимо устранить имеющиеся в технических нормативных правовых документах [5] и [6] недостатки.

Виктор ЕМЕЛЬЯНЧИКОВ,
Юрий ЕЛИСЕЕНКО

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 153-34.1-11.353-2001. Методика выполнения измерений массовых выбросов загрязняющих веществ от котельных установок с применением газоанализаторов с электрохимическими датчиками.
2. ГОСТ 17.2.4.06-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.
3. СО 34.02.320-2003. Методические указания «Организация контроля газового состава продуктов сгорания стационарных паровых и водогрейных котлов».
4. Росляков П. В. и др. Исследование полей скоростей и концентраций продуктов сгорания в дымовой трубе ТЭС // Теплоэнергетика. – 2006. – № 5.
5. МВИ.МН. 1003 – 2007. Методика выполнения измерений концентраций и выбросов загрязняющих веществ, скорости газов, температуры, влажности, давления электронными переносными приборами.
6. ТКП 17.13-01-2008 (02120). Правила проектирования и эксплуатации автоматизированных систем контроля за выбросами загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. – Минск: Минприроды.
7. Емельяничков В. Газоаналитические измерения: от точки отбора проб газовых смесей к измерительному сечению // Энергетика и ТЭК. – 2012. – № 5.
8. Емельяничков В. Автоматизированная система контроля выбросов вредных веществ в атмосферу для дымовых труб ТЭЦ и котельных // Энергетика и ТЭК. – 2011. – № 7/8.