

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система информационно-измерительная в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы»

### Назначение средства измерений

Система информационно-измерительная в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы» (ИИС АСУ ТП) предназначена для измерения параметров технологического процесса плавления ферросплавов в рудоплавильной печи № 4 в цехе № 1 ОАО «Кузнецкие ферросплавы»:

- температура расплава в печи, поверхностей конструктивных частей печи, входящего воздуха и отходящих из печи газов, масла трансформатора и воды в гидравлических системах печи (гидроприжим, гидроперепуск, охлаждения и перемещения электрода);
- расход воды и давление воды в гидравлических системах печи;
- длина перемещения мантия электрода.

### Описание средства измерений

ИИС АСУ ТП представляет собой многофункциональную многоуровневую систему с централизованным управлением и распределенной функцией измерений.

Измерительные, комплексные и связующие компоненты образуют 44 измерительных канала, объединенных в систему с трехуровневой иерархической структурой. Перечень измерительных каналов (ИК) и состав с указанием класса точности (КТ), класса допуска (КД) или метрологических характеристик (МХ) первичных преобразователей приведен в таблице 1.

Первый уровень ИИС АСУ ТП состоит из первичных измерительных преобразователей, в том числе:

- преобразователей температуры, основанных на различных физических принципах;
- расходомеров;
- датчиков давления;
- преобразователей линейных перемещений.

Второй уровень состоит из контроллера программируемого логического PLC Modicon (Гос. реестр СИ № 18649-09) с модулями ввода аналогового сигнала.

Третий уровень состоит из панели оператора Magelis, установленной на пульте плавильщика, и автоматизированного рабочего места (АРМ) старшего мастера на базе персонального компьютера, работающих под управлением операционной системы Windows и системы визуализации Monitor Pro.

В качестве измерительных преобразователей в каналах измерения температуры, в зависимости от параметров контролируемого процесса, используются термоэлектрические преобразователи, термопреобразователи сопротивления, в том числе с унифицированным токовым выходом, пирометры.

Принцип действия измерительных каналов температуры, в состав которых входят термоэлектрические преобразователи, заключается в измерении термо-ЭДС модулями ввода аналоговых сигналов 140 АТЮ0300. В модулях аналогового ввода происходит преобразование сигнала напряжения термо-ЭДС в цифровой код, который в дальнейшем передается по сети Modbus в контроллер Modicon Quantum. В контроллере происходит математическая обработка полученных цифровых кодов – расчет значения температуры, на основе характеристики преобразования термоэлектрического преобразователя. При расчете температуры учитывается поправка на температуру холодного спая в месте

подключения термопары к модулю ввода. Температура холодного спая измеряется встроенным термометром модуля ввода.

Принцип действия измерительных каналов температуры, в состав которых входят термопреобразователи сопротивления, заключается в измерении сопротивления модулями ввода аналоговых сигналов 140 АRI03000. В модулях аналогового ввода происходит преобразование значения сопротивления в цифровой код, который в дальнейшем передается по сети Modbus в контроллер Modicon Quantum. В контроллере происходит математическая обработка полученных цифровых кодов – расчет значения температуры, на основе номинальной статической характеристики преобразования термопреобразователя сопротивления. При расчете температуры контроллером учитывается сопротивление двухпроводной линии от модуля ввода до термопреобразователя сопротивления.

Принцип действия измерительных каналов давления, расхода, линейного перемещения и температуры, в состав которых входят первичные преобразователи с унифицированным токовым выходом или пирометры, заключается в измерении силы постоянного тока модулем ввода аналоговых сигналов АСI03000 или АСI05100. В модулях аналогового ввода происходит преобразование значения силы тока в диапазоне от 4 до 20 мА в цифровой код, который в дальнейшем передается по сети Modbus в контроллер Modicon Quantum. В контроллере происходит математическая обработка полученных цифровых кодов – расчет значения измеряемой величины, на основе диапазонов измерения первичных преобразователей. В измерительных каналах линейного перемещения (положение мантеля электрода) начальное значение положения автоматически определяется контроллером, при достижении электродом нижнего граничного положения, которое может изменяться после планово-профилактических работ в рудоплавильной печи.

Результаты измерений отображаются на панели оператора на пульте плавильщика и передаются по сети Ethernet на АРМ старшего мастера.

Таблица 1 – Перечень и состав измерительных каналов

№ ИК	Наименование ИК	Первичный преобразователь		Модуль ввода	
		Тип, КТ, КД, МХ	№ ГР СИ	Модификация	Измеряемый сигнал
1	Температура в зоне спекания электрода № 1	Преобразователь термоэлектрический ТКХ-0292, КД 2	31930-07	140 АTI03000	Термо-ЭДС с НСХ ХК(L) <sup>1</sup>
2	Температура в зоне спекания электрода № 2	Преобразователь термоэлектрический ТКХ-0292, КД 2	31930-07	140 АTI03000	Термо-ЭДС с НСХ ХК(L) <sup>1</sup>
3	Температура в зоне спекания электрода № 3	Преобразователь термоэлектрический ТКХ-0292, КД 2	31930-07	140 АTI03000	Термо-ЭДС с НСХ ХК(L) <sup>1</sup>
4	Температура днища ванны печи под электродом № 1	Преобразователь термоэлектрический ТКХ-0292, КД 2	31930-07	140 АTI0300	Термо-ЭДС с НСХ ХК(L) <sup>1</sup>
5	Температура днища ванны печи под электродом № 2	Преобразователь термоэлектрический ТКХ-0292, КД 2	31930-07	140 АTI03000	Термо-ЭДС с НСХ ХК(L) <sup>1</sup>

№ ИК	Наименование ИК	Первичный преобразователь		Модуль ввода	
		Тип, КТ, КД, МХ	№ ГР СИ	Модификация	Измеряемый сигнал
6	Температура днища ванны печи под электродом № 3	Преобразователь термоэлектрический ТКХ-0292, КД 2	31930-07	140 АТІ03000	Термо-ЭДС с НСХ ХК(L) <sup>1</sup>
7	Температура днища ванны печи в центре	Преобразователь термоэлектрический ТКХ-0292, КД 2	31930-07	140 АТІ03000	Термо-ЭДС с НСХ ХК(L) <sup>1</sup>
8	Температура отходящих газов	Преобразователь термоэлектрический ТХА-1192, КД 2	31930-07	140 АТІ03000	Термо-ЭДС с НСХ ХА(К) <sup>1</sup>
9	Температура масла трансформатора	Термо-преобразователь сопротивления ТСМ-0193, КД В	40163-08	140 АRI03010	Сопротивление с НСХ 100М <sup>2</sup>
10	Температура воздуха на выходе электрокалорифера № 1	Термо-преобразователь сопротивления ТС-1088, КД В	18131-09	140 АRI03010	Сопротивление с НСХ 100М <sup>2</sup>
11	Температура воздуха на выходе электрокалорифера № 2	Термо-преобразователь сопротивления ТС-1088, КД В	18131-09	140 АRI03010	Сопротивление с НСХ 100М <sup>2</sup>
12	Температура воздуха на выходе электрокалорифера № 3	Термо-преобразователь сопротивления ТС-1088, КД В	18131-09	140 АRI03010	Сопротивление с НСХ 100М <sup>2</sup>
13	Температура на выходе сильфона электрода № 1	Термо-преобразователь сопротивления ТСМ-9201, КД В	40163-08	140 АRI03010	Сопротивление с НСХ 100М <sup>2</sup>
14	Температура на выходе сильфона электрода № 2	Термо-преобразователь сопротивления ТСМ-9201, КД В	40163-08	140 АRI03010	Сопротивление с НСХ 100М <sup>2</sup>
15	Температура на выходе сильфона электрода № 3	Термо-преобразователь сопротивления ТСМ-9201, КД В	40163-08	140 АRI03010	Сопротивление с НСХ 100М <sup>2</sup>
16	Температура в баке гидроприжима	Термо-преобразователь сопротивления ТСМУ-Л-32321, КТ 0,5	40903-09	140 АСІ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
17	Температура в баке гидроперепуска	Термо-преобразователь сопротивления	40903-09	140 АСІ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>

№ ИК	Наименование ИК	Первичный преобразователь		Модуль ввода	
		Тип, КТ, КД, МХ	№ ГР СИ	Модификация	Измеряемый сигнал
		ТСМУ-Л-32321, КТ 0,5			
18	Температура подины под электродом № 1	Пирометр Marathon ММ, $\pm(0,003 \cdot (273,15+T) + 1) \text{ }^\circ\text{C}$	18126-05	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
19	Температура подины под электродом № 2	Пирометр Marathon ММ, $\pm(0,003 \cdot (273,15+T) + 1) \text{ }^\circ\text{C}$	18126-05	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
20	Температура подины под электродом № 3	Пирометр Marathon ММ, $\pm(0,003 \cdot (273,15+T) + 1) \text{ }^\circ\text{C}$	18126-05	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
21	Расход воды в системе охлаждения полукольцо электрода № 1	Расходомер Взлёт ЭМ Профи, КТ 1	30333-10	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
22	Расход воды в системе охлаждения полукольцо электрода № 2	Расходомер Взлёт ЭМ Профи, КТ 1	30333-10	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
23	Расход воды в системе охлаждения полукольцо электрода № 3	Расходомер Взлёт ЭМ Профи, КТ 1	30333-10	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
24	Расход воды в системе охлаждения центральная трубочка	Расходомер Взлёт ЭМ Профи, КТ 1	30333-10	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
25	Расход воды на выходе сиффона электрода № 1	Ротаметр KROHNE H250, КТ 2,5	19712-02	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
26	Расход воды на выходе сиффона электрода № 2	Ротаметр KROHNE H250, КТ 2,5	19712-02	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
27	Расход воды на выходе сиффона электрода № 3	Ротаметр KROHNE H250, КТ 2,5	19712-02	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
28	Давление на выходе сиффона электрода № 1	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>

№ ИК	Наименование ИК	Первичный преобразователь		Модуль ввода	
		Тип, КТ, КД, МХ	№ ГР СИ	Модификация	Измеряемый сигнал
29	Давление на выходе сильфона электрода № 2	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
30	Давление на выходе сильфона электрода № 3	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
31	Давление на входе гидроприжима	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
32	Давление в системе перемещения электрода № 1	Датчик давления КРТ-5, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
33	Давление в системе перемещения электрода № 2	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
34	Давление в системе перемещения электрода № 3	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
35	Давление в верхнем кольце электрода № 1	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
36	Давление в нижнем кольце электрода № 1	Датчик давления КРТ-С, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
37	Давление в верхнем кольце электрода № 2	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
38	Давление в нижнем кольце электрода № 2	Датчик давления КРТ-С, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
39	Давление в верхнем кольце электрода № 3	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
40	Давление в нижнем кольце электрода № 3	Датчик давления КРТ-С, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
41	Давление на входе гидроперепуска	Датчик давления Метран-55, КТ 1	18375-08	140 АСИ05100	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
42	Положение мантия электрода № 1	Преобразователь линейных перемещений ВТЛ-5-Е10-М1300-Р-532, ±1 см	35277-07	140 АСИ03000	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
43	Положение мантия электрода № 2	Преобразователь линейных перемещений ВТЛ-5-	35277-07	140 АСИ03000	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>

№ ИК	Наименование ИК	Первичный преобразователь		Модуль ввода	
		Тип, КТ, КД, МХ	№ ГР СИ	Модификация	Измеряемый сигнал
		Е10-М1300-Р-S32, ±1 см			
44	Положение мантеля электрода № 3	Преобразователь линейных перемещений ВТЛ-5- Е10-М1300-Р-S32, ±1 см	35277-07	140 АСИ03000	Токовый сигнал 4 – 20 мА <sup>3</sup>
<p>Примечания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Номинальная статическая характеристика (НСХ) термоэлектрических преобразователей по ГОСТ Р 8.585-2001.</li> <li>2. НСХ термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009.</li> <li>3. Унифицированный токовый сигнал по ГОСТ 26.011-80.</li> <li>4. Все ИК объединены контроллером Modicon Quantum.</li> </ol>					

### Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение ИИС АСУТП представляет собой проект, состоящий из набора секций с программным кодом и связей между ними. Метрологически значимая часть программного обеспечения состоит из секции metrology, в которой хранятся настройки ИИС АСУТП (алгоритмы преобразования аналоговых сигналов в значения физической величины). Программирование контроллера осуществляется с помощью среды программирования Concept Programming Unit версии не ниже 2.6 для контроллеров Schneider Electric. При программировании контроллера, совместимость нового проекта с ранее загруженным в контроллер, проверяется автоматически резидентной системной утилитой. Загрузка нового проекта в контроллер возможна только после снятия аппаратного ключа защиты memory protect. Изменение метрологически значимой части программного обеспечения возможно только при санкционированном доступе к памяти контроллера для изменения характеристики преобразования первичных преобразователей.

Нормирование погрешностей измерительных каналов выполнено с учётом влияния программного обеспечения.

Уровень защиты метрологически значимой части программного соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010

Идентификация метрологически значимой части программного обеспечения осуществляется копированием из памяти контроллера секции metrology во внешний файл, а затем расчета его цифрового идентификатора по алгоритму MD5.

Таблица 2 – Идентификационные данные метрологически значимой части программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Модуль метрологии	metrology	-	Приведен в паспорте и в свидетельстве о поверке ИИС АСУТП	MD5

### Метрологические и технические характеристики

Количество измерительных каналов ..... 44  
 Диапазоны измерений и пределы допускаемой абсолютной ( $\Delta$ ), приведенной ( $\gamma$ ) или относительной ( $\delta$ ) погрешности для различных измерительных каналов указаны в таблице 3.

Таблица 3 - Диапазоны измерений и пределы допускаемой погрешности ИК

№ ИК	Диапазон измерений	Допускаемая погрешность
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	от минус 40 до плюс 300 °С	$\Delta = \pm 4$ °С
	от 300 до 600 °С	$\Delta = \pm(0,0075 \cdot T + 1)$ °С, где T – измеренное значение температуры, °С
8	от минус 40 до плюс 300 °С	$\Delta = \pm 5$ °С
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	от минус 50 до плюс 180 °С	$\Delta = \pm 2$ °С
16, 17	от 0 до 100 °С	$\gamma = \pm 1,5$ %
18, 19, 20	от 300 до 1400 °С	$\Delta = \pm(0,003 \cdot (T + 273,15) + 12)$ °С, где T – измеренное значение температуры, °С
21, 22, 23, 24	от 0,34 до 13,58 м <sup>3</sup> /ч	$d = \pm \left( 1 + \frac{10}{Q} \right)$ %, где Q – измеренное значение расхода
25, 26, 27	от 0,63 до 6,3 м <sup>3</sup> /ч	$d = \pm \left( 2,5 + \frac{10}{Q} \right)$ %, где Q – измеренное значение расхода
28, 29, 30	от 0 до 2,5 Мпа (от 0 до 24,5 кгс/см <sup>2</sup> )	$\gamma = \pm 2$ %
31	от 0 до 4 Мпа (от 0 до 39,2 кгс/см <sup>2</sup> )	$\gamma = \pm 2$ %
32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41	от 0 до 25 Мпа (от 0 до 245 кгс/см <sup>2</sup> )	$\gamma = \pm 2$ %
42, 43, 44,	от 0 до 130 см	$\Delta = \pm 3$ см

Рабочие условия применения технических средств:

температура окружающего воздуха первичных преобразователей, (кроме термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления) °С ..... от 0 до плюс 40  
 температура окружающего воздуха модулей аналогового ввода, °С ..... от 20 до 35  
 напряжение сети питания, В ..... от 198 до 242.

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист документа Н220.Р9ПС «Система информационно-измерительная в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы» Паспорт».

### Комплектность средства измерений

Комплектность ИИС АСУТП представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность

Наименование	Тип, обозначение	Количество
Измерительные компоненты в соответствии с таблицей 1		
Контроллер программируемый	Modicon Quantum	1 шт.
Панель оператора	Magelis	1 шт.
Автоматизированное рабочее место	АРМ	1 шт.
Система информационно-измерительная в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы». Паспорт	H220.P9ПС	1 шт.
Система информационно-измерительная в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы». Методика поверки	H220.P9Д1	1 шт.

## Поверка

Поверка осуществляется по документу H220.P9Д1 «Система информационно-измерительная в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы». Методика поверки», утвержденному ФГУП «СНИИМ» в октябре 2012 г. Основное поверочное оборудование – калибратор электрических сигналов СА 150. Диапазон воспроизведения сигналов термоэлектрических преобразователей от 0 до 1372 °С; погрешность  $\pm(0,02 \cdot 10^{-2} \cdot T_k + 0,5)$  °С. Диапазон воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления от минус 50 до 200 °С; погрешность  $\pm(0,025 \cdot 10^{-2} \cdot T_k + 0,3)$  °С. Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА; погрешность  $\pm(0,025 \cdot 10^{-2} \cdot I_k + 0,003)$  мА.

Поверка преобразователей термоэлектрических осуществляется по ГОСТ 8.338-2002 «Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки».

Поверка термопреобразователей сопротивления осуществляется по ГОСТ Р 8.624-2006 «ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»

Поверка термопреобразователей сопротивления с унифицированным токовым сигналом ТСМУ-Л осуществляется разделом 3 «Методика поверки» руководства по эксплуатации 2.821.129 РЭ, согласованного с ФБУ «Челябинский ЦСМ» в 2009 г.

Поверка пирометров Marathon MM осуществляется в соответствии с методикой поверки «Термометры радиационные «Marathon». Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 19.05.2005 г.

Поверка расходомеров Взлёт ЭМ Профи осуществляется в соответствии разделом «Методика поверки» руководства по эксплуатации ШКСД.407112.000 РЭ, согласованным ГЦИ СИ ВНИИР в июне 2005 г.

Поверка ротаметров KROHNE H250 осуществляется по ГОСТ 8.122-85 «ГСИ. Ротаметры. Методика поверки».

Поверка датчиков давления Метран-55 осуществляется в соответствии с МИ 4212-012-2001 «Датчики (измерительные преобразовательные) типа «Метран». Методика о поверке».



Поверка датчиков давления КРТ-5 и КРТ-С осуществляется в соответствии с МИ 1997-89 «Преобразователи давления измерительные. Методика поверки».

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Методика измерений приведена в документе Н220.Р9РЭ «Система информационно-измерительная в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы» Руководство по эксплуатации».

**Нормативные документы, устанавливающие требования к системе информационно-измерительной в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом рудоплавильной печи № 4 ОАО «Кузнецкие ферросплавы»:**

- ГОСТ Р 8.596-2002 Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения  
ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

### **Изготовитель**

Открытое акционерное общество «Кузнецкие ферросплавы».  
Адрес: 654032, г. Новокузнецк, Обнорского, 170,  
тел. (3843) 398-120, факс (3843) 373-918.

### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Сибирский государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «СНИИМ»)  
Аттестат аккредитации №30007-09.  
Адрес: 630004, г. Новосибирск, проспект Димитрова, д. 4,  
тел. (383)210-08-14, факс (383)210-13-60.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г