

Регистрационный № 98916-26

Лист № 1
Всего листов 14

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система автоматического контроля выбросов на дымовых трубах ТЭЦ-ПВС, ТЭЦ-ЭВС-2 ПАО «Северсталь»

Назначение средства измерений

Система автоматического контроля выбросов на дымовых трубах ТЭЦ-ПВС, ТЭЦ-ЭВС-2 ПАО «Северсталь» (далее – система) предназначена для:

- автоматических непрерывных измерений массовой концентрации загрязняющих веществ (диоксида серы SO_2 , оксида азота NO , диоксида азота NO_2), объемной доли паров воды и параметров газового потока в дымовых трубах (скорости, давления и температуры отходящих газов);

- расчета массовой концентрации суммы оксидов азота NO_x (в пересчете на NO_2);
- расчетов объемного расхода отходящих газов ($\text{м}^3/\text{ч}$), разовых выбросов (г/с), массовых выбросов (кг/ч) и валовых выбросов (т/год) загрязняющих веществ;
- сбора, обработки, визуализации, хранения и передачи данных в Росприроднадзор.

Описание средства измерений

К настоящему типу средства измерений относится система автоматического контроля выбросов на дымовых трубах ТЭЦ-ПВС, ТЭЦ-ЭВС-2 ПАО «Северсталь», заводской номер 001.

Система является стационарной и состоит из шести частей и двух уровней.

Перечень частей системы:

- первая часть – измерительные каналы дымовой трубы № 1 ТЭЦ-ПВС;
- вторая часть – измерительные каналы дымовой трубы № 2 ТЭЦ-ПВС;
- третья часть – измерительные каналы дымовой трубы № 3 ТЭЦ-ПВС;
- четвертая часть – измерительные каналы дымовой трубы № 4 ТЭЦ-ПВС;
- пятая часть – измерительные каналы дымовой трубы № 1 ТЭЦ-ЭВС-2;
- шестая часть – измерительные каналы дымовой трубы № 3 ТЭЦ-ЭВС-2.

Перечень уровней системы:

- нижний уровень – уровень средств измерений;
- верхний уровень – уровень сервера системы и автоматизированных рабочих мест.

Перечень мест установки оборудования нижнего уровня системы:

- первая часть системы – первый блок-контейнер и дымовая труба № 1 ТЭЦ-ПВС;
- вторая часть системы – первый блок-контейнер и дымовая труба № 2 ТЭЦ-ПВС;
- третья часть системы – второй блок-контейнер и дымовая труба № 3 ТЭЦ-ПВС;
- четвертая часть системы – третий блок-контейнер и дымовая труба № 4 ТЭЦ-ПВС;
- пятая часть системы – четвертый блок-контейнер и дымовая труба № 1 ТЭЦ-ЭВС-2;
- шестая часть системы – четвертый блок-контейнер и дымовая труба № 3 ТЭЦ-ЭВС-2.

Состав основного оборудования нижнего уровня системы представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав основного оборудования нижнего уровня системы

№ п/п	Наименование группы измерительных каналов	Наименование измеряемой величины	Средство измерений		
			Наименование	Регистрационный номер в ФИФ ОЕИ ¹⁾	Количество
1	измерительные каналы массовых концентраций загрязняющих веществ	массовая концентрация компонента	комплекс газоаналитический ПЭМ-2М.1	-	6
2	измерительные каналы объемной доли паров воды	объемная доля паров воды	анализатор паров воды ГОС-18	-	6
3	измерительные каналы скорости отходящих газов	скорость потока отходящих газов	измеритель расхода и скорости газового потока ИС-14.М	65860-16	6
4	измерительные каналы давления отходящих газов	абсолютное давление отходящих газов	преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н-ДА	63044-16	6
5	измерительные каналы температуры отходящих газов	температура отходящих газов	термопреобразователь сопротивления из платины с чувствительным элементом ТС-1088	58808-14	6
¹⁾ ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений					

Принцип действия системы основан на следующих методах измерений:

- 1) оптико-абсорбционном в инфракрасной области спектра (для измерений массовых концентраций SO₂, NO, NO₂ и объемной доли паров воды);
- 2) методе инфракрасной кросс-корреляции (для измерений скорости потока отходящих газов);
- 3) тензорезистивном методе (для измерений давления отходящих газов);
- 4) терморезистивном методе (для измерений температуры отходящих газов).

Передача информации внутри системы осуществляется в виде аналоговых и цифровых сигналов.

Сигналы, передаваемые по измерительным каналам массовых концентраций загрязняющих веществ:

- аналоговые сигналы постоянного тока от 4 до 20 мА;
 - цифровые сигналы (линии связи RS-485, Ethernet и протокол Modbus);
- сигналы, передаваемые по измерительным каналам объемной доли паров воды:
- аналоговые сигналы постоянного тока от 0 до 20 мА;
 - цифровые сигналы (линии связи RS-485, Ethernet и протокол Modbus);
- сигналы, передаваемые по измерительным каналам скорости отходящих газов:
- аналоговые сигналы постоянного тока от 4 до 20 мА;
 - цифровые сигналы (линии связи RS-485, Ethernet и протокол Modbus);

сигналы, передаваемые по измерительным каналам давления отходящих газов:

- аналоговые сигналы постоянного тока от 4 до 20 мА;
- цифровые сигналы (линии связи RS-485, Ethernet и протокол Modbus);

сигналы, передаваемые по измерительным каналам температуры отходящих газов:

- аналоговые сигналы сопротивления;
- аналоговые сигналы постоянного тока от 4 до 20 мА;
- цифровые сигналы (линии связи RS-485, Ethernet и протокол Modbus).

Измерения массовых концентраций SO_2 , NO и NO_2 выполняют комплексы газоаналитические ПЭМ-2М.1.

Процесс измерений состоит из четырех этапов:

- 1) первичной подготовки пробы;
- 2) транспортировки пробы;
- 3) финальной подготовки пробы;
- 4) анализа пробы.

На первом этапе подогреваемый фильтр пробоотборного устройства (с зондом) выполняет очистку пробы от крупных взвешенных частиц.

На втором этапе насос блока подготовки пробы выполняет перемещение пробы по линии транспортировки пробы подогреваемой (ЛТПП) от точки измерений до основного модуля комплекса.

На третьем этапе конденсатосборник, блок осушения пробы и фильтр тонкой очистки выполняют охлаждение, осушение и дополнительную очистку пробы.

На четвертом этапе аналитический блок комплекса выполняет измерения массовых концентраций SO_2 , NO и NO_2 в пробе.

Измерения объемной доли паров воды выполняют анализаторы паров воды ГОС-18.

Процесс измерений состоит из двух этапов:

- 1) отбора пробы из общей ЛТПП;
- 2) анализа пробы.

На первом этапе насосы блока индикации и управления выполняют отбор пробы из общей ЛТПП и перемещение пробы от точки отбора до блока измерительного.

На втором этапе блок измерительный ГОС-18 выполняет измерения объемной доли паров воды в пробе.

Измерения скорости отходящих газов выполняют измерители расхода и скорости газового потока ИС-14.М.

Процесс измерений состоит из четырех этапов.

1) Датчики измерительные преобразовывают тепловое излучение частиц газового потока в электрические сигналы.

2) Контроллер блока измерительного опрашивает датчики, формирует два массива данных, относящихся к заданному интервалу времени (по одному для каждого датчика), и отправляет их вычислителю.

3) Вычислитель блока измерительного находит максимально близкие по параметрам неоднородности инфракрасного излучения, формирует корреляционные графики (отдельно для каждого массива данных), выполняет расчет смещения этих графиков друг относительно друга по времени, а затем отправляет результаты своей работы контроллеру.

4) Контроллер блока измерительного выполняет расчет скорости газового потока, используя значения расстояния между датчиками и смещения корреляционных графиков друг относительно друга по времени.

Измерения абсолютного давления отходящих газов выполняют преобразователи давления измерительные АИР-20/М2-Н-ДА.

Измерения температуры отходящих газов выполняют термопреобразователи сопротивления из платины с чувствительными элементами ТС-1088.

Для ограничения доступа к системе предусмотрены:

- механические замки;
- пломбы на дверях основных модулей комплексов газоаналитических ПЭМ-2М.1.

Заводской номер нанесен на паспортную табличку, расположенную в левом верхнем углу двери каждого блок-контейнера, при помощи цифровой печати. Внешний вид паспортной таблички приведен на рисунке 1.

Нанесение на средство измерений знака поверки не предусмотрено.

Общий вид блок-контейнера и основного оборудования системы представлен на рисунках 2 – 9.



Рисунок 1 – Внешний вид паспортной таблички



Место нанесения
паспортной
таблички

Рисунок 2 – Место расположения паспортной таблички на блок-контейнере



Рисунок 3 – Общий вид основного модуля комплекса газоаналитического ПЭМ-2М.1



Рисунок 4 – Общий вид блока измерительного анализатора паров воды ГОС-18



Рисунок 5 – Общий вид блока индикации и управления анализатора паров воды ГОС-18



1 – датчик измерительный; 2 – штуцер подачи сжатого воздуха

Рисунок 6 – Общий вид датчиков измерительных измерителя расхода
и скорости газового потока ИС-14.М



1 – вычислитель; 2 – контроллер; 3 – источник питания; 4 – лампа освещения;
5 – клеммная колодка

Рисунок 7 – Общий вид блока измерительного измерителя расхода
и скорости газового потока ИС-14.М



Рисунок 8 – Общий вид преобразователя давления измерительного АИР-20/М2-Н-ДА



Рисунок 9 – Общий вид термопреобразователя сопротивления из платины с чувствительным элементом ТС-1088

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) системы выполняет следующие функции:

- сбор данных, которые создает нижний уровень системы;
 - расчет объемного расхода отходящих газов, м³/ч;
 - расчет объемного расхода отходящих газов, приведенного к нормальным условиям (температура 0 °С и давление 101,325 кПа), м³/ч;
 - расчет объемного расхода сухого отходящего газа, м³/ч;
 - расчет разовых выбросов SO₂, NO, NO₂ и NO_x, г/с;
 - расчет массовых выбросов SO₂, NO, NO₂ и NO_x, кг/ч;
 - расчет разовых и массовых выбросов NO и NO₂ с учетом трансформации оксидов азота в атмосфере, г/с, кг/ч;
 - усреднение (интервал времени для усреднения: 30 мин) результатов измерений массовых концентраций SO₂, NO, NO₂ и NO_x, мг/м³;
 - усреднение результатов измерений объемной доли паров воды, давления и температуры отходящих газов, %, кПа, °С;
 - усреднение результатов расчетов объемного расхода отходящих газов, м³/ч;
 - усреднение результатов расчетов разовых и массовых выбросов SO₂, NO, NO₂ и NO_x, г/с, кг/ч;
 - расчет массы выбросов SO₂, NO, NO₂ и NO_x, т;
 - расчет валовых выбросов SO₂, NO, NO₂ и NO_x, т/год;
 - расчет массы выбросов NO и NO₂ с учетом трансформации оксидов азота в атмосфере, т;
 - расчет валовых выбросов NO и NO₂ с учетом трансформации оксидов азота в атмосфере, т/год;
 - расчет объема выбросов, тыс. м³;
 - визуализация результатов измерений и расчетов;
 - хранение данных (срок хранения результатов измерений и расчетов: не менее 10 лет);
 - передача в Росприроднадзор информации о показателях выбросов;
 - диагностика оборудования системы.
- Уровень защиты ПО системы в соответствии с Р 50.2.077-2014: средний.
- Идентификационные данные ПО системы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО системы

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	SEDMAX
Версия ПО ¹⁾	2.X.X ²⁾
¹⁾ Указана для файла sed_metrology_calc_arch.bin. ²⁾ «X» - не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значения от 0 до 9.	

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики газоаналитических измерительных каналов системы

Измерительный канал	Диапазон измерений ¹⁾ массовой концентрации компонента, мг/м ³ ; объемной доли, %	Участок диапазона измерений массовой концентрации компонента, мг/м ³ ; объемной доли, %	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾ , %	
			приведенной ³⁾	относительной
Массовая концентрация диоксида серы (SO ₂)	от 0 до 1420	от 0 до 150 включ. св. 150 до 1420	±34 -	- ±34
Массовая концентрация оксида азота (NO)	от 0 до 660	от 0 до 70 включ. св. 70 до 660	±34 -	- ±34
Массовая концентрация диоксида азота (NO ₂)	от 0 до 1020	от 0 до 110 включ. св. 110 до 1020	±34 -	- ±34
Массовая концентрация суммы оксидов азота NO _x (в пересчете на NO ₂) ⁴⁾	от 0 до 2020	от 0 до 210 включ. св. 210 до 2020	±34 -	- ±34
Объемная доля паров воды H ₂ O	от 0 до 40 %	от 0 до 5 % включ. св. 5 % до 40 %	±34 -	- ±34

¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов массовых концентраций диоксида серы SO₂, оксида азота NO и диоксида азота NO₂: 0,01 мг/м³
Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов объемной доли паров воды: 0,01 %

²⁾ В соответствии с постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» (раздел 3, п. 3.1.3 перечня)

Участок диапазона измерений, в котором результаты измерений соответствуют метрологическим требованиям постановления Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» (раздел 3, п. 3.1.3 перечня): от C_{min} до C_{max}, где C_{max} - верхняя граница диапазона измерений, мг/м³, а C_{min}, мг/м³, рассчитывается по формуле:

$$C_{min} = \frac{C_{\gamma} \cdot \gamma}{\delta_{max}},$$

где C_γ - верхняя граница участка диапазона измерений, в котором нормированы пределы допускаемой приведенной погрешности, мг/м³;

δ_{max} - пределы допускаемой погрешности измерений (раздел 3, п. 3.1.3 перечня, утвержденного постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847), %;

γ - пределы допускаемой приведенной погрешности в условиях эксплуатации, %

³⁾ Нормирующее значение - верхняя граница участка диапазона измерений, в котором нормированы пределы допускаемой приведенной погрешности

⁴⁾ Массовая концентрация оксидов азота C_{NOx} в пересчете на NO₂ рассчитывается по формуле:

$$C_{NOx} = C_{NO2} + 1,53 \cdot C_{NO},$$

где C_{NO2} и C_{NO} - массовые концентрации диоксида азота и оксида азота, мг/м³, соответственно

Таблица 4 – Метрологические характеристики измерительных каналов массовых концентраций загрязняющих веществ

Наименование характеристики	Значение
Предел допускаемой вариации показаний, в долях от пределов допускаемой погрешности	0,5
Пределы допускаемого изменения выходного сигнала за 24 ч непрерывной работы, в долях от пределов допускаемой погрешности	$\pm 0,5$
Предел допускаемого времени установления выходного сигнала ($T_{0,9}$), с (время одного цикла без учета транспортного запаздывания)	180

Таблица 5 – Метрологические характеристики измерительных каналов скорости отходящих газов

Наименование средства измерений	Диапазон измерений ¹⁾ скорости потока отходящих газов, м/с	Участок диапазона измерений скорости потока отходящих газов, м/с	Пределы допускаемой относительной погрешности ²⁾ , %
Измеритель расхода и скорости газового потока ИС-14.М	от 0,2 до 50	от 0,2 до 5 включ. св. 5 до 50	$\pm(0,2 \cdot 100 / V)^3$ ± 4
¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов скорости отходящих газов: 0,01 м/с ²⁾ В соответствии с постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» (раздел 3, п. 3.10 перечня) Участок диапазона измерений, в котором результаты измерений соответствуют метрологическим требованиям постановления Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» (раздел 3, п. 3.10 перечня): от 0,8 до 50 м/с ³⁾ V - скорость газового потока, м/с			

Таблица 6 – Метрологические характеристики измерительных каналов давления отходящих газов

Наименование средства измерений	Диапазон измерений ¹⁾ абсолютного давления отходящих газов, кПа	Пределы допускаемой приведенной погрешности ^{2), 3)} , %
Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н-ДА	от 1 до 120	± 2
¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов давления отходящих газов: 0,01 кПа ²⁾ В соответствии с постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» (раздел 3, п. 3.13 перечня) ³⁾ Нормирующее значение - верхняя граница диапазона измерений		

Таблица 7 – Метрологические характеристики измерительных каналов температуры отходящих газов

Наименование средства измерений	Диапазон измерений ¹⁾ температуры отходящих газов, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности ²⁾ , °С
Термопреобразователь сопротивления из платины с чувствительным элементом ТС-1088	от -50 до +500	±3
¹⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов температуры отходящих газов: 0,01 °С ²⁾ В соответствии с постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» (раздел 3, п. 3.9 перечня)		

Таблица 8 – Технические характеристики системы

Наименование характеристики	Значение
Время прогрева, мин, не более	60
Напряжение питания переменного тока с частотой (50 ± 1) Гц, В	380±10
Потребляемая мощность, кВт, не более	106
Условия эксплуатации для оборудования, размещенного в обогреваемом блок-контейнере: - диапазон температуры окружающего воздуха, °С - диапазон относительной влажности, % - диапазон атмосферного давления, кПа	от +5 до +40 от 30 до 80 от 84 до 106,7
Габаритные размеры основного модуля комплекса газоаналитического ПЭМ-2М.1, мм, не более: - длина - ширина - высота	600 850 1850
Габаритные размеры блока измерительного анализатора паров воды ГОС-18, мм, не более: - длина - ширина - высота	650 180 170
Габаритные размеры блока индикации и управления анализатора паров воды ГОС-18, мм, не более: - длина - ширина - высота	210 600 800

Таблица 9 – Показатели надежности

Наименование характеристики	Значение
Наработка до отказа, ч	24000
Средний срок службы, лет	10

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации при помощи цифровой печати.

Комплектность средства измерений

Таблица 10 – Комплектность системы

Наименование	Обозначение	Количество
Система автоматического контроля выбросов на дымовых трубах ТЭЦ-ПВС, ТЭЦ-ЭВС-2 ПАО «Северсталь»	-	1 шт.
Документация		
Руководство по эксплуатации	ГДАР.411711.336 РЭ	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2 «Методы и средства измерений и расчетов» ГДАР.411711.336 РЭ «Система автоматического контроля выбросов на дымовых трубах ТЭЦ-ПВС, ТЭЦ-ЭВС-2 ПАО «Северсталь». Эксплуатационная документация. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 31.12.2020 № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

Приказ Росстандарта от 25.11.2019 № 2815 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока»;

Приказ Росстандарта от 05.12.2025 № 2667 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ Па и Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления»;

Приказ Росстандарта от 29.01.2026 № 147 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К и Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

ГОСТ Р 8.958-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Наилучшие доступные технологии. Автоматические измерительные системы для контроля вредных промышленных выбросов. Методы и средства испытаний»;

ГОСТ Р 50759-95 «Анализаторы газов для контроля промышленных и транспортных выбросов. Общие технические условия».

Правообладатель

Акционерное общество Научно-производственное предприятие «ЭнергопромСервис»
(АО НПП «ЭнергопромСервис»)

ИНН: 7709548784

Юридический адрес: 117246, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Черемушки,
Научный пр-д, д. 17, помещ. 31/9

Телефон: +7 (499) 967-85-67

Web-сайт: <https://www.en-pro.ru/>

E-mail: info@en-pro.ru

Изготовитель

Акционерное общество Научно-производственное предприятие «ЭнергопромСервис»
(АО НПП «ЭнергопромСервис»)
ИНН: 7709548784
Адрес: 117246, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Черемушки,
Научный пр-д, д. 17, помещ. 31/9
Телефон: +7 (499) 967-85-67
Web-сайт: <https://www.en-pro.ru/>
E-mail: info@en-pro.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский
научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр-кт, д. 19
Телефон: +7 (812) 251-76-01
Факс: +7 (812) 713-01-14
Web-сайт: <https://www.vniim.ru/>
E-mail: info@vniim.ru
Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц:
RA.RU.314555