

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
(в редакции, утвержденной приказом Росстандарта № 334 от 18.02.2020 г.)

Система измерительная в составе управляющей системы безопасности по технологическим параметрам (ИС УСБТ) энергоблока № 3 Ростовской АЭС

Назначение средства измерений

Система измерительная в составе управляющей системы безопасности по технологическим параметрам энергоблока № 3 Ростовской АЭС (далее - ИС УСБТ) предназначена для измерений значений следующих технологических параметров: активной электрической мощности, напряжения постоянного и переменного электрического тока, силы переменного электрического тока, частоты переменного электрического тока, концентрации борной кислоты в технологических жидкостях, давления технологических жидкостей и газообразных сред, разности давлений технологических жидкостей и газообразных сред, расхода технологических жидкостей, уровня технологических жидкостей, температуры технологических жидкостей, газообразных сред и металлов.

Описание средства измерений

ИС УСБТ выделяется на функциональном уровне в составе управляющей системы безопасности по технологическим параметрам. Принцип действия ИС УСБТ основан на измерении значений технологических параметров, преобразовании этих значений в электрические сигналы и последующем преобразовании в цифровые сигналы, а также отображении и архивировании измерительной информации.

Измерительные каналы (ИК) ИС УСБТ состоят из первичной части, включающей в себя первичные измерительные преобразователи (ПИП), и вторичной (электрической) части (ВИК), включающей в себя измерительные и вычислительные компоненты, средства обработки, хранения и отображения измерительной информации.

ПИП и ВИК соединяются проводными линиями связи.

В состав первичной части ИК ИС УСБТ входят следующие ПИП, осуществляющие преобразование измеряемых величин в электрические сигналы:

- датчики давления ТЖИУ406-М100-АС (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (рег. №) 47462-11, 47462-16), Элемер-АИР-30-А (рег. № 37668-13), Сапфир-22ЕМ (рег. № 46376-11), манометры электронные ЭКМ-2005А (рег. № 40713-09, 40713-14), в ИК расхода используются также стандартные сужающие устройства (СУ) по ГОСТ 8.586-2005;

- концентратомеры бора НАР-12М (рег. № 14177-11);

- преобразователи термоэлектрические (ТП) KTL-01 (рег. № 20260-00);

- термопреобразователи сопротивления (ТС) ТСП-01 (рег. № 13997-13), ТСП-03 (рег. № 14454-13), ТСП-06 (рег. № 14457-13), СП-01, СП-02, СМ-01, СМ-02 (рег. № 20261-00), ТСП-1088-АС (рег. № 43453-09), ТСП 9203 (рег. № 50071-12), а также регистраторы многоканальные технологические РМТ59 (рег. № 29934-15), преобразующие сигналы от ТС;

- преобразователи измерительные напряжения постоянного тока Е857/3 (рег. № 9506-13, 9506-18);

- трансформаторы тока (ТТ) ТОЛ-СЭЩ-10 (рег. № 32139-11) и трансформаторы напряжения (ТН) ЗНОЛ-СЭЩ-6-1 (рег. № 55024-13) в совокупности с преобразователями измерительными (ИП) мощности трехфазных сетей ФЕ1883-АД (рег. № 43479-09), силы переменного тока ФЕ1854-АД и напряжения переменного тока ФЕ1855-АД (рег. № 28136-04), частоты переменного тока ФЕ1858-АД (рег. № 28653-05).

В состав ВИК входят следующие измерительные и вычислительные компоненты, средства обработки, хранения и отображения измерительной информации:

- средства программно-технические ТПТС-ЕМ (рег. № 44937-10);
- блоки БСОУТ2, БСО10, БСО75, БСА Т, БСОТС, БСА ТС, БВА Н, БВА Т из состава комплексов технических средств непрограммируемой логики КТС НПЛ (рег. № 61252-15);
- амперметры и вольтметры цифровые Ф1762-АД (рег. № 24760-13);
- амперметры и вольтметры дискретно-аналоговые Ф1761-АД (рег. № 24539-08, 24539-13);
- автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов.

ИС УСБТ реализует следующие функции:

- измерение технологических параметров реакторной установки, проверка нахождения всех измеряемых параметров в пределах установленных норм (уставок), выдача предупредительных и аварийных сигналов;
- отображение измерительной информации на блочном пункте управления (БПУ) и резервном пункте управления (РПУ), а также ее передача в цифровом виде в систему верхнего блочного уровня (СВБУ) и архивирование измеренных значений.



Рисунок 1 - Общий вид электротехнических шкафов ИС УСБТ (со средствами программно-техническими ТПТС-ЕМ - слева, с измерительными компонентами из состава КТС НПЛ - справа)

Пломбирование системы не предусмотрено.

Программное обеспечение

Метрологически значимым для ИС УСБТ является программное обеспечение (ПО) ТПТС-ЕМ, блоков БСОУТ2, БСО10, БСО75, БСА Т, БСОТС, БСА ТС, БВА Н, БВА Т, ПО показывающих приборов (ПП) Ф1762-АД, Ф1761-АД и ПО ПИП.

Встроенное микропрограммное ПО всех ПИП, ПП и модулей ТПТС-ЕМ загружается в постоянную память приборов на заводе-изготовителе во время производственного цикла, оно недоступно пользователю и не подлежит изменению на протяжении всего срока эксплуатации.

ПО блоков БСОУТ2, БСО10, БСО75, БСА Т, БСОТС, БСА ТС, БВА Н, БВА Т устанавливается в энергонезависимую память в производственном цикле на заводе-изготовителе и не может быть модифицировано в составе блока. Конструкция КТС НПЛ исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию. Модификация метрологически незначимой части ПО блоков может быть выполнена только авторизованным представителем завода-изготовителя с помощью стендового оборудования и специального заводского ПО, защищенного паролем.

Для защиты электротехнических шкафов ИС УСБТ с установленными в них компонентами ВИК предусмотрено закрытие дверей шкафов с оборудованием на ключ, контроль состояния дверей с сигнализацией о несанкционированном доступе внутрь.

Уровень защиты ПО от преднамеренных и непреднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1а - Идентификационные данные модулей ТПТС-ЕМ и блоков КТС НПЛ

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | | | | |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Идентификационное наименование ПО | ТПТС52-2.1722 | ТПТС52-2.1731 | ПЮИЖ 0.000.182 | ПЮИЖ 0.000.224 | ПЮИЖ 0.000.225 |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | S.01 | S.51 | 3.6 | 3.8 | 3.11 |
| Цифровой идентификатор ПО | - | | | | |

Таблица 1б - Идентификационные данные модулей ТПТС-ЕМ и блоков КТС НПЛ

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Идентификационное наименование ПО | ПЮИЖ 0.000.226 | ПЮИЖ 0.000.232 | ПЮИЖ 0.000.250 | ПЮИЖ 0.000.249 | ПЮИЖ 0.000.234 |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 3.5 | 4.0 | 4.0 | 3.12 | 4.0 |
| Цифровой идентификатор ПО | - | | | | |

Примечание - номер версии ПО блока КТС НПЛ может быть выше указанного в случае модификации его метрологически незначимой части представителем завода-изготовителя

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики ИК давления технологических жидкостей и газообразных сред, разности давлений технологических жидкостей и газообразных сред, расхода технологических жидкостей, уровня технологических жидкостей, напряжения переменного и постоянного электрического тока, частоты переменного электрического тока

| Наименование измеряемого параметра (группы ИК) | Диапазон измерений ¹ | ПИП | | | ВИК | | Границы интервала $\gamma_{ик}$ или пределы $\gamma_{п.ик}$ допускаемой приведенной погрешности ИК ² |
|--|--|-------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|---|
| | | Тип | Выходной сигнал (входной сигнал ВИК) | Пределы допускаемой основной и дополнительной приведенной погрешности ² | Состав и выходные сигналы компонентов | Границы интервала $\gamma_{вик}$ или пределы $\gamma_{п.вик}$ допускаемой приведенной погрешности ² | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Давление технологических жидкостей / газообразных сред | от -1 до +250 кгс/см ² , от -80 до +630 кгс/м ² | ТЖИУ406-М100-АС (ДИВ, ДИ, ДД) | от 4 до 20 мА | $\gamma_{осн} = \pm 0,25 \%$, $\gamma_{доп.с.10} = \pm 0,25 \%$ ($X_n = D_{ПИП}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СББУ | $\gamma_{п.вик} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) | $\gamma_{ик} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{вик} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) | $\gamma_{ик} = \pm 0,8 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{вик} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) | $\gamma_{ик} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{вик} = \pm 1,9 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) | $\gamma_{ик} = \pm 1,9 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{вик} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) | $\gamma_{ик} = \pm 0,8 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => цифровой сигнал 16 бит в СББУ | $\gamma_{п.вик} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) | $\gamma_{ик} = \pm 0,6 \%$ ($X_n = D_{ИК}$) |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|--|-------------------------------|---------------|---|---|---|--|
| Давление технологических жидкостей / газообразных сред | от -1 до +250 кгс/см ² , от -80 до +630 кгс/м ² | ТЖИУ406-М100-АС (ДИВ, ДИ, ДД) | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,25 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,25 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{внк}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,6 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{внк}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{внк}} = \pm 1,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{внк}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,6 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.внк}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{внк}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|--|--------------------------------------|---------------|---|--|---|--|
| Давление технологических жидкостей / газообразных сред | от -1 до +250 кгс/см ² , от -80 до +630 кгс/м ² | ТЖИУ406- М100-АС (ДИВ, ДИ, ДД) | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,50 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,45 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 1,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 2,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 1,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 2,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--|-------------------------------|---------------|---|---|---|--|
| Давление технологических жидкостей / газообразных сред | от -1 до +250 кгс/см ² , от -80 до +630 кгс/м ² | ТЖИУ406-М100-АС (ДИВ, ДИ, ДД) | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,50 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,45 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => БСОУТ2 (или БСО10, или БСО75) => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 (или БСО75) => 16 бит => БВА Т => от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| Давление технологических жидкостей | от 0 до 16 кгс/см ² | ЭКМ-2005А | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 1,0 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | от 0 до 25 кгс/см ² | ЭЛЕМЕР-АИР-30 | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,4 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,15 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,6 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | от 0 до 100 кгс/см ² | Сапфир-22ЕМ-ДИ | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,50 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,45 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| Разность давлений технологических жидкостей / газообразных сред | от 0 до 25 кгс/см ² | ТЖИУ406ДД-М100-АС | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,50 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,45 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------------------------------|---|---------------|--|---|---|--|
| Расход технологических жидкостей ³ | от 0 до 4000 м ³ /ч | ТЖИУ406ДД-М100-АС + СУ по ГОСТ 8.586.1-2005 | от 4 до 20 МА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,25 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,25 \%$ +погрешность, вносимая СУ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 1,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 4,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 1,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 4,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,50 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,45 \%$ +погрешность, вносимая СУ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 1,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 4,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 1,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 4,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.6-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 1,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 4,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|---------------|---|---|---|---|
| Уровень технологических жидкостей | от 0 до 1000 см | ТЖИУ406ДД-М100-АС | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,25 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,25 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.7-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$, $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,8 \%$, $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,6 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.7-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,4 \%$, $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,6 \%$, $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.7-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,3 \%$, $\gamma_{\text{вик}} = \pm 2,9 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,5 \%$, $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,0 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,50 \%$, $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,45 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.7-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$, $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,1 \%$, $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%^4$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-----------------|-------------------|---------------|--|---|---|---|
| Уровень технологических жидкостей | от 0 до 1000 см | ТЖИУ406ДД-М100-АС | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,50 \%,$ $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,45 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.7-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,4 \%,$ $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ⁴ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%,$ $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%$ ⁴ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1761.5-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 3,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.7-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,3 \%,$ $\gamma_{\text{вик}} = \pm 2,9 \%$ ⁴ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%,$ $\gamma_{\text{ик}} = \pm 3,5 \%$ ⁴ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | ЭЛЕМЕР-АИР-30 | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,4 \%,$ $\gamma_{\text{доп.с.10}} = \pm 0,15 \%$ ($X_n = D_{\text{ПИП}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,6 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| Напряжение переменного электрического тока на секциях | от 0 до 500 В | ФЕ1855-АД | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{п.ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{п.ик}} = \pm 0,6 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----------------|-----------|---------------|--|---|---|--|
| Напряжение постоянного электрического тока на ЩПТ | от 0 до 250 В | Е857/3 | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,5 \%$ ($X_n = 20 \text{ мА}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{п.ик}} = \pm 1,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 1,0 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{п.ик}} = \pm 0,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,8 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| Частота на секции | от 45 до 55 Гц | ФЕ1858-АД | от 4 до 20 мА | $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,02 \%$ ($X_n = 55 \text{ Гц}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{п.ик}} = \pm 0,5 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{п.ик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\gamma_{\text{ик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) |

Примечания

1 Указаны нижняя и верхняя границы возможных диапазонов измерений ИК. Диапазон измерений конкретного ИК может отличаться, но должен находиться в указанных границах. Нормирующим значением для расчета приведенной погрешности является фактический диапазон измерений $D_{\text{ИК}}$ конкретного ИК.

Диапазоны ИК давления указаны без учета индивидуальной поправки на давление гидростолба (без учета установки датчика относительно врезки). Диапазоны ИК уровня указаны без учета геодезии на врезки, и размещения уравнильных сосудов.

2 X_n - нормирующее значение для приведенной погрешности;

$D_{\text{ПИП}}$ - верхний предел измерений конкретного ПИП давления;

$\gamma_{\text{осн}}$ - пределы допускаемой основной приведенной погрешности ПИП;

Продолжение таблицы 2

$\gamma_{\text{доп.с.10}}$ - пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности ПИП на каждые 10 °С изменения температуры окружающей среды от нормальных значений в пределах условий эксплуатации;

$\gamma_{\text{ВИК}}$ - границы интервала допускаемой приведенной погрешности ВИК в условиях эксплуатации ($P = 0,95$);

$\gamma_{\text{п.ВИК}}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности ВИК в условиях эксплуатации;

$\gamma_{\text{ИК}}$ - границы интервала допускаемой приведенной погрешности ИК в условиях эксплуатации ($P = 0,95$);

$\gamma_{\text{п.ИК}}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности ИК в условиях эксплуатации.

Для ВИК и ИК, погрешность которых складывается из двух составляющих, приведены значения $\gamma_{\text{п.ВИК}}$ и $\gamma_{\text{п.ИК}}$. Для ВИК и ИК, погрешность которых складывается из 3 и более составляющих, приведены значения $\gamma_{\text{ВИК}}$ и $\gamma_{\text{ИК}}$, вычисленные с использованием документа МИ 3592-2017 «ГСИ. Методы определения метрологических характеристик средств измерений, применяемых в области использования атомной энергии».

Для ИК с выходами на вольтметры Ф1762-АД указаны границы интервала допускаемой приведенной погрешности по цифровому отсчёту при отображении значений измеренного параметра в максимальном диапазоне показаний вольтметра по цифровому отсчёту.

Для ИК с более узким (перенастроенным) диапазоном показаний вольтметра Ф1762-АД по цифровому отсчёту, ИК с $D_{\text{ИК}} < D_{\text{ПИП}}$ (ПИП настроен на нестандартный диапазон измерений) $\gamma_{\text{ВИК}}$ и $\gamma_{\text{ИК}}$ вычисляются по формулам:

$$\gamma_{\text{ВИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^n (\gamma_{\text{ип.к}})^2},$$

$$\gamma_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\left(\gamma_{\text{осн}} \cdot \frac{D_{\text{ПИП}}}{D_{\text{ИК}}}\right)^2 + \left(\gamma_{\text{доп.с.10}} \cdot \frac{D_{\text{ПИП}}}{D_{\text{ИК}}}\right)^2 + \sum_{k=1}^n (\gamma_{\text{ип.к}})^2},$$

где

n - количество измерительных компонентов, входящих в состав конкретного ВИК;

$\gamma_{\text{ип.к}}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности k -го ($k = 1 \dots n$) измерительного компонента ВИК в условиях эксплуатации в процентах от $D_{\text{ИК}}$, равные $\pm 0,38 \%$ для ТПТС52-2.1722, $\pm 0,25 \%$ для БСОУТ2, БСО10 и БСО75, $\pm 0,1 \%$ для БСА Т, БВА Н и БВА Т, $\pm 1,5 \%$ для Ф1761.6-АД-1, $\pm 2,5 \%$ для Ф1761.5-АД-1 и Ф1762.7-АД-1 (дискретно-аналоговый отсчёт), $\pm 0,5 \%$ для ФЕ1855-АД, $\pm 0,11 \%$ для ФЕ1858-АД, $\pm 0,625 \%$ для Е857/3, $\gamma_{\text{Ф1762}}$ для вольтметров Ф1762-АД (цифровой отсчёт).

Продолжение таблицы 2

$$\gamma_{\Phi 1762} = \pm \left(0,05 + \frac{1,2 \cdot q}{N_{\text{к}} - N_{\text{н}}} \cdot 100 \right) \%,$$

где

q - значение младшего разряда показаний Ф1762-АД;

N_к – верхняя граница D_{ИК};

N_н – нижняя граница D_{ИК}.

3 В ИК расхода используется модификация датчиков давления, предназначенная для измерений разности давлений. Разность давлений на стандартных СУ пересчитывается в значения объемного, массового расхода в соответствии с ГОСТ 8.586-2005. Приведено предельное допускаемое значение приведенной погрешности для данного типа ИК. Характеристики точности каждого конкретного ИК определяются индивидуальным расчетом по ГОСТ 8.586-2005, зависящим от характеристик расходомерного узла.

4 Значения погрешности при дискретно-аналоговом отсчете с дисплея вольтметра Ф1762.7-АД-1.

Таблица 3 – Метрологические характеристики ИК активной электрической мощности, напряжения и силы переменного электрического тока

| Наименование измеряемого параметра (группы ИК) | Диапазон измерений | ПИП | | | ВИК | | Границы интервала $\delta_{\text{ИК}}$ допускаемой погрешности ИК ¹ |
|---|---|---|---|---|--|--|---|
| | | Тип | Выходной сигнал (входной сигнал ВИК) | Пределы допускаемой погрешности или класс точности ¹ | Состав и выходные сигналы компонентов | Границы интервала $\gamma_{\text{ВИК}}$ или пределы $\gamma_{\text{П.ВИК}}$ допускаемой приведенной погрешности ¹ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Активная мощность P_i трансформатора / дизель- генератора / электродви- гателя ² | от 0 до 8,3 МВт, от 0 до 1557 кВт, от 0 до 623 кВт | ЗНОЛ-СЭЩ-6-1 КТ 0,5 (6000/100) + ТОЛ-СЭЩ-10 КТ 0,5S (800/5 или 300/5) => от 0 до 125 В + от 0 до 5 А, (от 0 до 2,5 А или от 0 до 1 А) => ФЕ1883-АД | от 4 до 20 мА | ТН ($U_{\text{НОМ}} = 6000 \text{ В}$): $\delta_{\text{ТН}} = \pm 0,50 \%$ (в D_1 от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$), $\delta_{\text{ТН}} = \pm 1,0 \%$ (в D_2 от $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до менее $0,20 \cdot U_{\text{НОМ}}$ и в D_3 св. $1,20 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,25 \cdot U_{\text{НОМ}}$); | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{П.ВИК}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm 1,5 \%$ |
| | | | | ТТ ($I_{\text{НОМ}} = 800 \text{ А}$ или 300 А): $\delta_{\text{ТТ}} = \pm 0,50 \%$ (в D_1 от $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$), $\delta_{\text{ТТ}} = \pm 0,75 \%$ (в D_2 от $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до менее $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$), $\delta_{\text{ТТ}} = \pm 1,5 \%$ (в D_3 от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до менее $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$); ИП: $\gamma_{\text{ОСН}} = \pm 0,625 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$ при $I_{\text{НОМ}}, U_{\text{НОМ}}$) | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{ВИК}} = \pm 0,7 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm 1,6 \%$ |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{П.ВИК}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm 1,5 \%$ |
| | | | | | => БСОУТ2 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{ВИК}} = \pm 0,4 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm 1,5 \%$ |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{П.ВИК}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm 1,5 \%$ |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|--|---------------|--|---|--|---|
| Напряжение переменного электрического тока на секциях | от 0 до 7,5 кВ | ЗНОЛ-СЭЩ-6-1 КТ 0,5 (6000/100) => от 0 до 125 В => ФЕ1855-АД | от 4 до 20 МА | ТН ($U_{\text{НОМ}}=6000$ В): $\delta_{\text{ТН}} = \pm 0,50$ % (в D_1 от $0,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{НОМ}}$), $\delta_{\text{ТН}} = \pm 1,0$ % (в D_2 от $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до менее $0,20 \cdot U_{\text{НОМ}}$ и в D_3 св. $1,20 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,25 \cdot U_{\text{НОМ}}$); $\gamma_{\text{ИП}} = \pm 0,5$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТН}})^2 + 0,4 \cdot \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{U_{\text{ИЗМ}}}\right)^2} \%$ |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТН}})^2 + 0,55 \cdot \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{U_{\text{ИЗМ}}}\right)^2} \%$ |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТН}})^2 + 0,26 \cdot \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{U_{\text{ИЗМ}}}\right)^2} \%$ |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,3$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТН}})^2 + 0,28 \cdot \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{U_{\text{ИЗМ}}}\right)^2} \%$ |
| Сила переменного электрического тока дизель-генератора / электродвигателя | от 0 до 0,8 кА, от 0 до 150 А, от 0 до 60 А | ТОЛ-СЭЩ-10 КТ 0,5S (800/5 или 300/5) => от 0 до 5 А (от 0 до 2,5 А или от 0 до 1 А) => ФЕ1854-АД | от 4 до 20 МА | ТТ ($I_{\text{НОМ}}=800$ А или 300 А): $\delta_{\text{ТТ}} = \pm 0,50$ % (в D_1 от $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$), $\delta_{\text{ТТ}} = \pm 0,75$ % (в D_2 от $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до менее $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$), $\delta_{\text{ТТ}} = \pm 1,5$ % (в D_3 от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до менее $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$); $\gamma_{\text{ИП}} = \pm 0,5$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТТ}})^2 + 0,4 \cdot \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{I_{\text{ИЗМ}}}\right)^2} \%$ |
| | | | | | => ТПТС52-2.1722 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | $\gamma_{\text{вик}} = \pm 0,7$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТТ}})^2 + 0,55 \cdot \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{I_{\text{ИЗМ}}}\right)^2} \%$ |
| | | | | | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,3$ % ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТТ}})^2 + 0,32 \cdot \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{I_{\text{ИЗМ}}}\right)^2} \%$ |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|--|---------------|--|---|--|---|
| Сила переменного электрического тока дизель-генератора / электродвигателя | от 0 до 0,8 кА, от 0 до 150 А, от 0 до 60 А | ТОЛ-СЭЩ-10 КТ 0,5S (800/5 или 300/5) => от 0 до 5 А (от 0 до 2,5 А или от 0 до 1 А) => ФЕ1854-АД | от 4 до 20 мА | ТТ (I _{ном} =800 А, или 300 А): δ _{ТТ} = ±0,50 % (в D ₁ от 0,2·I _{ном} до 1,2·I _{ном}), δ _{ТТ} = ±0,75 % (в D ₂ от 0,05·I _{ном} до менее 0,2·I _{ном}), δ _{ТТ} = ±1,5 % (в D ₃ от 0,01·I _{ном} до менее 0,05·I _{ном}); γ _{ИП} = ±0,5 % (X _н = D _{ИК}) | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | γ _{п.вик} = ±0,1 % (X _н = D _{ИК}) | $\delta_{ик} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{ТТ})^2 + 0,28 \left(\frac{D_{ИК}}{I_{изм}} \right)^2} \%$ |
| | | | | | => БСА Т => 24 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.3-АД-1 (отображение) | γ _{вик} = ±0,3 % (X _н = D _{ИК}) | $\delta_{ик} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\delta_{ТТ})^2 + 0,28 \left(\frac{D_{ИК}}{I_{изм}} \right)^2} \%$ |

Примечания

1 δ_{ТТ} и δ_{ТН} - соответственно пределы допускаемой относительной погрешности ТТ и ТН;
D₁, D₂ и D₃ - соответственно поддиапазоны измерений 1,2 и 3 соответствующего ТТ или ТН;
I_{ном} и U_{ном} - соответственно номинальные значения линейного первичного тока ТТ и первичного напряжения ТН;
γ_{ИП} - пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерительного преобразователя ФЕ1883-АД, ФЕ1854-АД или ФЕ1855-АД в условиях эксплуатации;
X_н - нормирующее значение для приведенной погрешности;
D_{ИК} - диапазон измерений ИК (D_к – верхняя граница, D_н – нижняя граница);
КТ - класс точности;
γ_{п.вик} - пределы допускаемой приведенной погрешности ВИК в условиях эксплуатации;
γ_{вик} - границы интервала допускаемой приведенной погрешности ВИК в условиях эксплуатации (P = 0,95);
I_{изм} и U_{изм} - соответственно текущие значения линейных первичного тока ТТ и первичного напряжения ТН;
δ_{ик} - значение границ интервала допускаемой относительной погрешности (P = 0,95) ИК в условиях эксплуатации.
cosφ – косинус угла между током и напряжением.

Продолжение таблицы 3

2 Для ИК активной электрической мощности указаны значения $\delta_{ик}$, которые достигаются в точке D_k при $\cos\varphi = 0,8$. $\delta_{ик}$ для других точек диапазона активной мощности (значений $\cos\varphi$, $I_{изм}$, А и $U_{изм}$, В) рассчитывается по формуле:

$$\delta_{ик} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\delta_{тт}^2 + \delta_{тн}^2 + \delta_{л.с}^2 + \left(0,029 \cdot \sqrt{(\theta_{тт}^2 + \theta_{тн}^2)} \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{\cos\varphi}\right)^2 + \sum_{k=1}^n \left(\frac{\gamma_{ип.к} \cdot D_{ик} \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot U_{изм} \cdot I_{изм} \cdot \cos\varphi}\right)^2},$$

где $d_{тт}$ - предел допускаемой относительной погрешности ТТ по ГОСТ 7746-2001 при значении $I_{изм}$, А в диапазоне от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $1,2 \cdot I_{ном}$, для которого производится расчет $\delta_{ик}$;

$d_{тн}$ - предел допускаемой относительной погрешности ТН по ГОСТ 1983-2001 при значении $U_{изм}$, В в диапазоне от $0,02 \cdot U_{ном}$ до $1,25 \cdot U_{ном}$, для которого производится расчет $\delta_{ик}$;

$\delta_{л.с}$ - наибольшее (по модулю) значение относительной погрешности, обусловленной падением напряжения в проводной линии связи между ТН и ВИК;

$\theta_{тт}$ - предел допускаемой угловой погрешности ТТ (в минутах) по ГОСТ 7746-2001 при значении $I_{изм}$ в диапазоне от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $1,2 \cdot I_{ном}$, для которого производится расчет $\delta_{ик}$;

$\theta_{тн}$ - предел допускаемой угловой погрешности ТН (в минутах) по ГОСТ 1983-2001 при значении $U_{изм}$ в диапазоне от $0,02 \cdot U_{ном}$ до $1,25 \cdot U_{ном}$, для которого производится расчет $\delta_{ик}$;

$D_{ик}$ - значение выражено в МВт;

n - количество измерительных компонентов, входящих в состав конкретного ВИК;

$\cos\varphi$ - значение косинуса угла между током и напряжением;

$\frac{\sqrt{3} \cdot U_{изм} \cdot I_{изм} \cdot \cos\varphi}{10^6} = P_i$, МВт - точка внутри диапазона измерений активной электрической мощности, для которой производится расчет $\delta_{ик}$;

$\gamma_{ип.к}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности k -го ($k = 1 \dots n$) измерительного компонента ВИК в условиях эксплуатации в процентах от $D_{ик}$, равные $\pm 0,625$ % для ФЕ1883-АД, $\pm 0,38$ % для ТПТС52-2.1722, $\pm 0,25$ % для БСОУТ2, $\pm 0,1$ % для БСА Т и БВА Н, $\gamma_{\Phi 1762}$ для вольтметров Ф1762-АД (цифровой отсчёт);

$$\gamma_{\Phi 1762} = \pm \left(0,05 + \frac{1,2 \cdot q}{D_k - D_n} \cdot 100\right) \%,$$

где

q - значение младшего разряда показаний амперметра Ф1762-АД по цифровому отсчету.

Таблица 4 – Метрологические характеристики ИК концентрации бора в технологических жидкостях

| Наименование измеряемого параметра (группы ИК) | Диапазон измерений | ПИП | | | ВИК | | Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК в условиях эксплуатации ^{1, 2} |
|---|---------------------------------|----------------|--|---|---|---|--|
| | | Тип | Выходной сигнал (входной сигнал ВИК) | Пределы допускаемой основной и дополнительной приведенной погрешности ¹ | Состав и выходные сигналы компонентов | Пределы допускаемой приведенной погрешности ¹ в условиях эксплуатации | |
| Концентрация борной кислоты в технологичес- ких жидкостях | от 0 до 50 г/дм ³ | НАР- 12М-П | от 4 до 20 мА | $\Delta_{\text{осн}} = \pm 0,35 \text{ г/дм}^3$ (в D ₁ от 0 до 12,5 г/дм ³), $\Delta_{\text{осн}} = \pm 0,65 \text{ г/дм}^3$ (в D ₂ от 12,5 до 25,0 г/дм ³), $\Delta_{\text{осн}} = \pm 1,25 \text{ г/дм}^3$ (в D ₃ от 25,0 до 50,0 г/дм ³), $\Delta_{\text{доп.и.10}} = \pm (0,1 \cdot \Delta_{\text{осн}}) \text{ г/дм}^3$ | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ (X _п = D _{ИК}) | $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,55 \text{ г/дм}^3$ (в D ₁), $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,85 \text{ г/дм}^3$ (в D ₂), $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 1,45 \text{ г/дм}^3$ (в D ₃) |
| | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ (X _п = D _{ИК}) | $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,4 \text{ г/дм}^3$ (в D ₁), $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,7 \text{ г/дм}^3$ (в D ₂), $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 1,3 \text{ г/дм}^3$ (в D ₃) | |
| | от 0 до 20 г/дм ³ | НАР- 12М-Тр | от 4 до 20 мА | $\Delta_{\text{осн}} = \pm 0,35 \text{ г/дм}^3$ (в D ₁ от 0 до 12,5 г/дм ³), $\Delta_{\text{осн}} = \pm 0,65 \text{ г/дм}^3$ (в D ₂ от 12,5 до 20,0 г/дм ³), $\Delta_{\text{доп.и.10}} = \pm (0,1 \cdot \Delta_{\text{осн}}) \text{ г/дм}^3$ | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \%$ (X _п = D _{ИК}) | $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,45 \text{ г/дм}^3$ (в D ₁), $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,75 \text{ г/дм}^3$ (в D ₂) |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\gamma_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ (X _п = D _{ИК}) | $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,4 \text{ г/дм}^3$ (в D ₁), $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm 0,7 \text{ г/дм}^3$ (в D ₂) |

Примечания

1 X_п - нормирующее значение для приведенной погрешности;

D₁, D₂ и D₃ - соответственно поддиапазоны измерений 1,2 и 3;

$\Delta_{\text{осн}}$ - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ПИП;

$\Delta_{\text{доп.и.10}}$ - пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности ПИП на каждые 10 °С изменения температуры анализируемой среды от нормальной (25 °С) в пределах условий эксплуатации;

$\gamma_{\text{п.вик}}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности ВИК в условиях эксплуатации;

$\Delta_{\text{п.ик}}$ - пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК в условиях эксплуатации при нормальной температуре анализируемой среды.

2 При отклонении температуры анализируемой среды (Т, °С) от нормальной вычисляются пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК $\Delta_{\text{ик}}$ в условиях эксплуатации по формуле:

$$\Delta_{\text{ик}} = \pm \left(\Delta_{\text{осн}} + (|T - 25| \cdot 0,01 \cdot \Delta_{\text{осн}}) + \left(\frac{\gamma_{\text{п.вик}}}{100} \cdot D_{\text{ИК}} \right) \right)$$

Таблица 5 – Метрологические характеристики ИК температуры технологических жидкостей, газообразных сред и металлов

| Наименование измеряемого параметра (группы ИК) | Диапазон измерений ¹ | ПИП | | | ВИК | | Границы интервала $\Delta_{\text{ИК}}$ или пределы $\Delta_{\text{п.ИК}}$ допускаемой абсолютной погрешности ИК ² |
|--|------------------------------------|---|---|--|---|--|--|
| | | Тип ³ | Выходной сигнал (входной сигнал ВИК) ¹ | Пределы допускаемой погрешности ² | Состав и выходные сигналы компонентов | Границы интервала $\Delta_{\text{ВИК}}$ или пределы $\Delta_{\text{п.ВИК}}$, $g_{\text{п.ВИК}}$ допускаемой погрешности ² | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Температура газообразных сред / металлов | от 0 до 150 °С | ТС с НСХ типа 50М по ГОСТ 6651-2009 ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | от 50,0 до 82,1 Ом | $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm(0,3 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ | => ТПТС52-2.1731 с модулем ТПТС51-2.1703 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.ВИК}} = \pm 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ИК}} = \pm(0,9 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСОТС => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.ВИК}} = \pm 0,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ИК}} = \pm(1,1 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Температура технологичес- ких жидкостей / газообразных сред / металлов | от 0 до 200 °С | ТС с НСХ типа 50П по ГОСТ 6651-2009 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | от 50,00 до 88,52 Ом | $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm(0,3 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ | => ТПТС52-2.1731 с модулем ТПТС51-2.1703 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.ВИК}} = \pm 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ИК}} = \pm(1,0 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСА ТС => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.ВИК}} = \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ИК}} = \pm(0,8 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСОТС => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.ВИК}} = \pm 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ИК}} = \pm(1,8 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Температура металлов | от 0 до 150 °С | ТС с НСХ типа 100П по ГОСТ 6651-2009 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | от 100,00 до 158,22 Ом | $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm(0,3 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ | => ТПТС52-2.1731 с модулем ТПТС51-2.1703 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.ВИК}} = \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ИК}} = \pm(0,8 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСА ТС => цифровой сигнал 24 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.ВИК}} = \pm 0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ИК}} = \pm(0,6 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Температура технологичес- ких жидкостей / металлов | от 0 до 150 °С | ТС с НСХ типов 50П, 100П по ГОСТ 6651-2009 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) => PMT59 | от 4 до 20 мА | $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm(0,3 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$, $g_{\text{PMT}} = \pm 0,9 \text{ } \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | => ТПТС52-2.1722 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $g_{\text{п.ВИК}} = \pm 0,4 \text{ } \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\Delta_{\text{ИК}} = \pm \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \sqrt{(\Delta_{\text{ПИП}})^2 + 0,96 \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{100}\right)^2} \text{ } ^\circ\text{C}$ |

Продолжение таблицы 5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|----------------|--|------------------------|---|---|--|---|
| Температура технологических жидкостей / металлов | от 0 до 150 °С | ТС с НСХ типов 50П, 100П по ГОСТ 6651-2009 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) => PMT59 | от 4 до 20 мА | $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm(0,3 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{PMT}} = \pm 0,9 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | => БСОУТ2 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\vartheta_{\text{п.вик}} = \pm 0,3 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\Delta_{\text{ИК}} =$ $= \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\Delta_{\text{ПИП}})^2 + 0,88 \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{100}\right)^2} \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСА Т => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\vartheta_{\text{п.вик}} = \pm 0,1 \%$ ($X_n = D_{\text{ИК}}$) | $\Delta_{\text{ИК}} =$ $= \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{(\Delta_{\text{ПИП}})^2 + 0,82 \left(\frac{D_{\text{ИК}}}{100}\right)^2} \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Температура воздуха в компенсационной коробке | от 0 до 100 °С | ТС с НСХ типа 100П по ГОСТ 6651-2009 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | от 100,00 до 139,11 Ом | $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm(0,15 + 0,002 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ | => ТПТС52-2.1731 с модулем ТПТС51-2.1703 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.вик}} = \pm 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm(0,55 + 0,002 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСО10 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.вик}} = \pm 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{п.ик}} = \pm(1,65 + 0,002 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Температура теплоносителя ⁴ | от 0 до 400 °С | ТП с НСХ типа L по ГОСТ Р 8.585-2001 | от 0,000 до 31,492 мВ | $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (в D_1 от 0 до 360 °С), $\Delta_{\text{ПИП}} = \pm(0,7 + 0,005 \cdot X_{\text{ИЗМ}}) \text{ } ^\circ\text{C}$ (в D_2 от 360 до 400 °С) | => ТПТС52-2.1731 с модулем ТПТС51-2.1703 => цифровой сигнал 12 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.вик}} = \pm 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{ИК}} = \pm 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСО10 => цифровой сигнал 16 бит в СВБУ | $\Delta_{\text{п.вик}} = \pm 2,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\Delta_{\text{ИК}} = \pm 4,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => ТПТС52-2.1731 с модулем ТПТС51-2.1703 => 12 бит => ТПТС52-2.1722 => от 2 до 10 В => Ф1762.5-АД-1 (отображение) | $\Delta_{\text{вик}} = \pm 2,0 \text{ } ^\circ\text{C}^5$ | $\Delta_{\text{ИК}} = \pm 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| | | | | | => БСО10 => 16 бит => БВА Н => от 2 до 10 В => Ф1762.5-АД-1 (отображение) | $\Delta_{\text{вик}} = \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}^5$ | $\Delta_{\text{ИК}} = \pm 4,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ |

Продолжение таблицы 5

Примечания

1 Указаны нижняя и верхняя границы возможных диапазонов измерений ИК (соответственно, диапазонов электрического сопротивления на входе ВИК). Диапазон измерений конкретного ИК может отличаться, но должен находиться в указанных границах. Нормирующим значением для расчета приведенной погрешности является фактический диапазон измерений $D_{ИК}$ конкретного ИК.

2 X_n - нормирующее значение для приведенной погрешности; $X_{изм}$ - измеренное значение;

$\Delta_{пип}$ - пределы допускаемой абсолютной погрешности ПИП;

$\gamma_{РМТ}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности РМТ59 в условиях эксплуатации;

$\Delta_{п.вик}$ - пределы допускаемой абсолютной погрешности ВИК в условиях эксплуатации;

$\sigma_{п.вик}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности ВИК в условиях эксплуатации;

$\Delta_{вик}$ - границы интервала допускаемой абсолютной погрешности ВИК в условиях эксплуатации ($P = 0,95$);

$\Delta_{п.ик}$ - пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК в условиях эксплуатации;

$\Delta_{ик}$ - границы интервала допускаемой абсолютной погрешности ИК в условиях эксплуатации ($P = 0,95$);

Для ВИК и ИК, погрешность которых складывается из двух составляющих, приведены значения $\Delta_{п.вик}$ и $\Delta_{п.ик}$. Для ВИК и ИК, погрешность которых складывается из 3 и более составляющих, приведены значения $\Delta_{вик}$ и $\Delta_{ик}$, вычисленные с использованием документа МИ 3592-2017 «ГСИ. Методы определения метрологических характеристик средств измерений, применяемых в области использования атомной энергии».

3 В составе ИК температуры могут использоваться термопреобразователи сопротивления и термопары, указанные в перечне ПИП, приведенном в разделе «Описание средства измерений».

4 Значения погрешностей ВИК сигналов от ТП указаны без учета погрешности ВИК компенсации температуры холодного спая ТП. Значения погрешностей ИК указаны с учетом погрешности ИК компенсации температуры холодного спая ТП.

5 Для ВИК сигналов от ТП с выходами на вольтметры Ф1762-АД указаны границы интервала допускаемой приведенной погрешности по цифровому отсчету при отображении значений измеренного параметра в максимальном диапазоне показаний вольтметра по цифровому отсчету. Для ВИК сигналов от ТС с перенастроенным диапазоном показаний вольтметра Ф1762-АД по цифровому отсчету, $\Delta_{вик}$ вычисляется по формуле:

$$\Delta_{вик} = \pm \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^3 (\Delta_{ип.к})^2},$$

Продолжение таблицы 5

где

$\Delta_{\text{ип.к}}$ - пределы допускаемой абсолютной погрешности k-го ($k = 1 \dots 3$) измерительного компонента ВИК в условиях эксплуатации, равные $\pm 0,6$ °С для ТПТС52-2.1731 с модулем ТПТС51-2.1703, $\pm 1,5$ °С для ТПТС52-2.1722, $\pm 2,0$ °С для БСО10, $\pm 0,4$ °С для БВА Н, $\Delta_{\Phi 1762}$ для вольтметров Ф1762-АД (цифровой отсчёт).

$$\Delta_{\Phi 1762} = \pm \left(0,0005 + \frac{1,2 \cdot q}{N_{\text{к}} - N_{\text{н}}} \right) \cdot D_{\text{ИК}}$$

где

q - значение младшего разряда показаний Ф1762-АД; $N_{\text{к}}$ – верхняя граница $D_{\text{ИК}}$; $N_{\text{н}}$ – нижняя граница $D_{\text{ИК}}$.

Таблица 6 – Основные технические характеристики ИС УСБТ

| Наименование параметра | Значение |
|--|---|
| Параметры электрического питания шкафов ВИК ИС УСБТ: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц | от 176 до 242 от 49 до 51 |
| Условия эксплуатации: - температура среды, окружающей ПИП давления, °С - температура окружающей ВИК и ИП среды, °С - относительная влажность (при 25 °С, без конденсации), % - атмосферное давление, кПа | от +15 до +35 от +20 до +25 от 30 до 75 от 84,0 до 106,7 |
| Примечание - условия эксплуатации НАР-12М, ТТ, ТН, ТП и ТС приведены в описаниях типа на указанные ПИП. | |

Знак утверждения типа

наносится печатным способом на титульные листы документов ИЭ.3.27.149 «Инструкция по эксплуатации. Второй, третий каналы управляющих систем безопасности по технологическим параметрам на базе программно-технических средств» и ИЭ.3.27.79 «Инструкция по эксплуатации. Первый канал управляющей системы безопасности по технологическим параметрам на базе комплекса технических средств непрограммируемой логики».

Комплектность средства измерений

Таблица 7 - Комплектность ИС УСБТ

| Наименование | Обозначение | Количество |
|---|------------------------------|------------|
| Система измерительная в составе управляющей системы безопасности по технологическим параметрам (ИС УСБТ) энергоблока № 3 Ростовской АЭС | - | 1 шт. |
| Комплект ЗИП | - | 1 шт. |
| Инструкция по эксплуатации | ИЭ.3.27.149 | 1 шт. |
| Инструкция по эксплуатации | ИЭ.3.27.79 | |
| Методика поверки | МП 58418-14 с изменением № 1 | 1 экз. |

Поверка

осуществляется по документу МП 58418-14 «Система измерительная в составе управляющей системы безопасности по технологическим параметрам (ИС УСБТ) энергоблока № 3 Ростовской АЭС. Методика поверки» с изменением № 1, утвержденному ФГУП «ВНИИМС» 27.12.2019 г.

Основные средства поверки:

- средства поверки в соответствии с нормативными документами на поверку ПИП, входящих в состав ИС УСБТ;

- калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000, рег. № 20580-06;

- магазин сопротивлений Р4831-М1, рег. № 48930-12.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой ИС УСБТ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

отсутствуют.

Нормативные документы, устанавливающие требования к системе измерительной в составе управляющей системы безопасности по технологическим параметрам (ИС УСБТ) энергоблока № 3 Ростовской АЭС

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ Р 8.565-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. (ГСИ) Метрологическое обеспечение атомных станций. Основные положения

Изготовитель

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция»

(Ростовская АЭС)

ИНН 7721632827

Адрес: 347388, Ростовская обл., г. Волгодонск, Волгодонск-28

Телефон: +7 (8639) 29-73-59

Факс: +7 (8639) 29-72-66

Web-сайт: www.rosenergoatom.ru

E-mail: admin@rosnpp.org.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

(ФГУП «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46

Телефон: +7 (495) 437-55-77

Факс: +7 (495) 437-56-66

Web-сайт: <http://www.vniims.ru>

E-mail: office@vniims.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 29.03.2018 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2020 г.