



УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПЛАМЕНИ

ФДСА-03М - 00

Руководство по эксплуатации

В407.043.000.000 – 05 РЭ

2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ		стр.
1.	Назначение	3
2.	Комплектность	3
3.	Характеристики (свойства)	4
4.	Устройство и работа	5
5.	Средства измерения, инструмент и принадлежности	6
6.	Маркировка, пломбирование и упаковка	7
7.	Требования безопасности	7
8.	Проверка работоспособности	7
9.	Использование по назначению	8
10.	Техническое обслуживание	11
11.	Правила хранения и транспортирования	11
12.	Утилизация	11
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Рабочие режимы	12
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Работа с меню	14
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Методика настройки	20
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Протокол обмена Modbus RTU	22
	ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Схема соединения двух устройств контроля пламени ФДСА-03М с учетом фоновой горелки	26
	ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Габаритные размеры устройства контроля пламени ФДСА-03М	36
	ПРИЛОЖЕНИЕ 7а. Конструкция устройства со стандартным монтажным узлом	27
	ПРИЛОЖЕНИЕ 7б. Конструкция устройства с юстировочным монтажным узлом	28
	ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Программа ФДСА - интерфейс	30
	ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Руководство по монтажу	33

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на устройство контроля пламени ФДСА-03М-00 (в дальнейшем – устройство) и содержит сведения об устройстве, принципе действия, а также указания, необходимые для правильной эксплуатации и полного использования технических возможностей устройств.

Устройства предусматривают обслуживание персоналом КИПиА, имеющим среднее техническое образование и разряд не ниже 3-го.

Обслуживание периодическое одним человеком.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Устройство контроля пламени ФДСА-03М-00 – это устройство на основе микроконтроллера, использующее полупроводниковый ультрафиолетовый фотодатчик. Предназначен для селективного контроля факела основной горелки в многогорелочных котлах со встречным расположением горелок или с плотным расположением горелок, где затруднен индивидуальный контроль факела горелки.

Устройство позволяет контролировать наличие факела при использовании в качестве топлива газа.

Для достижения повышенной селективности устройства введено измерение характеристик фонового пламени непосредственно с возмущающих горелок, а также использованы узконаправленные фотодатчики ультрафиолетового диапазона.

1.2. Устройства могут быть использованы в составе действующих и проектируемых систем защиты котельной автоматики в составе запально - защитных устройств ГОСТ Р 52229-2004 и горелок ГОСТ 21204-97.

2. КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки устройства должен соответствовать указанному в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Колич.	Примечание
В407.043.000.000 – 05	Устройство контроля пламени ФДСА-03М-00	1 шт.	
В407.043.000.000 – 05 ПС	Паспорт	1 экз.	
В407.043.000.000 – 05 РЭ	Руководство по эксплуатации	1 экз.	
	Розетка 2РМД24КПН10Г5В1	1 шт.	
	Вилка 2РМД24КПН10Ш5В1	1 шт.	
	Стандартный монтажный узел	1 шт.	поставляется по отдельному заказу
	Юстировочный монтажный узел	1 шт.	поставляется по отдельному заказу

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ (СВОЙСТВА)

3.1. Основные технические характеристики устройства представлены в таблице 2.

Таблица 2

№	Наименование параметра	Размерность	Величина
1	Напряжение питания	В	от = 24 до =30
2	Выходные сигналы 1) релейный, четыре переключающихся реле с параметрами: - напряжение внешних коммутируемых цепей, не более: для цепей переменного тока - для цепей постоянного тока - максимально коммутируемый ток 2) аналоговый, предельные значения выходного сигнала	В Гц В А мА	220 (50±1) 30 2 4 и 20
3	Потребляемый ток, не более	А	0,2
4	Время срабатывания - при появлении пламени - при погасании пламени	с с	от 1 до 10 от 1 до 10
5	Габариты устройства: ширина x высота x глубина	мм	110x150x120
6	Температура окружающего воздуха - при использовании обдува устройства сжатым воздухом	°С °С	от- 25 до +65 от- 25 до +90
7	Масса, не более	кг	2

3.2. Сопротивление изоляции при нормальных условиях эксплуатации, не менее 20 МОм, контрольное напряжение 500В;

3.3. Климатическое исполнение УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69;

3.4. Степень защиты IP54 по ГОСТ 14254–96.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1. Устройство.

4.1.1. Конструкция устройства контроля пламени.

Устройство контроля пламени выполнено в моноблочном исполнении в металлическом корпусе.

На передней панели расположены кнопки управления, жидкокристаллический индикатор (ЖКИ), светодиоды и светодиодная полоса (рис. 1).



Рисунок 1. Лицевая панель устройства контроля пламени ФДСА-03М.
1 – ЖКИ; 2 – светодиодная линейка; 3 – кнопки; 4 – светодиоды.

Описание элементов лицевой панели.

В рабочем режиме на ЖКИ отображается уровень сигнала пламени горелки, а также температура внутри корпуса устройства и, в случае возникновения аварийной ситуации выводится ее причина (обрыв канала фоновой горелки, высокая температура). В режиме настроек отображается меню настроек устройства.

Светодиодная линейка показывает интенсивность горения.


Кнопки предназначены для работы с меню устройства:

 - кнопка вверх


 - кнопка вниз


 - кнопка ввод

Светодиоды:

 - «Пламя есть» - индикация наличия сигнала пламени горелки,

 - «Пламя нет» - индикация отсутствия сигнала пламени горелки,

 - «Внимание» - индикация предупреждения об уменьшении сигнала пламени горелки ниже заданного уровня (уставки),

 - «Авария» - индикация возникновения какого-либо отказа.

4.1.2. Конструкция монтажного узла представлена в Приложении 7.

Монтажный узел состоит из кожуха (поз. 2), внутрь которого через штуцер (поз. 4) производится подача воздуха для охлаждения корпуса устройства. Через фланец (поз. 5) производится подача воздуха для обдува защитного стекла устройства. В монтажном узле предусмотрен термоизолятор (поз. 3) для снижения теплового потока от металлоконструкций горелки к корпусу устройства. Кран шаровой (поз. 6) предназначен для перекрытия потока горячего воздуха из топки котла, если котел под наддувом, при технических работах с устройством. Кроме того, кран шаровой может использоваться при периодических проверках функционирования устройства. При закрытии крана устройство должно сработать на погасание пламени.

Примечание. При этом необходимо предварительно в схеме автоматике котла переключить переключкой контакты реле наличия пламени горелки. Работы должны производить два человека по утвержденной программе контроля цепей защиты.

Фланец (поз. 7) предназначен для механического крепления и для юстировки устройства на пламя.

4.2. Режимы работы, алгоритм обновления релейных выходов и светодиодов и сообщения об ошибках описаны в Приложении 1.

5. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

5.1. Средства измерения, инструмент и принадлежности должны соответствовать указанным в таблице 3.

Таблица 3

Наименование и тип	Технические характеристики	Назначение и операции
Цифровой прибор В7-77	Напряжение до 1000В Постоянный ток 30мА	Контроль напряжения питания датчика 24В и выхода (4-20) мА
Мегаомметр	Напряжение 500В,	Контроль сопротивления

Ф4102/1	предел 100 МОм	изоляции
Блок питания Б5-29	Постоянное напряжение 24В; ток 0,5А	Питание устройства от сети

6. МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

6.1. На табличке, установленной на крышке устройства, должны быть нанесены:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- порядковый номер изделия предприятия-изготовителя;
- год выпуска;
- обозначение степени защиты оболочки;
- климатическое исполнение;

6.2. Транспортная маркировка должна соответствовать требованиям ГОСТ 14192-96.

На транспортной таре должны быть нанесены манипуляционные знаки: «Осторожно», «Хрупкое», «Беречь от влаги».

6.3. Устройства должны быть помещены в собственные пакеты полиэтиленовые и упакованы вместе с паспортом и руководством по эксплуатации в картонные коробки.

6.4. На коробке должна быть наклеена этикетка по ГОСТ 2.601-2006.

7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Источниками опасности при монтаже и эксплуатации является электрический ток.

7.2. Безопасность эксплуатации устройства обеспечивается:

- 1) изоляцией электрических цепей;
- 2) надежным креплением при монтаже на объекте;
- 3) конструкцией, все токоведущие части расположены внутри корпуса, обеспечивающего защиту обслуживающего персонала от соприкосновения с ними.

7.3. На корпусе расположена клемма заземления, отмеченная знаком заземления.

7.4. По способу защиты человека от поражения электрическим током устройства относятся к классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0.-75

7.5. Устранение дефектов устройств и их замена производится при отключенном электрическом питании.

7.6. Эксплуатация устройств разрешается только при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной руководителем предприятия-потребителя.

7.7. Эксплуатация устройств должна производиться в соответствии с требованиями межотраслевых руководящих материалов ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00).

8. ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Проверку работоспособности устройств рекомендуется проводить:

- при входном контроле;
- в периоды ремонта основного оборудования;
- при проверке систем защит котла согласно утвержденному графику.

Наименование работы	Кто выполняет	Средства измерений, технические устройства и материалы	Контрольные значения параметров
Внешний осмотр устройства	Обслуживающий персонал	Визуальный осмотр	Отсутствие механических повреждений
Чистка защитного стекла фотодатчика	Слесарь КИПиА	Ветошь	Грязь не допускается

9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

9.1. Размещение и монтаж устройства на объекте.

9.1.1. При выборе места установки устройства необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха должны соответствовать значениям, указанным в п.3.1.

- в окружающем воздухе не должно быть агрессивных газов и паров, действующих разрушающе на детали устройства, а также влаги, вызывающей его коррозию.

9.1.2. Механическое крепление устройства на объекте производится на фланец визирной трубы с помощью монтажного узла см. Приложение 7.

9.1.3. Схема подключения устройства представлена на рис. 2.

9.1.4. Требования к охлаждению воздухом см. Приложение 9.

9.1.5 Меры по обеспечению помехозащищенности.

При монтаже устройства использовать следующие типы проводов:

1) Для цепей питания и цепей токового входа и токового выхода (контакты 1 – 4 и 8 – 10 разъема ХТ1) использовать экранированные провода типа МГШВЭ или аналогичные сечением 0,35 – 0,5 мм².

2) Для цепей интерфейса RS-485 (контакты 6, 7 разъема ХТ1) использовать экранированную витую пару типа STP2 или аналогичную.

3) Для цепей контактов реле (контакты 1 – 8 разъема ХТ2) использовать провода типа МГШВ или аналогичные сечением 0,5 – 0,75 мм².

Необходимо подключить защитное заземление к корпусу устройства проводом сечением 1,5 – 2,5 мм².

Кабель устройства должен быть установлен в жесткий или гибкий металлический трубопровод.

Необходимо удостовериться, что высоковольтный кабель, идущий в комплекте с источником высокого напряжения, является кабелем с распределенным сопротивлением (1 – 3 кОм на метр).

В случае если высоковольтный кабель, идущий в комплекте с источником высокого напряжения, является обычным медным кабелем. НЕОБХОДИМО использо-

вать идущий в комплекте с устройством высоковольтный кабель с распределенным сопротивлением (длина кабеля – 1,5 м.).

Устройство контроля пламени и кабель устройства рекомендуется располагать на расстоянии не менее 30 см от проводов любой индуктивной нагрузки, связанных с индуктивными устройствами, источниками высокого напряжения, высоковольтными или высокоэнергетическими запальниками.

Заземление корпуса запальника производить проводом сечением 1,5 – 2,5 мм².

9.2. Устойчивая работа устройства достигается при соблюдении следующих требований при установке:

1) ориентация устройства в первую треть видимой части факела (в зону начала процессов горения)

3) между пламенем и устройством не должно быть препятствий, пламя постоянно должно находиться в «поле зрения» устройства.

9.3. Перед началом работы необходимо произвести настройки устройства (см. Приложения 1 - 3).

9.4. Описание протокола обмена Modbus RTU см. Приложение 4.

9.5. Схему контроля пламени с учетом влияния фоновой горелки см. Приложение 5.

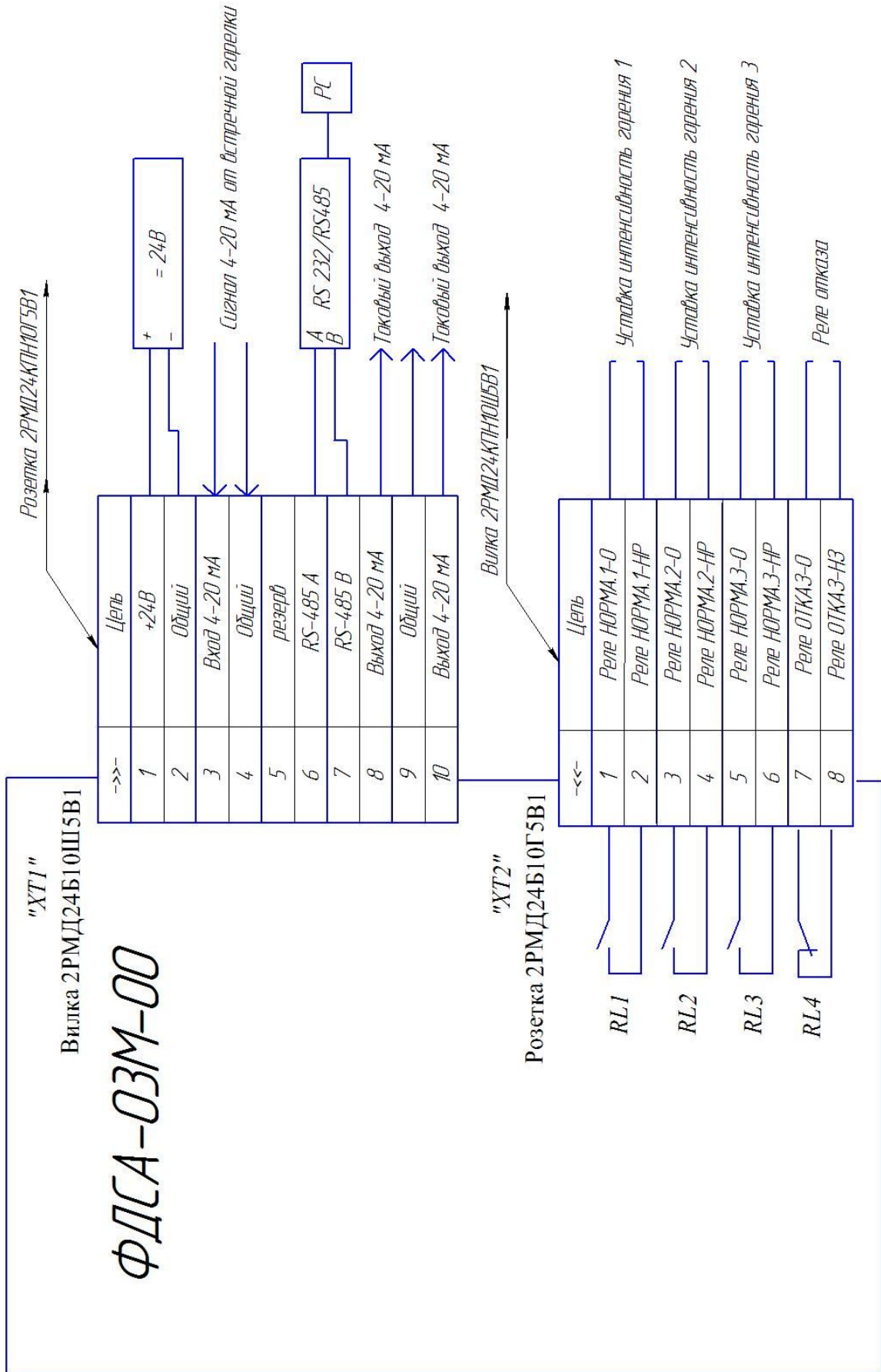


Рисунок 2.
Схема подключения устройства контроля пламени ФДСА-03М-00.

10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

10.1. Монтаж и проверку устройств должны производить лица, имеющие специальную подготовку, допуск к эксплуатации электроустановок напряжением до 1000В и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

10.2. При эксплуатации техническое обслуживание сводится к регулярному (в зависимости от запыленности помещения) поддержанию чистоты защитного окна, и ежедневной проверке устройства на функционирование в составе основного оборудования по состоянию светового индикатора.

10.3 Подключение протокола обмена с верхним уровнем в компьютерной сети должны проводить программисты, руководствуясь приложением 4.

10.4. Работы по монтажу и демонтажу устройств проводить при полностью отключенном напряжении питания.

11. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

11.1. Устройства могут храниться как в транспортной таре, так и во внутренней упаковке и без нее. Условия хранения без упаковки – 1 по ГОСТ 15150. Условия хранения в транспортной таре и во внутренней упаковке – 2 по ГОСТ 15150.

11.2. Устройства в упаковке транспортируются всеми видами крытых транспортных средств в соответствии с правилами и нормами действующими на каждом виде транспорта. Допускается транспортировка в отапливаемых отсеках самолетов. Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования должна исключаться возможность механического повреждения упаковки и устройств.

11.3. После транспортирования при отрицательных температурах выгруженные ящики перед распаковыванием необходимо выдержать в течение 6 часов в условиях хранения.

12. УТИЛИЗАЦИЯ

12.1. В устройстве не содержатся вредные вещества и материалы.

После окончания эксплуатации утилизировать устройство в принятом на предприятии порядке.

Рабочий режим.

Прибор имеет один канал измерения интенсивности горения и содержит датчик ультрафиолетового спектра. По включению питания прибор переходит в рабочий режим работы, в котором посредством ЖКИ, светодиодной линейки и светодиодов непрерывно отображаются текущая интенсивность пламени контролируемой горелки, температура внутри прибора и сообщения о нештатных ситуациях.

Интенсивность пламени определяется как процент текущего сигнала с датчика, вычисленный от значений минимального и максимального сигнала, которые устанавливаются в настройках прибора. Кроме того, прибор может работать как с учетом фонового сигнала от возмущающих горелок, так и без него (определяется в настройках прибора).

В настройках прибора вводятся уставки на погасание факела и на достижение предупреждающих порогов.

Релейные выходы срабатывают на размыкание контактов, т.е. если интенсивность горения опускается ниже уставки, то соответствующее реле размыкается. При этом учитываются гистерезис и задержки срабатывания реле, которые определяются в настройках прибора отдельно на размыкание и замыкание.

Алгоритм обновления индикации и состояния релейных выходов

Три уставки: $Уст1 < Уст2 < Уст3$ (RL1, RL2, RL3)

<i>N</i>	<i>Интенсивность горения Факела Fuv</i>	<i>Состояние реле</i>	<i>Состояние светодиодов</i>	<i>Вид индикации</i>	<i>Вид линейки</i>
1	$FS < Уст1$	RL1 = OFF RL2 = OFF RL3 = OFF	«Пламя нет» -горит «Пламя есть» -погашен «Внимание» -погашен	NO FS=000 T=25	□□□□□□□□□□
2	$Уст1 \leq FS < Уст2$	RL1 = ON RL2 = OFF RL3 = OFF	«Пламя нет» - погашен «Пламя есть» -горит «Внимание» - мигает	UV FS=035 T=25	■□□□□□□□□□
3	$Уст2 \leq FS < Уст3$	RL1 = ON RL2 = ON RL3 = OFF	«Пламя нет» - погашен «Пламя есть» -горит «Внимание» - горит	UV FS=047 T=25	■□□□□□□□□□
4	$FS \geq Уст3$	RL1 = ON RL2 = ON RL3 = ON	«Пламя нет» -погашен «Пламя есть» -горит «Внимание» -погашен	UV FS=063 T=25	■□□□□□□□□□

В левом нижнем углу индикатора отображаются символы:

- NO, если $FS = 0$;

- UV, если $FS > 0$;

где: FS –интенсивность горения по ультрафиолетовому каналу;

Сообщения об ошибках

В процессе работы возникающие ошибки сопровождаются выводом соответствующего сообщения на ЖКИ. Если ошибка возникает в рабочем режиме, то выводится мигающее сообщение на индикатор, размыкается реле «ОТКАЗ» и загорается светодиод «АВАРИЯ». Ошибки, возникающие в процессе калибровки, сопровождаются однократным выводом сообщения на индикатор, реле и светодиод «АВАРИЯ» в этом режиме не задействованы.

- 1) «Обрыв фоновый канал UV!» - указывает на отсутствие линии связи с выходом прибора фоновой горелки в случае работы с учетом фонового сигнала. Может возникать как в рабочем режиме, так и в режиме калибровки при настройке влияния ультрафиолетового фонового сигнала (п.17 меню «Калибровка»).
- 2) «Очень жарко!» - говорит о превышении максимально допустимой температуры внутри корпуса прибора (п.16 меню «Настройки»). Ошибка может возникать только в рабочем режиме.

Кроме того, в рабочем режиме предусмотрена сигнализация выхода входного сигнала за пределы измерения. В этом случае значение индицируемой интенсивности будет оставаться на одном максимальном значении (зависит от калибровки прибора) и после него будет выводиться мигающий восклицательный знак.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Работа с меню

Для входа в меню прибора одновременно нажать кнопки ▼ и ↩
 На ЖКИ высветится главное меню прибора. В первой строке отображается версия программы, во второй, со значком «>», пункт меню.

ФДСА-3М верс5.10
>Настройки

Для перехода между пунктами меню «Настройки», «Калибровка» и «Защита» использовать кнопки ▲ и ▼. Для входа в пункт меню нажать кнопку ↩. Возврат в рабочий режим одновременным нажатием кнопок ▲ и ▼.

Меню «Настройки».

Меню «Настройки» доступно после ввода пароля в меню «Защита», если пароль установлен.

Меню «Настройки» предназначено для ввода, редактирования и сохранения рабочих параметров прибора. Вид ЖКИ в режиме настроек:

Настройки
>Параметр

Для перехода от одного параметра к другому в меню настроек используются кнопки ▲ и ▼. Чтобы включить режим редактирования выбранного параметра нажмите кнопку ↩. Перед наименованием параметра вместо значка «>» появится «?», после чего предоставляется возможность изменения значения параметра кнопками ▲ и ▼ с шагом равным 1. Если удерживать соответствующую кнопку более 3 секунд, то шаг изменения параметра с ускорением увеличивается.

Для возврата к списку параметров повторно нажмите кнопку ↩. Возврат в главное меню одновременным нажатием кнопок ▲ и ▼.

Параметры меню настроек.

<i>N</i>	<i>Наименование параметра</i>	<i>Пределы изменения</i>	<i>Значение по умолчанию</i>	<i>Вид индикации</i>	<i>Доступность</i>		
1	Наличие фонового сигнала	ДА НЕТ	НЕТ	<table border="1"> <tr> <td>Настройки</td> </tr> <tr> <td>>Фон.сигнал: НЕТ</td> </tr> </table>	Настройки	>Фон.сигнал: НЕТ	Всегда
Настройки							
>Фон.сигнал: НЕТ							
2	Тип настройки фонового сигнала	ЛИН ТАБ	ТАБ	<table border="1"> <tr> <td>Настройки</td> </tr> <tr> <td>>Тип фона: ТАБ</td> </tr> </table>	Настройки	>Тип фона: ТАБ	Только если Фон.сигнал = ДА
Настройки							
>Тип фона: ТАБ							
3	Уставка 1	0...999	40	<table border="1"> <tr> <td>Настройки</td> </tr> <tr> <td>>Уставка1: 040</td> </tr> </table>	Настройки	>Уставка1: 040	Всегда
Настройки							
>Уставка1: 040							
4	Уставка 2	0...999	60	<table border="1"> <tr> <td>Настройки</td> </tr> <tr> <td>>Уставка2: 060</td> </tr> </table>	Настройки	>Уставка2: 060	Всегда
Настройки							
>Уставка2: 060							

5	Уставка 3	0...999	80	Настройки >Уставка3: 080	Всегда
6	Гистерезис срабатывания реле	0...5	1	Настройки >Гистерезис: 1	Всегда
7	Задержка срабатывания реле 1 на размыкание	0...10	0	Настройки >Зад.1 OFF: 1	Всегда
8	Задержка срабатывания реле 1 на замыкание	0...10	0	Настройки >Зад.1 ON: 0	Всегда
9	Усреднение входного сигнала	1,2,4,8,16,32,64	16	Настройки >Буфер усреднения	Всегда
10	Кол-во выборок АЦП для 1 замера входного сигнала	128,256,512,1024,2048,4096,8192	512	Настройки >Кол.выборок АЦП	Всегда
11	Максимальная температура	0...90	70	Настройки >Мах Темп-ра: 70	Всегда
12	Адрес прибора в сети MODBUS	0...32	0	Настройки >Адрес: 0	Всегда
13	Скорость передачи данных по UART	1200,.....,115200	9600	Настройки >BAUD: 9600	Всегда
14	Сброс настроек	-	-	Настройки >Сброс настроек	Всегда
15	Сохранение настроек	-	-	Настройки >Выход	Всегда

Описание пунктов меню «Настройки»

- 1) Наличие фонового сигнала.
Рекомендуется включать эту возможность в случае обнаружения влияния фоновой горелки на величину измеряемой интенсивности контролируемой горелки с последующей настройкой этого влияния (см. п.7 меню «Калибровка»).
- 2) Тип настройки фонового сигнала. Табличный (ТАБ) или линейный (ЛИН) (см. п.7 меню «Калибровка»).

3...5) Значения уставок.

6) Значение гистерезиса срабатывания реле.

Гистерезис определяет значение ниже и выше уставки, при котором будет срабатывать соответствующее реле.

Например, если уставка равна 20, а гистерезис равен 2, то соответствующее реле будет размыкаться по достижению интенсивности горения меньше 18 при гашении факела и будет замыкаться по достижению интенсивности горения больше 22 при розжиге факела.

7, 8) Задержки срабатывания реле наличия/отсутствия пламени в секундах.

9) Размер буфера усреднения входного сигнала. Этот параметр задает усреднение входного сигнала, от которого зависит быстродействие (скорость реакции на изменение параметров пламени) и способность сглаживать кратковременные выбросы входного сигнала. При нулевом значении этого параметра (нет усреднения) в вычислениях участвует один единственный замер входного сигнала и достигается максимальное быстродействие. При величине буфера равной 64 прибор наименее чувствителен к кратковременным выбросам и обладает наименьшим быстродействием. В процессе настройки предоставляется возможность контролировать уровень входного сигнала.

10) Количество выборок АЦП для единичного замера входного сигнала. Этот параметр задает скорость опроса входного сигнала и дополнительно влияет на быстродействие прибора. В процессе настройки предоставляется возможность контролировать уровень входного сигнала.

11) Максимальная температура - температура внутри корпуса прибора, выше которой выдается сообщение об ошибке «Очень жарко!».

12) Адрес прибора в сети MODBUS – уникальный адрес прибора для передачи информации посредством интерфейса RS-485 на верхний уровень.

13) Скорость передачи данных по UART – определяет быстродействие канала RS-485.

14) Сброс настроек – устанавливаются значения настроек по умолчанию.

15) Сохранение настроек - сохранение в энергонезависимом ПЗУ.

Меню «Калибровка».

Меню «Калибровка» доступно после ввода пароля в меню «Защита», если пароль установлен.

Меню «Калибровка» предназначено для настройки прибора на конкретную горелку. Вид индикатора в режиме калибровки:

Калибровка
>Параметр

Для перехода от одного параметра к другому в меню калибровки используются кнопки ▲ и ▼. Чтобы включить режим калибровки по выбранному параметру нажмите кнопку ↵. После завершения процесса калибровки по выбранному параметру в автоматическом режиме программа возвращается к текущему пункту меню калибровки. В ручном режиме изменение значения параметра кнопками ▲ и ▼, выбор кнопкой ↵, отмена одновременным нажатием кнопок ▲ и ▼. Если удерживать соответствующую кнопку более 3 секунд, то шаг изменения параметра с ускорением увеличивается. Для п.п.6,7 меню выбор (ввод) значений параметров осуществляется так же как в меню настроек.


Параметры меню калибровки







N	Наименование калибровочного параметра	Вид индикации в меню	Вид индикации в процессе калибровки	Доступность
1	Автоматическая настройка максимального сигнала по усилению	Калибровка >Усиление авт.	Уровень сигнала XXXX Ждите...	всегда
2	Ручная настройка усиления	Калибровка >Усиление руч.	Усил-е Сигнал XXX XXXX	всегда
3	Фиксация максимального сигнала (100%)	Калибровка >Max сигнал	MaxUV XXXX	всегда
4	Фиксация минимального сигнала (0%)	Калибровка >Min сигнал	MinOсн MinФон XXXX XXXX	всегда
5	Ручная настройка максимального кода АЦП	Калибровка >Max руч.: XXXX	Калибровка ?Max руч.: XXXX	всегда
6	Ручная настройка минимального кода АЦП	Калибровка >Min руч.: XXX	Калибровка ?Min руч.: XXX	всегда
7	Настройка влияния фоновый сигнал	Калибровка >Фон. сигнал	UV Фон XXXX XXXX	Только если Фон.сигнал=ДА
8	Настройка 4 mA токового выхода 1	Калибровка >Ток.вых1 4mA	Код ЦАП XXXX	всегда
9	Настройка 20 mA токового выхода 1	Калибровка >Ток.вых1 20mA	Код ЦАП XXXX	всегда

10	Настройка 4 мА токового выхода 2	Калибровка >Ток.вых2 4mA	Код ЦАП XXXX	всегда
11	Настройка 20 мА токового выхода 2	Калибровка >Ток.вых2 20mA	Код ЦАП XXXX	всегда
12	Тест релейных выходов	Калибровка >Тест реле	РЕЛЕ Замкнуты	всегда
13	Сохранение результатов калибровки	Калибровка >Выход	Калибровка >Выход	Всегда

Описание пунктов меню «Калибровка»

- 1) Автоматическая настройка максимального сигнала по усилению. Прибор должен быть установлен на контролируемой горелке, работающей в растопочном режиме. Производится автоматическая настройка усиления ультрафиолетового сигнала. При этом происходит изменение усиления, считывание значения кода аналого-цифрового преобразователя (уровня входного сигнала) и отображение его на индикаторе. Процесс завершается по достижению значения кода АЦП больше 3000 или доходит до максимального усиления.
- 2) Ручная настройка сигнала по усилению. Производится настройка усиления ультрафиолетового сигнала в ручном режиме. На индикаторе слева отображается текущий уровень усиления (0 соответствует минимальному усилению, 50 – максимальному усилению), справа – значение кода АЦП (уровня входного сигнала). Может использоваться для точной подстройки усиления после автоматической настройки по пункту 2 или самостоятельно.
- 3) Фиксация максимального сигнала (100%). Запоминание максимального сигнала в энергонезависимом ПЗУ. Процедура выполняется после настроек по п.п.1...2. При этом на индикаторе отображается значение кода АЦП (уровня входного сигнала).
- 4) Фиксация минимальных сигналов по основному каналу и каналу фоновому сигнала (0%). Прибор должен быть установлен на полностью погашенной контролируемой и фоновой горелках (если выбран режим работы с учетом фоновой горелки). Производится запоминание минимальных сигналов по ультрафиолетовому и фоновым каналам в энергонезависимом ПЗУ. При этом на индикаторе отображаются значения кодов АЦП (уровня входного сигнала) по основному и фоновому каналам контролируемой горелки.
- 5,6) Ручная настройка минимальных и максимальных уровней сигнала. Может использоваться в случае невозможности в данный момент по какой либо причине настроиться на пламя контролируемой горелки. На индикаторе отображается код АЦП (уровень входного сигнала), который после выбора и нажатия




кнопки  будет использоваться в качестве минимального или максимального уровня (диапазон от 0 до 4090).




- 7) Настройка влияния фонового сигнала. Прибор должен быть установлен на полностью погашенной контролируемой горелке. Фоновая горелка должна быть в режиме максимального горения. На индикаторе справа отображается уровень сигнала с токового выхода прибора установленного на фоновой горелке, слева – уровень сигнала контролируемой горелки, который вызван влиянием фонового пламени. Схема соединения двух приборов для контроля пламени с учетом влияния фоновой горелки показана в Приложении 5. Процесс настройки запускается нажатием кнопки . Возможны два варианта в зависимости от типа настройки фонового сигнала по каналу UV, установленного в п.2 меню настроек. Если выбран табличный тип настройки, то фоновую горелку необходимо плавно погасить. При этом автоматически строится таблица влияния фонового сигнала по ультрафиолетовому каналу. Если выбран линейный тип настройки, то фоновую горелку гасить не нужно. Таблица влияния фонового сигнала по ультрафиолетовому каналу автоматически создается по линейной зависимости. В обоих случаях по завершении процесса на индикаторе высвечивается сообщение «Ок!».
- 8...11) **Заводская настройка!** Настройка 4 и 20 мА токовых выходов. Для входа в эти настройки необходимо удерживать нажатой кнопку  более 5 секунд. На индикаторе высвечивается код на цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) в диапазоне от 0 до 4096. Меняя значение кода нажатием кнопок  или , и контролируя значения тока по миллиамперметру, подключенному к токовому выходу необходимо добиться нужного значения. Процесс настройки завершается нажатием кнопки .
- 12) Тест релейных выходов. При входе в этот пункт меню реле RL1...RL3 замыкаются. Процесс тестирования завершается нажатием кнопки . При этом реле размыкаются.
- 13) Сохранение результатов калибровки - сохранение в энергонезависимом ПЗУ.

Меню «Защита».

Меню «Защита» включает в себя 2 пункта: «Пароль» и «Новый пароль».

Значение пароля представляет собой число в диапазоне от 0 до 999. Прибор поставляется с паролем равным нулю (пароль не установлен).

Пункт «Пароль» позволяет ввести пароль для доступа к меню «Настройки», «Калибровка» и пункту «Новый пароль» меню «Защита». Для изменения значения используются кнопки  и , для ввода пароля – кнопка . После выхода в рабочий режим пароль вновь сбрасывается.

Пункт «Новый пароль» позволяет установить пароль для доступа к меню «Настройки», «Калибровка» и пункту «Новый пароль» меню «Защита». Для изменения значения используются кнопки  и , для установки пароля – кнопка . При этом новый пароль сразу запоминается в энергонезависимой памяти.

Выход из меню «Защита» одновременным нажатием кнопок  и .

Методика настройки.

Целью настройки является обеспечение наилучшего соотношения сигнала наличия и отсутствия пламени и установка пороговых значений для обеспечения надежного распознавания наличия и отсутствия пламени. По умолчанию установлено максимальное усиление с минимальным и максимальным уровнями сигналов соответствующими полной шкале измерения от 0 до 100% интенсивности сигналов. Для правильной эксплуатации прибора необходимо его настроить на конкретную горелку.

Перед началом настройки прибор должен быть установлен и правильно нацелен на пламя горелки (см. Приложение 9).

В общем случае может быть рекомендована следующая последовательность настройки:

1. Настройка усиления.

Настройка производится посредством п.п.1,2 меню калибровок (Приложение 2) на разожженной горелке при фиксированном уровне пламени. Далее при этом же уровне будет установлен максимум горения (100% интенсивности). Какой конкретно уровень горения выбрать за 100% определяется опытным путем. В процессе настройки определяется усиление, которое при наличии контролируемого пламени обеспечивают наибольший уровень сигнала. Уровень сигнала для ультрафиолетового канала может принимать значения от ~110 до 4090. По возможности нужно получить значение в пределах 3000...3500. Максимальное значение уровня сигнала равно 4090. Предусмотрена как автоматическая так и ручная настройка усиления. Можно настроить усиление сначала в автоматическом режиме (п.1 меню калибровок), а затем произвести подстройку в ручном режиме (п.2 меню калибровок) или сразу настроить в ручном режиме.

2. Фиксация максимального сигнала (100%).

Производится посредством п.4 меню калибровок (Приложение 2).

3. Фиксация минимального сигнала (0%).

Производится посредством п.5 меню калибровок (Приложение 2).

4. Настройка быстродействия и чувствительности к кратковременным скачкам входного сигнала – п.п.9,10 меню настроек (Приложение 2).

Перейти в рабочий режим работы прибора и разжечь контролируемую горелку до номинального горения. Проконтролировать показания прибора по индикатору в плане скорости реакции на изменения параметров горения и чувствительности к кратковременным выбросам пламени горелки во всем диапазоне горения вплоть до полного гашения и повторного розжига. При необходимости настроить эти параметры через п.п. 9,10 меню настроек.

5. Настройка учета влияния фоновой (возмущающей) горелки.

Необходимость такой настройки может возникнуть в случае обнаружения влияния на показания прибора в рабочем режиме интенсивности горения какой-либо горелки кроме контролируемой (как правило, встречной). В этом случае на ней также должен быть установлен и соответствующим образом настроен прибор ФДСА-03М и произведено соединение двух приборов в соответствии с приложением 5.

Последовательность настройки:

- 1) Включить учет наличия фонового сигнала в соответствии с п.1,2 меню настроек, если обнаружено влияние.
- 2) Произвести настройку влияния фонового сигнала в соответствии с п.8 меню калибровок.

6. Настройка пороговых значений (уставок), гистерезиса и задержек срабатывания реле.

Подберите эти параметры опытным путем, для чего нужно несколько раз разжечь и погасить горелку. Реле пламени должно надежно выключаться при всех условиях отсутствия пламени. Испытание следует проводить в условиях наличия и отсутствия пламени на соседних горелках и с различными уровнями нагрузки.

Протокол обмена MODBUS RTU

Приборы серии ФДСА-03М для связи с верхним уровнем через последовательный порт (COM) посредством преобразователя интерфейсов RS232/RS485 (ADAM-4520 или аналогичный) используют протокол связи Modbus в режиме RTU.

Приборы поддерживают следующие функции Modbus RTU:
 0x01 Read Coils - (считывание состояния выходных реле);
 0x03 Read Multiple Registers - (считывание настроек прибора);
 0x04 Read Input Registers - (считывание текущих значений);
 0x10 Write Multiple Registers - (изменение настроек прибора).

Формат представления параметров.

Протокол позволяет получать текущие значения интенсивности горения и температуры внутри корпуса прибора, состояния релейных выходов, а также считывать и изменять настройки прибора. Все эти данные, кроме состояния релейных выходов представляются в формате целого числа со знаком (int - 2 байта, старший бит -знаковый).

Адреса параметров.

Coils (релейные выходы)

Адрес регистра	Параметр (формат)	Диапазон
0	Реле RL1 - Уставка 1 (битовое зн-е)	0-разомкнуто 1-замкнуто
1	Реле RL2 - Уставка 2 (битовое зн-е)	0-разомкнуто 1-замкнуто
2	Реле RL3 - Уставка 3 (битовое зн-е)	0-разомкнуто 1-замкнуто
3	Реле RL4 - Авария (битовое зн-е)	0-разомкнуто 1-замкнуто

Input Registers (текущие значения)

Адрес регистра	Параметр (формат)	Диапазон
0	Интенсивность горения (int)	0...999
1	Температура внутри корпуса прибора (int)	0...100

Holding Registers (настройки прибора)

Адрес регистра	Параметр (формат)	Диапазон
0	Уставка 1 (int)	0...999
1	Уставка 2 (int)	0...999
2	Уставка 3 (int)	0...999
6	Наличие фонового сигнала (int)	0x0000 – откл. 0xFFFF – вкл.
10	Код усиления канала UV (int)	Min = 0; Max = 50
14	Минимальный код АЦП - 0% сигнала (int)	0...4095
15	Максимальный код АЦП - 100% сигнала (int)	0...4095
16	Задержка срабатывания реле 1 на размыкание (int)	0...10
17	Задержка срабатывания реле 2 на размыкание (int)	0...10

Описание функций.

0x01 read Coil

Функция предназначена для получения состояния выходных реле

Запрос

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x01
Начальный адрес	2 байта (слово)	0x0000
Количество реле	2 байта (слово)	0x0004
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0x3c18

Ответ

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x01
Количество байт данных	1 байт	0x01
Данные	1 байт	0x09
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0x9072

Пример запроса получает состояние релейных выходов (в данном случае RL1 и RL4 замкнуты, RL2 и RL3 разомкнуты).

0x03 read Multiple Registers

Функция позволяет получить настройки прибора.

Запрос

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x03
Начальный адрес	2 байта (слово)	0x0000
Количество регистров	2 байта (слово)	0x0003
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0x05CB

Ответ

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x03
Количество байт данных	1 байт	0x06
Данные	Определяется количеством байт данных	0x0028 0x003C 0x0050
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0x8143

Пример запроса получает уставки прибора (в данном случае 40,60,80).

0x04 read Input Registers

Функция позволяет получить текущее значение измеряемого параметра

Запрос

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x04
Начальный адрес	2 байта (слово)	0x0000
Количество регистров	2 байта (слово)	0x0001
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0x31CA

Ответ

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x04
Количество байт данных	1 байт	0x02
Данные	4 байта	0x12
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0xB935

Пример запроса получает интенсивность горения по каналу UV (в данном случае 18%).

0x10 write Multiple Registers

Функция позволяет изменять настройки прибора.

Запрос

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x10
Начальный адрес	2 байта (слово)	0x000E
Количество регистров	2 байта (слово)	0x0002
Количество байт данных	1 байт	0x04
Данные	Определяется кол-вом байт данных	0x00C8 0x0BB8
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0xF49F

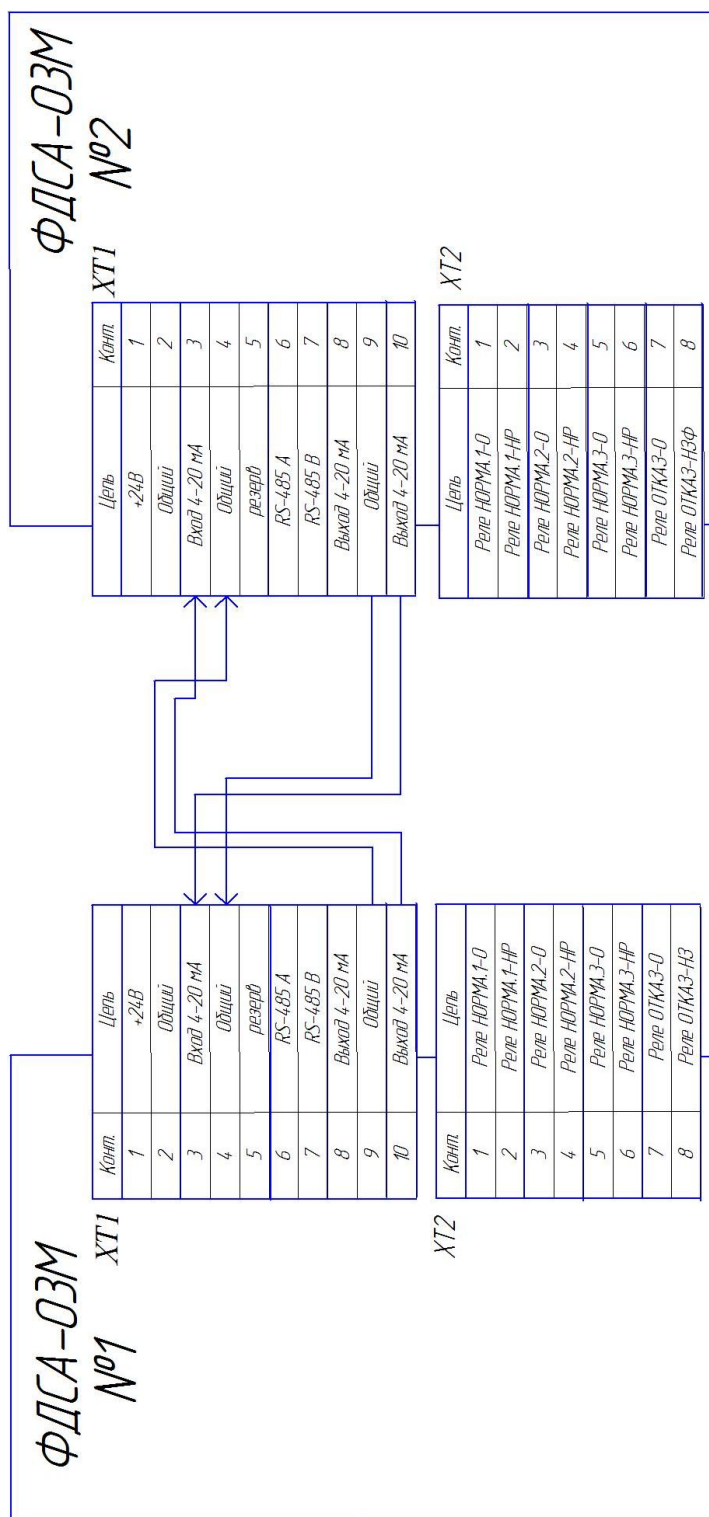
Ответ

Описание	Размер	Пример
Адрес прибора	1 байт	0x01
Номер функции	1 байт	0x10
Начальный адрес	2 байта (слово)	0x000E
Количество регистров	2 байта (слово)	0x0002
Контрольная сумма	2 байта (слово)	0x200B

Пример запроса устанавливает значения минимального и максимального кодов АЦП (уровней сигнала) прибора (в данном случае 200 и 3000).

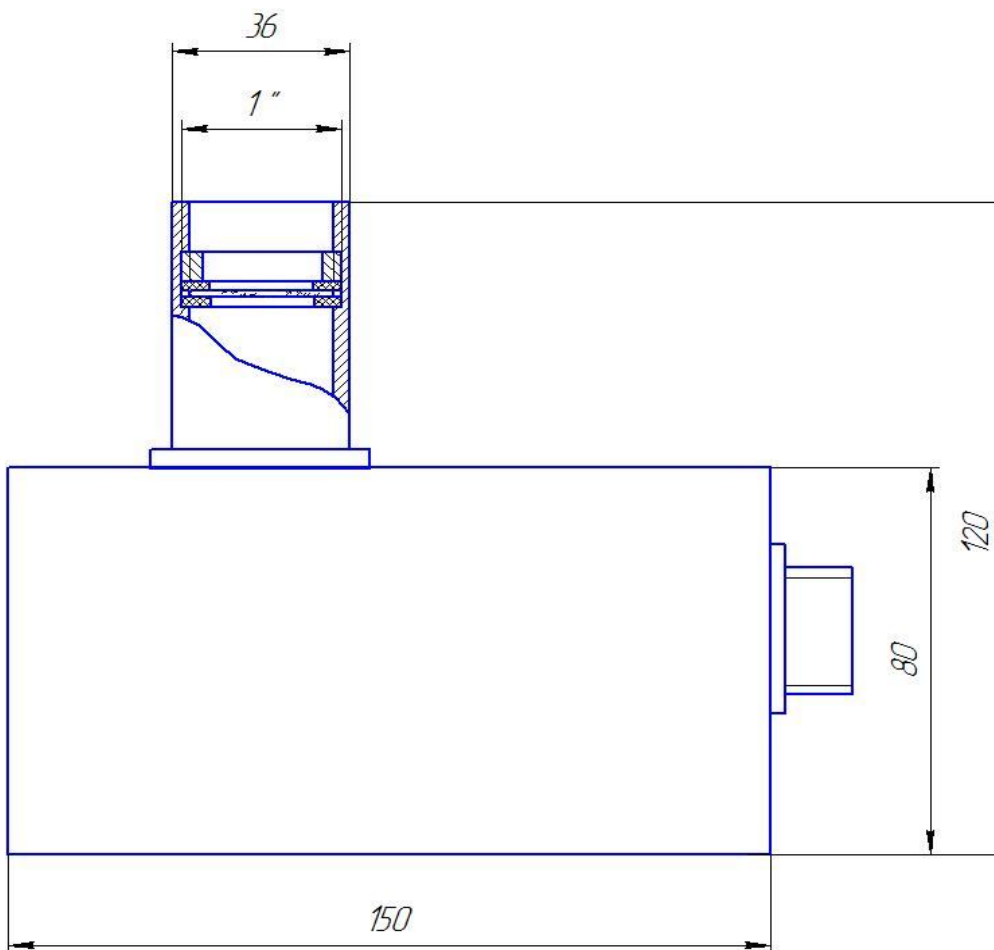
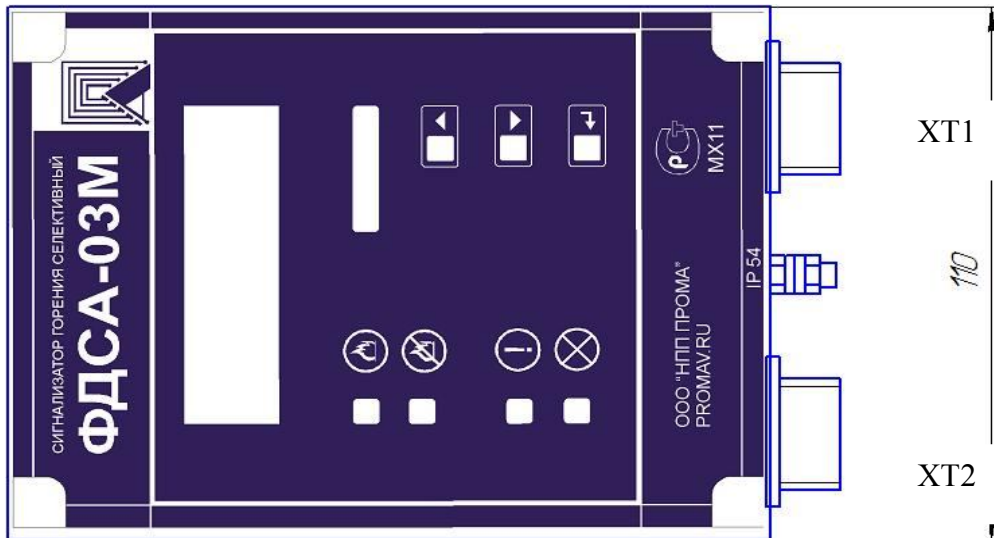
ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Схема соединения двух устройств контроля пламени ФДСА-03М с учетом влияния фоновой горелки.



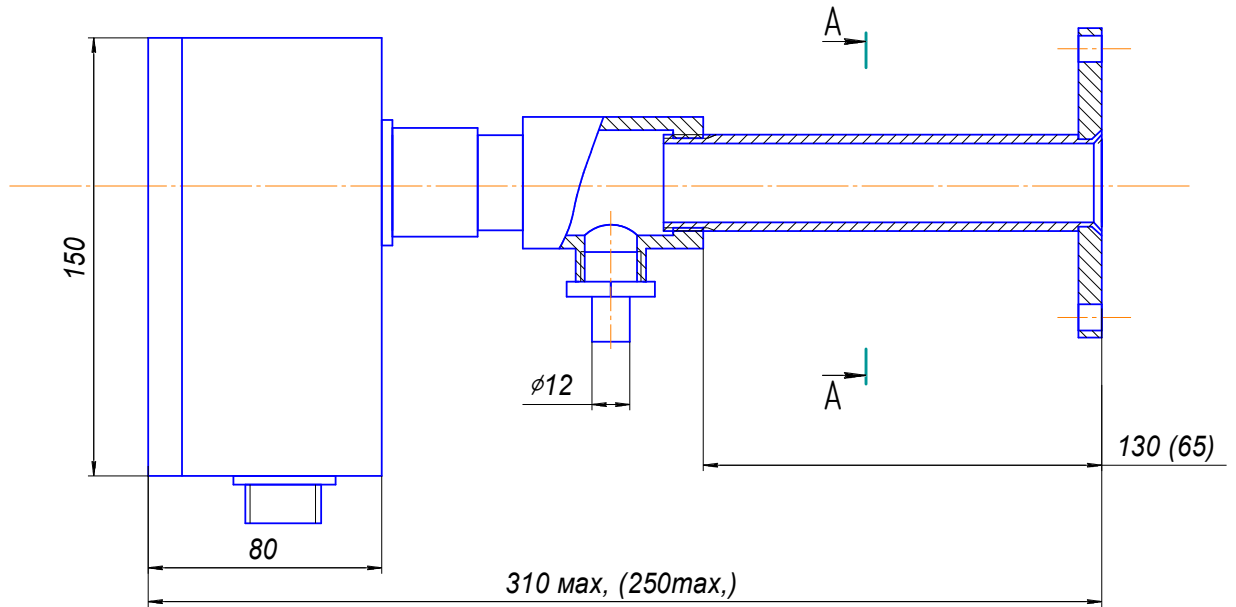
При работе в режиме учета влияния фоновой горелки, токовый выход устройства ФДСА-03М №1, контакт 10 разъема XT1 нужно соединять с токовым входом устройства ФДСА-03М №2 контакт 3 разъема XT1.

Габаритные размеры устройства контроля пламени ФДСА-03М

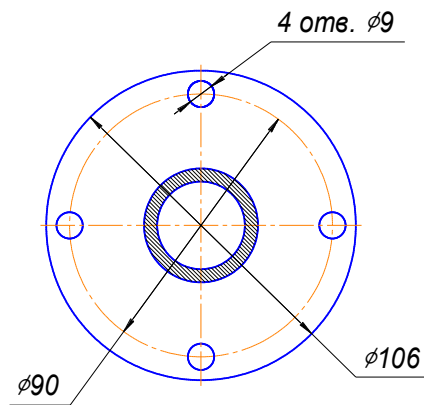


ПРИЛОЖЕНИЕ 7а

Конструкция устройства со стандартным монтажным узлом



Вид А



Программа ФДСА - интерфейс.

Программа верхнего уровня ФДСА - интерфейс предназначена для работы с приборами ФДСА-03М по интерфейсу RS-485 с использованием протокола MOD-BUS. Программа позволяет производить тестирование приборов, а также изменять любые параметры настройки и калибровки непосредственно в рабочем режиме (“на лету”). Функция получения графиков пламени в процессе розжига котла позволяет провести “изучение” пламени и набрать статистику, что может быть полезным в плане наиболее правильного определения уставок срабатывания релейных выходов.

Для работы необходимо подключить прибор к персональному компьютеру через последовательный порт (COM) посредством преобразователя интерфейсов RS232/RS485 (ADAM-4520 или аналогичный) и запустить программу FDSA_Interfase_UV.exe.

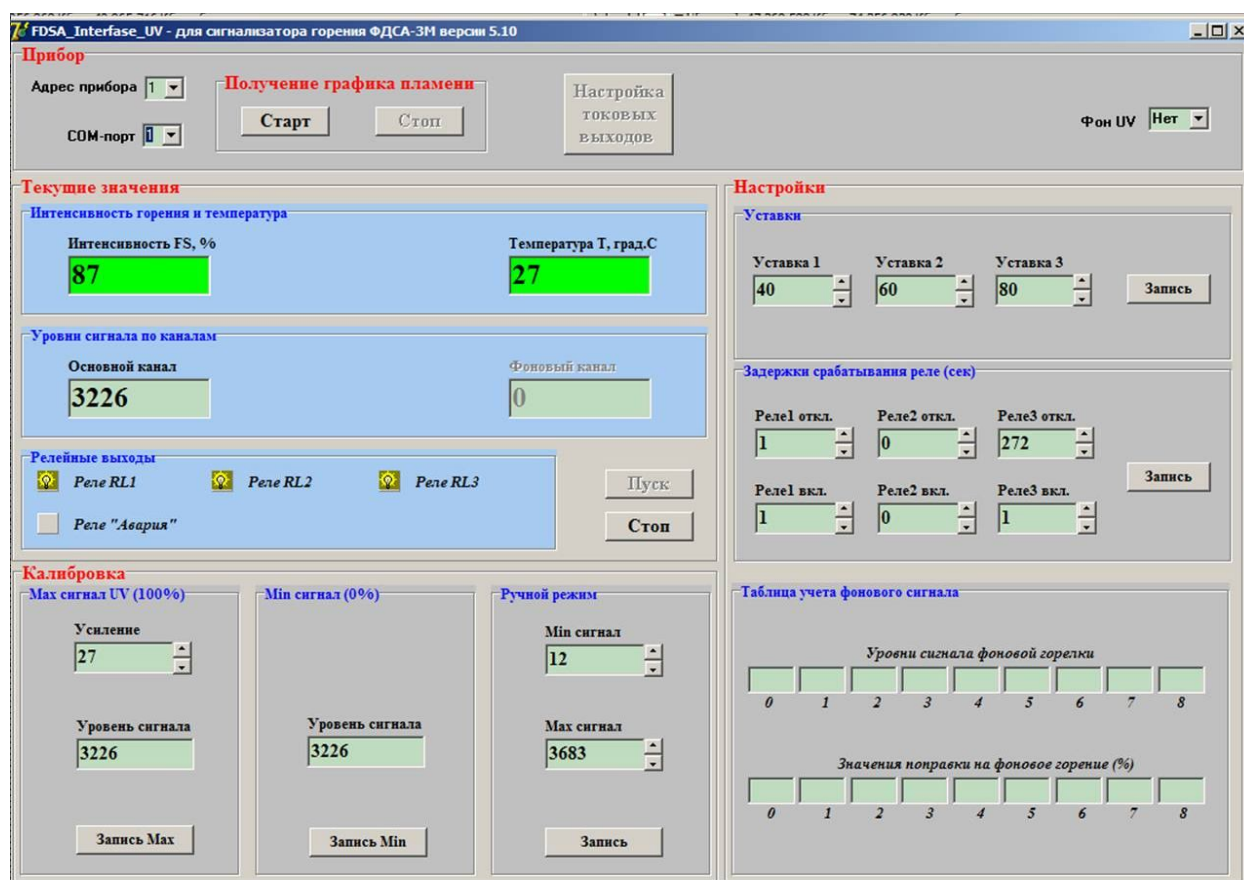


Рис.1 Главное окно программы.

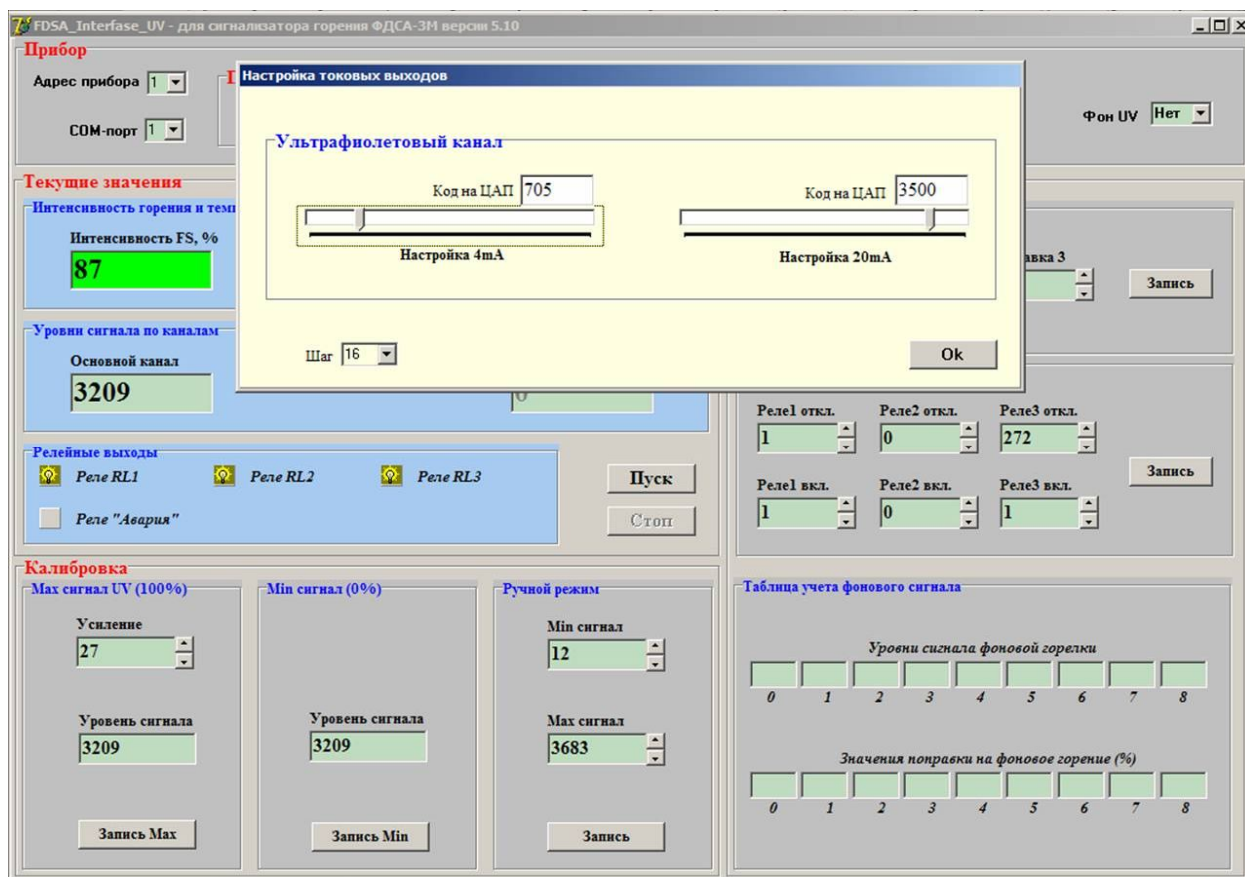
Программа запускается в режиме непрерывного опроса с интервалом 1 секунда и предоставляет следующие возможности:

- 1) чтение и отображение на экране текущих значений уровня сигнала и интенсивности, а также температуры внутри корпуса прибора;
- 2) чтение и отображение на экране состояния релейных выходов;
- 3) чтение и изменение параметров настройки приборов, в частности:
 - наличия фонового сигнала;
 - уставок и задержек срабатывания релейных выходов;
 - предельно допустимой температуры.
- 4) чтение и изменение параметров калибровки приборов, в частности:
 - усиления по ультрафиолетовому каналу;

- минимального и максимального значения сигналов.
- 5) получение графика пламени.

Все эти параметры доступны непосредственно в рабочем режиме (возможность изменения “на лету”).

Предусмотрена возможность настройки токовых выходов прибора непосредственно в рабочем режиме. Для этого необходимо остановить опрос нажатием кнопки «Стоп» и нажать кнопку «Настройка токовых выходов».



При этом появляется окно настройки токового выхода. Настройка осуществляется с помощью ползунковых регуляторов. Контроль значения выставяемого тока осуществляется по образцовому миллиамперметру, подключенному к соответствующему выходу.

Для получения графиков пламени необходимо нажать кнопку «Старт» (доступна только в режиме непрерывного опроса), а для вывода графиков на экран нажать кнопку «Стоп».

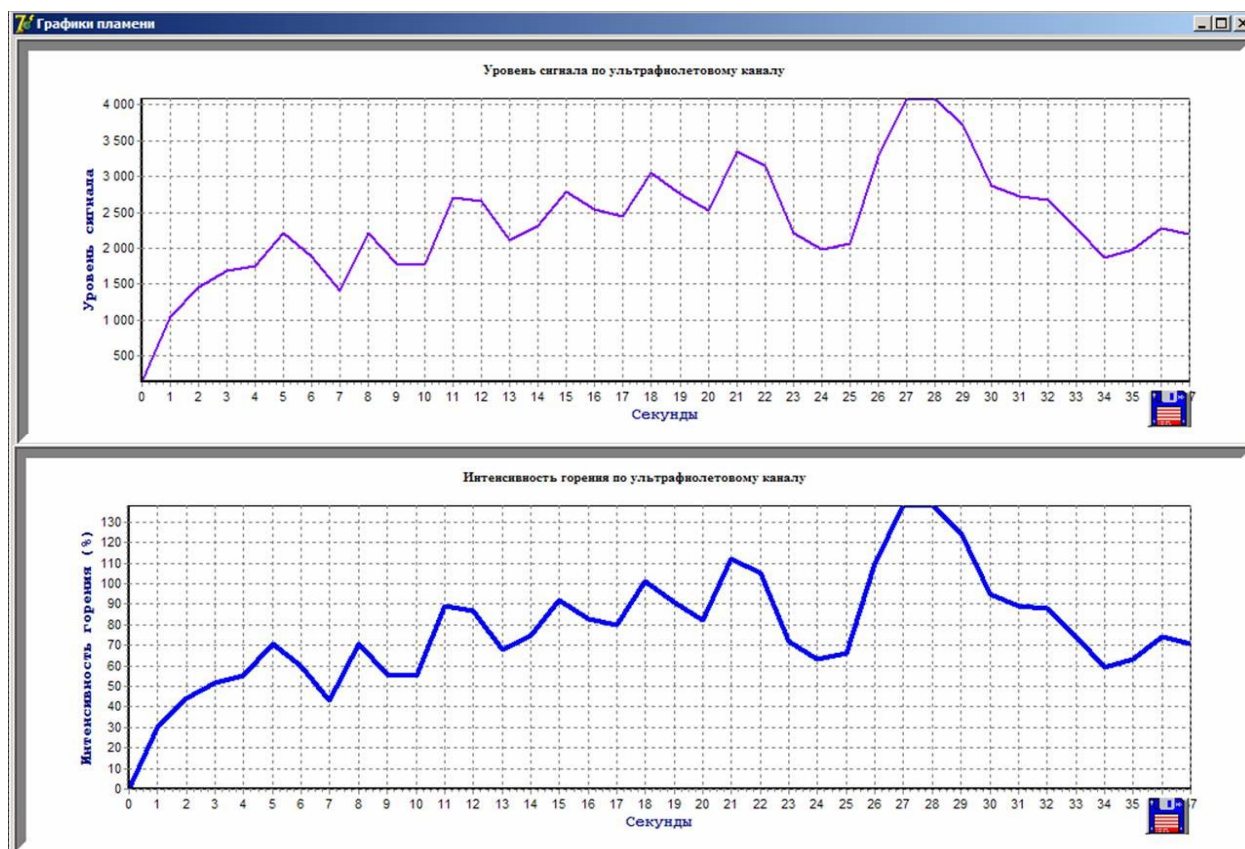


Рис.2 Графики пламени.

На верхнем графике выводится уровень сигнала (код АЦП в диапазоне от 0 до 4090). На нижнем графике выводится вычисленная интенсивность горения (в %).

Предоставляется возможность сохранения графиков в формате bmp (значок дискеты на графиках).

Кроме того, для детализации полученной картинке имеется возможность растянуть график. Для этого необходимо удерживая нажатой левую кнопку мыши выделить на графике прямоугольную область от левого верхнего до правого нижнего угла области. Для возврата к нормальному виду необходимо аналогичным образом выделить любую область начиная от левого верхнего до правого нижнего угла.

Графики пламени, полученные в процессе розжига котла, позволяют набрать статистику и могут оказать помощь в плане наиболее правильного определения уставок срабатывания релейных выходов.

Руководство по монтажу

1. Подвод воздуха.

Для нормальной работы устройства контроля пламени ФДСА-03М необходимо следить за тем, чтобы температура корпуса устройства не превышала максимально допустимого значения, и чтобы стекло ФДСА-03М не загрязнялось маслом, золой, сажей или грязью. Все это возможно, если обеспечить непрерывную продувку воздухом, в достаточном объеме. Монтаж устройства возможен либо с юстировочным монтажным узлом (Приложение 7б), либо со стандартным монтажным узлом (Приложение 7а). Подвод охлаждающего воздуха к устройству от магистрального воздуховода производится резиновыми или полимерными шлангами \varnothing 9-12мм или через штуцер 5, или через Y/T-образный тройник, как показано в Приложении 7б, штуцер 4 и 5.

В юстировочном монтажном узле реализована двухконтурная система охлаждения. Подвод воздуха осуществляется двумя штуцерами 4 и 5. Через штуцер 4 осуществляется поверхностный обдув монтажного узла и корпуса устройства. Через штуцер 5 подается воздух для внутреннего обдува стекла и охлаждения монтажного узла.

Воздух, подаваемый для охлаждения должен быть чистым, сухим и холодным.

В нормальных условиях, при использовании чистого топлива и умеренном температурном режиме, достаточный расход воздуха составляет примерно $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ (85 л/мин.). Если температура близка к верхнему рабочему пределу и/или используются грязные/пыльные виды топлива, может потребоваться до $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ (420 л/мин).

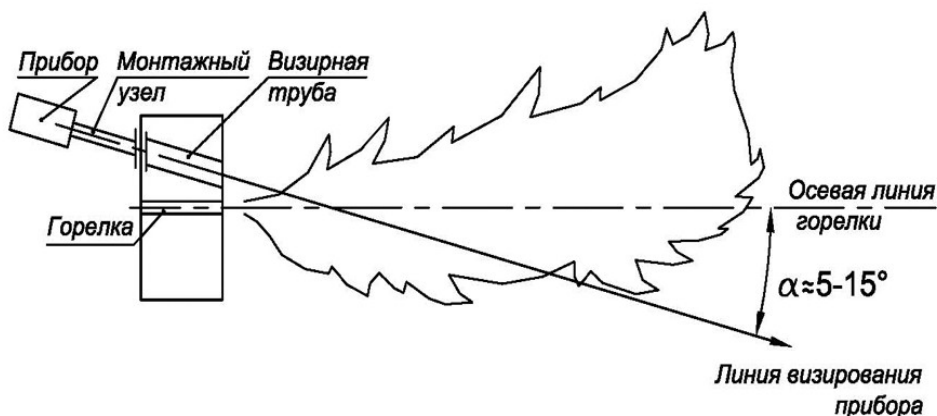
2. Визирная труба

Угол визирования устройства составляет $5-15^\circ$ к оси горелки. Для точной работы устройства необходимо придерживаться соотношения диаметра и длины визирной трубы, которое должно составлять не менее 32 мм. внутреннего диаметра трубы на каждые 1 м. длины.

3. Направление визирования в топке

Наилучший результат достигается, когда ФДСА-03М нацелен так, что линия визирования устройства пересекает осевую линию горелки под небольшим углом, захватывая максимальное пламя первичной области сгорания, как показано на рисунке. Область максимального УФ излучения находится рядом с основанием факела пламени. Излучение от фоновых горелок должно минимально попадать в область визирования устройства, в противном случае существует необходимость подключения устройства с учетом влияния фоновой горелки.

Физические препятствия, такие как лопасти воздушной заслонки и пр., НЕ ДОЛЖНЫ попадать на линию визирования устройства



ва.

Пламя должно полностью закрывать смотровое окно



Правильное расположение устройства должно удовлетворять следующему условию:

— Надежный контроль пламени при любом потоке воздуха и любой нагрузке печи (зоны горения топлива).

3.1. Разжечь одну горелку или поместить в топку источник света, для того чтобы топка стала освещенной и можно было настроить линию визирования фотодатчика на конец визирной трубы. Прodelать эту операцию для всех монтажных узлов для каждой горелки, горелку при этом можно не тушить и оставлять разожженной только одну.

3.2. Установите монтажный фланец для юстировочного монтажного узла. Для юстировочного монтажного узла предусмотрена установка как под 3 болта так и под 4.

— визуально отцентрируйте монтажный фланец относительно визирной трубы на «светлой топке», затяните шарнирное крепление монтажного фланца, затянув три винта, расположенные у основания, при необходимости можно закрепить временной сваркой. Монтажный узел должен располагаться под наклоном, во избежание скопления грязи и сажи. Установите устройство, после чего подсоединить разъемы 2РМД к устройству ФДСА-03М.

3.3. Чрезмерный сигнал пламени может повлиять на процесс распознавания пламени, что приведет к неправильной работе устройства. Для уменьшения уровня сигнала, или увеличения качества распознавания пламени, необходимо скорректировать усиление встроенным усилителем. При условии, что чрезмерный сигнал возникает на всех режимах работы котла (розжиг, прогрев, номинальная мощность).

4. Монтаж линий связи и питающих проводов

При монтаже устройства использовать следующие типы проводов:

- 1) Для цепей питания и цепей токового входа и токового выхода (контакты 1 – 4 и 8 – 10 разъема ХТ1) использовать экранированные провода типа МГШВЭ или аналогичные сечением 0,35 – 0,5 мм².

2) Для цепей интерфейса RS-485 (контакты 6, 7 разъема ХТ1) использовать экранированную витую пару типа STP2 или аналогичную.

3) Для цепей контактов реле (контакты 1 – 8 разъема ХТ2) использовать провода типа МГШВ или аналогичные сечением 0,5 – 0,75 мм².

Необходимо подключить защитное заземление к корпусу устройства проводом сечением 1,5 – 2,5 мм².

Кабель устройства должен быть установлен в жесткий или гибкий металлический трубопровод.

Необходимо удостовериться, что высоковольтный кабель, идущий в комплекте с источником высокого напряжения является кабелем с распределенным сопротивлением (1 – 3 кОм на метр).

В случае если высоковольтный кабель идущий в комплекте с источником высокого напряжения является обычным медным кабелем, НЕОБХОДИМО использовать идущий в комплекте с устройством высоковольтный кабель с распределенным сопротивлением (длина кабеля – 1,5 м.).

Устройство контроля пламени и кабель устройства рекомендуется располагать на расстоянии не менее 30 см от проводов любой индуктивной нагрузки, связанных с индуктивными устройствами, источниками высокого напряжения, высоковольтными или высокоэнергетическими запальниками.

Заземление корпуса запальника производить многожильным медным проводом сечением 1,5 – 2,5 мм².