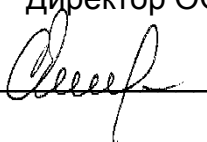


42 1515



УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «Дитангаз»

 С.А.Чичеров

ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЛПАР.413411.001 РЭ
с изменением 1

Дата введения 15.07.2024 г.

1 Основные сведения.....	4
2 Сведения о приемке.....	4
3 Описание и работа газоанализатора.....	5
3.1 Назначение.....	5
3.2 Технические характеристики.....	5
3.3. Комплектность.....	7
3.4 Устройство и работа.....	7
3.4.1 Принцип работы.....	7
3.4.2 Наименование узлов прибора.....	8
3.4.3 Особенности основных узлов прибора.....	8
3.4.3.1 Встроенный термопринтер.....	8
3.4.3.2 Дисплей.....	8
3.4.3.3 Клавиатура.....	9
3.4.3.4 Аккумулятор.....	9
3.4.3.5 Сенсорная камера с установленными датчиками.....	9
3.4.3.6 Насосы газовой пробы.....	9
3.4.3.7 Фильтр тонкой очистки.....	9
3.4.3.8 Пробоотборный зонд.....	9
3.4.3.9 Интерфейс RS-232.....	10
3.5 Программное обеспечение.....	10
3.6 Маркировка и пломбирование.....	10
4. Использование по назначению.....	10
4.1 Меры безопасности при работе с прибором.....	10
4.2 Общие сведения.....	11
4.3 Назначение клавиш.....	11
4.4 Обозначения анализируемых величин.....	11
4.5 Зарядка аккумулятора.....	12
4.6 Включение и выключение прибора.....	12
4.7 Режим газоанализатор.....	12
4.7.1 Подготовка к измерению.....	12
4.7.2 Место измерения.....	13
4.7.3 Индикация результатов измерения.....	13
4.7.4 Измерение содержания компонентов в газовой смеси.....	14
4.7.5 Регистрация результатов измерения.....	15
4.7.6 Защита электрохимических датчиков.....	15
4.7.7 Завершение анализа газовой пробы.....	16
4.7.8 Работа газоанализатора с блоком подготовки пробы БПП-510.....	16
4.8 Режим давление/скорость.....	17
4.9 Режим температура.....	18
4.10 Режим детектор сажи.....	19
4.11 Просмотр памяти.....	19
4.12 Сведения о приборе.....	20
4.13 Меню установок.....	20
4.13.1 Состояние прибора.....	21
4.13.2 Сжигаемое топливо.....	21
4.13.2.1 Характеристики топлива.....	21
4.13.2.2 Изменение параметров топлива.....	22
4.13.2.3 Редактирование текстовой строки.....	22
4.13.2.4 Ввод цифрового значения.....	22
4.13.3 Выбор объекта измерения.....	22
4.13.4 Выбор единиц измерения.....	23
4.13.5 Основные установки.....	23
4.13.6 Сервис.....	24
4.13.6.1 Проверка герметичности газового тракта.....	24
4.13.6.2 Обслуживание аккумулятора.....	24
4.13.6.3 Режим NDIR блока.....	24
4.13.6.4 Режим БПП-510.....	24
4.13.6.5 Заводские установки.....	25
4.14 Основные формулы для расчета.....	25
4.14.1 Избыток воздуха.....	25
4.14.2 Содержание CO ₂ в отходящих газах.....	25
4.14.3 Теплотери при сгорании.....	25
4.14.4 Пересчет результата измерения газов.....	26
4.14.5 Расчет скорости и расхода.....	27
4.15 Уход за газоанализатором при эксплуатации.....	27
4.16 Возможные ошибки в работе, неисправности и способы их устранения.....	28

5 Сведения о техническом обслуживании и ремонте.....	29
6 Поверка.....	30
7 Правила хранения и транспортировки.....	30
8 Утилизация.....	30
9 Гарантийные обязательства	30
Приложение А	32
Приложение Б	46
Приложение В	48
Приложение Г	49
Приложение Д	50
Приложение Е	51
Приложение Ж. Работа газоанализатора в режиме внешнего управления.....	52

3 Описание и работа газоанализатора

3.1 Назначение

3.1.1 Газоанализатор ДАГ-510 предназначен для:

- измерения содержания кислорода (O₂), оксида углерода (CO), оксида азота (NO), диоксида азота (NO₂), сернистого ангидрида (SO₂), сероводорода (H₂S) и углеводородов (по метану или пропану) в отходящих газах топливосжигающих установок;
- измерения температуры газового потока в точке отбора пробы и температуры воздуха;
- измерения абсолютного давления, разности давлений, избыточного давления и разрежения;
- определения расчетным методом в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90 скорости и расхода газопылевых потоков при работе с измерительным зондом – пневмометрической трубкой Пито или НИИОГАЗ;
- определения расчетным методом содержания диоксида углерода (CO₂) и суммы оксидов азота (NO_x);
- определения расчетным методом технологических параметров топливосжигающих установок;
- коэффициента избытка воздуха и коэффициента потерь тепла.

3.1.2 Основные области применения газоанализатора: экологический контроль содержания загрязняющих веществ в отходящих газах стационарных и передвижных источников промышленных выбросов, настройка топливосжигающих установок, оптимизация процесса горения топлива.

3.1.3 Климатические условия эксплуатации газоанализатора:

- температура от 5 до 40 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 75 % при 30 °С и более низких температурах без конденсации влаги (группа В2 по ГОСТ 52931-2008);
- атмосферное давление от 91 до 105 кПа.

3.1.4 Максимальная амплитуда вибрации (с частотой от 5 до 35 Гц) 0,35 мм (группа L2 по ГОСТ 52931-2008);

3.1.5 Газоанализатор предназначен для работы в невзрывоопасных условиях.

3.2 Технические характеристики

Газоанализатор ДАГ-510 производится в нескольких вариантах исполнения, отличающихся количеством измеряемых компонентов, диапазонами измерения и средствами пробоотбора и пробоподготовки. Перечень измеряемых и рассчитываемых параметров, диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности газоанализаторов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Определяемый компонент/ параметр	Единица измерений	Диапазон измерений	Участок диапазона измерений, в котором нормируется основная погрешность	Пределы допускаемой основной погрешности		Единица младшего разряда индикации
				абсолютной	относительной	
Кислород (O ₂) ¹⁾	Объемная доля, %	от 0 до 21	от 0 до 4 включ.	±0,2	–	0,01
			св. 4 до 21	–	±5 %	
Оксид углерода (CO) ¹⁾	Объемная доля, млн ⁻¹ (ppm)	от 0 до 40000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1
			св. 1000 до 40000	–	±10 %	
		от 0 до 4000	от 0 до 100 включ.	±10	–	0,1
			св. 100 до 4000	–	±10 %	
от 0 до 400		от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 400	–	±10 %		
Оксид азота (NO) ¹⁾		от 0 до 2000	от 0 до 250 включ.	±25	–	1
			св. 250 до 2000	–	±10 %	
		от 0 до 400	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1
			св. 50 до 400	–	±10 %	
Диоксид азота (NO ₂) ¹⁾		от 0 до 100	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1 / 1
			св. 10 до 100	–	±10 %	
		от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1
			св. 100 до 400	–	±10 %	
Сернистый ангидрид (SO ₂) ¹⁾		от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1
			св. 50 до 200	–	±10 %	
		от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	1
			св. 10 до 50	–	±10 %	
Сероводород (H ₂ S) ¹⁾		от 0 до 2000	от 0 до 250 включ.	±25	–	0,1 / 1
			св. 250 до 2000	–	±10 %	
		от 0 до 400	от 0 до 50 включ.	±5	–	1
			св. 50 до 400	–	±10 %	
Углеводороды (по C ₃ H ₈) ¹⁾		от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1 / 1
			св. 10 до 50	–	±10 %	
		от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1
			св. 100 до 400	–	±10 %	
Температура газового потока ²⁾		от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1
			св. 50 до 200	–	±10 %	
	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±100	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Температура окружающей среды ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–	1	
		св. 100 до 400	–	±10 %		
Углекислый газ (CO ₂)	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	–	1	
		св. 1000 до 5000	–	±10 %		
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	–	0,1 / 1	
		св. 50 до 200	–	±10 %		
Скорость потока ²⁾	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	–	0,1	
		св. 10 до 50	–	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	–		

3.2.2 Предел допускаемой вариации показаний, в долях предела допускаемой основной погрешности 0,5

3.2.3 Предел допускаемой суммарной дополнительной погрешности от изменения содержания допустимых неизмеряемых компонентов анализируемой газовой смеси, в долях предела допускаемой

основной погрешности	0,5
3.2.4 Предел допускаемой дополнительной погрешности от изменения влагосодержания анализируемой газовой смеси, в долях предела допускаемой основной погрешности	0,5
3.2.5 Допустимая перегрузка канала разности давления по входам без перекалибровки, кПа	3
3.2.6 Предельная перегрузка по входам канала разности давления без разрушения датчика, кПа	30
3.2.7 Предельное статическое давление канала разности давления, подаваемое на оба входа одновременно, кПа	200
3.2.8 Предельная перегрузка канала абсолютного давления без разрушения датчика, кПа	200
3.2.9 Межповерочный интервал, лет	1
3.2.10 Максимальный расход анализируемой газовой смеси, л/мин, не более	1,5
3.2.11 Время прогрева, мин, не более	10
3.2.12 Время установления показаний, с, не более	300
3.2.13 Интервал времени работы без корректировки показаний, ч, не менее	1000
3.2.14 Напряжение для зарядки встроенного аккумулятора, В	12 ± 2
3.2.15 Потребляемая мощность, Вт, не более	20
3.2.16 Время непрерывной работы от аккумулятора (без энергопотребления подсветкой дисплея и термопринтером), ч, не менее	8
3.2.17 Время зарядки аккумулятора, ч, не более	8
3.2.18 Габаритные размеры, мм, не более	300x110x100
3.2.19 Масса газоанализатора, кг, не более	2
3.2.20 Средняя наработка на отказ, час, не менее	10000
3.2.21 Средний срок службы, лет, не менее	8

3.3. Комплектность

Комплектность поставки газоанализаторов ДАГ510 приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

№ п/п	Наименование, тип	Обозначение	Кол-во
1	Газоанализатор ДАГ-510	ЛПАР. 413411.001()	1 шт.
2	Блок подготовки пробы «БПП-510» переносной * или блок подготовки пробы «БПП-510» стационарный *	ЛПАР.418312.00()	1 шт.
3	Пробоотборный зонд в комплекте с соединительным шлангом и конденсатосборником *	6У-ГЗ-500	1 шт.
4	Соединительный шланг со штуцером для измерения разности давления, скорости *	ЛПАР.413312.004	2 шт.
5	Программа обмена с ДАГ-510 в комплекте с кабелем для ПК *	ЛПАР. 413411.001 ПМ1	1 шт.
6	Сетевой адаптер	АС-220-S-12-400	1 шт.
7	Сумка для транспортирования	Артикул 195-95	1 шт.
8	Руководство по эксплуатации	ЛПАР. 413411.001 РЭ	1 экз.
* Поставляются по отдельному заказу			

3.4 Устройство и работа

3.4.1 Принцип работы

Принцип действия газоанализаторов основан на применении комплекта электрохимических измерительных датчиков - для измерения содержания O₂, CO, NO, NO₂, SO₂, и H₂S, термоэлектрического преобразователя для измерения температуры газового потока, полупроводниковых датчиков - для измерения температуры окружающей среды, измерения абсолютного давления и разности давлений.

Сигналы, поступающие с датчиков, подаются на нормирующие усилители, после чего преобразуются в цифровой вид на аналого-цифровом преобразователе и поступают на обработку в микропроцессорный контроллер. Микропроцессор выполняет температурную компенсацию, устранение перекрестных влияний одного измеряемого газа на другой, пересчет сигнала в соответствующую измеряемую величину с учетом единиц измерения и выводит результат измерения дисплей, принтер или персональный компьютер.

3.4.2 Наименование узлов прибора

Нумерация устройств и составных частей прибора представлено по структурной схеме газоанализатора, содержащей номера и условные обозначения составных частей. Структурная схема приведена в Приложении В:

- 1) встроенный термопринтер.
- 2) жидкокристаллический дисплей;
- 3) пленочная клавиатура;
- 4) микропроцессорный контроллер, осуществляющий основные расчеты и управление всеми устройствами прибора;
- 5) преобразователь напряжения, предназначенный для зарядки аккумулятора и питания всех устройств прибора;
- 6) NiMH аккумулятор;
- 7) аналого-цифровой преобразователь;
- 8) цифро-аналоговый преобразователь;
- 9) аналоговый коммутатор;
- 10) нормирующие усилители сигнала;
- 11) сенсорная камера с установленными датчиками;
- 12) датчик температуры прибора, служит для контроля условий проведения измерений и термокомпенсации;
- 13) датчик абсолютного давления, представляющий полупроводниковый преобразователь давления с аналоговым выходом для измерения абсолютного давления, необходимого для расчетов скорости и расхода газопылевого потока;
- 14) полупроводниковый датчик разности давлений, предназначен для измерения разности давлений между положительным портом, подключенным к гнезду «+pd» (27) и отрицательным, подключенным к гнезду «pa/-pd» (26);
- 15) датчик разности давлений, предназначенный для контроля расхода пробы, поступающей на измерение;
- 16) газовый демпфер;
- 17) контроллер инфракрасного измерительного модуля;
- 18) измерительный канал инфракрасного модуля;
- 19) насос газовой пробы;
- 20) фильтр тонкой очистки;
- 21) насос защиты датчиков;
- 22) интерфейс RS-232 «PC»;
- 23) интерфейс RS-232 «БПП-510»;
- 24) разъем «=12В» для подключения сетевого адаптера;
- 25) разъем «ЗОНД» для подключения термопары пробоотборного зонда;
- 26) гнездо «pa/-pd», подключены датчики отрицательный порт датчика разности давления и датчик абсолютного давления;
- 27) гнездо «+pd», подключен положительный порт датчика разности давления;
- 28) гнездо «ПРОБА», предназначенное для подключения пробоотборного зонда или с блока подготовки пробы;
- 29) дренажное отверстие.

3.4.3 Особенности основных узлов прибора

3.4.3.1 Встроенный термопринтер

Работа принтера основана на принципе печати с использованием термочувствительной бумаги, изменяющей цвет при нагреве. Точечный нагрев бумаги осуществляется перемещающейся головкой с семью вертикальными элементами. Для нормальной работы принтера должна применяться термобумага шириной 58±0,1 мм при максимальном диаметре рулона 40 мм, намотанная термочувствительным слоем наружу. Для установки нового рулона необходимо на конце бумаги сделать ножницами косой срез (см. рис. Б.2 приложения Б). Затем аккуратно вставить срез над блестящей планкой печатающего механизма до появления бумаги в месте выхода со стороны головки принтера. За срез вытянуть бумагу на (10 – 15) см и просунуть в щель крышки принтера. После этого крышку закрыть.

Следует оберегать принтер от попадания пыли, которая сокращает срок его службы, а мелкий мусор, попавший в щель выхода бумаги, может привести к заклиниванию механизма печати.

3.4.3.2 Дисплей

В приборе применяется жидкокристаллический графический дисплей с подсветкой. Яркость подсветки может индивидуально настраиваться пользователем. При работе с прибором следует

учитывать значительное энергопотребление включенной подсветки, которое сокращает время автономной работы прибора. При хранении прибора в помещении с отрицательной температурой следует иметь в виду, что при температуре ниже минус 25 °С дисплей может выйти из строя.

3.4.3.3 Клавиатура

Пленочная клавиатура прибора является стойкой к истиранию, но может быть повреждена острым предметом. Чистить клавиатуру можно влажной тканью без применения едких моющих средств.

3.4.3.4 Аккумулятор

В приборе установлены NiMH перезаряжаемые батареи емкостью 4 Ач напряжением 6,15 В, характерным свойством которых является эффект «памяти», выражающийся в частичной потере емкости при зарядке не полностью разряженного аккумулятора. В связи с этим не рекомендуется заряжать аккумулятор, если он не полностью разряжен. Для полной разрядки аккумулятора можно воспользоваться функцией обслуживания аккумулятора, см. п. 4.13.6.2.

Зарядка аккумулятора производится специальным режимом, который автоматически включается, если к газоанализатору, у которого выключено питание, подключить сетевой адаптер включенный в сеть. Во избежание выхода прибора из строя необходимо использовать только сетевой адаптер, входящий в комплект поставки.

Газоанализатор индицирует напряжение на аккумуляторе и приблизительно степень зарядки аккумулятора (рис. 4.1). Зарядка прекращается автоматически после полного завершения процесса, при этом выводится сообщение «Аккумулятор заряжен». В процессе зарядки газоанализатором автоматически контролируется температурный режим аккумулятора встроенным датчиком температуры. Оптимальным является режим зарядки в диапазоне от +5 °С до +45 °С - рабочем диапазоне температур прибора. При неблагоприятной температуре заряжаемого аккумулятора прибор индицирует сообщение: «Внимание! Перегрев аккумулятора. Бережный заряд», или «Внимание! Переохлаждение аккумулятора. Бережный заряд». Попытка зарядить аккумулятор при низких отрицательных температурах может привести к выходу аккумулятора из строя.

3.4.3.5 Сенсорная камера с установленными датчиками

Принцип анализа газовой смеси основан на использовании электрохимических ячеек. Они являются основой 2^х, 3^х и 4^х электродных датчиков, применяемых в приборе. Датчики установлены на сенсорной камере, на которую подается измеряемая газовая проба. Большую роль на точность измерения электрохимическими датчиками оказывает скорость поступления газа в сенсорную камеру и давление в сенсорной камере. Поэтому необходимо обеспечить:

- поступление измеряемой газовой смеси без избыточного давления, только за счет встроенного насоса с требуемым расходом, при необходимости анализа газов, находящихся под давлением (например, в баллоне или технологической магистрали), то необходимо выполнить сброс лишнего газа, например, через ротаметр.

- отсутствие избыточного давления в сенсорной камере, которое может возникнуть при закрытии выходных отверстий на корпусе прибора.

Для гарантии точных измерений нужно всегда обращать внимание на то, чтобы в измерительную камеру не попали пыль, сажа и конденсат. Поэтому необходимо своевременно заменять фильтры и вовремя освобождать ловушки конденсата от жидкости.

Срок службы для электрохимических датчиков до 5 лет, исключая датчик кислорода, который служит около 2 лет. Работоспособность датчика кислорода слабо зависит от интенсивности использования прибора, ресурс остальных датчиков уменьшается от времени и концентраций газов, измеряемых прибором при эксплуатации.

3.4.3.6 Насосы газовой пробы.

В газоанализаторе установлены высококачественные, устойчивые к агрессивным средам дымового газа мембранные насосы. Один насос предназначен для отбора пробы с места измерения с разрежением до 10 кПа. Второй насос служит для продувки электрохимических датчиков при превышении диапазонов измерения и отключении отбираемой пробы от всех каналов измерения кроме O₂ и ИК модуля.

3.4.3.7 Фильтр тонкой очистки

Для защиты основных устройств газового тракта газоанализатора на входе за гнездом «Проба» установлен фильтр тонкой очистки. Он обладает достаточным ресурсом и меняется один раз в год при очередном техническом обслуживании газоанализатора. Замена должна производиться только на фильтр аналогичного типа.

3.4.3.8 Пробоотборный зонд

Для газоанализатора ДАГ-510 поставляются зонды забора газа следующих модификаций:

- зонд типа А (стандартная комплектация), состоит из пробоотборной металлической трубки длиной 782 мм со встроенной термопарой типа «К» с передвижным конусом для фиксирования зонда, ручки к которой подсоединены газоотводный шланг длиной 2 метра и компенсирующий провод той же длины. В шланг врезан конденсатосборник со встроенным с фильтром грубой очистки. Термокомпенсирующий провод подключается к термопаре через специальное термокомпенсирующее разъемное соединение. На этой трубке также в трубе отходящего газа.

- зонд типа В (поставляется по отдельному заказу), аналогичный зонду типа А, но с ручкой имеющей щель для размещения фильтровальной бумаги, которая устанавливается при нажатии на специальный курок.

Примечание: По заказу трубки к зондам типа А и В могут поставляться длиной 332-782-1500-2500 мм. **ВНИМАНИЕ!**

НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПЕРЕЛИВ КОНДЕНСАТА И ПОПАДАНИЕ ВОДЫ В ПРИБОР.

Если это произошло, нужно разобрать ловушку конденсата, затем "высушить" прибор включив режим «газоанализатор» и насос отбора пробы на продолжительное время (по меньшей мере в течение 4-х часов).

После каждого измерения необходимо проверять и при необходимости заменять фильтр грубой очистки, опоражнивать конденсатосборник при наличии конденсата и, желательно, просушить его в разобранном виде.

Зонды забора газа должны регулярно прочищаться, прорезь для фильтровальной бумаги чиститься бензином, при появлении конденсата в газоотводных шлангах его необходимо удалять.

При повреждении термоэлемента необходимо заменить трубку вместе с термоэлементом. Замена может быть произведена на месте самим пользователем.

3.4.3.9 Интерфейс RS-232

Газоанализатор оснащен двумя последовательными портами RS-232:

- для связи с персональным компьютером «РС»;
- для пользоваться интерфейсным кабелем нашего производства.
- **ВНИМАНИЕ!** управления блоком подготовки пробы «БПП».

Назначение контактов разъемов и распайка кабеля для связи газоанализатора ДАГ-510 и персональным компьютером совместимым с IBM PC приведена в таблице Е.1, формат выходных данных в таблице Е.2 приложения Е.

Рекомендуется Перед подключением интерфейса проверьте наличие заземления у компьютера. Все соединения необходимо выполнять при выключенном питании.

К нашей программе поставок относится также программное обеспечение к компьютерам, на которых осуществляется накопление и обработка данных.

3.5 Программное обеспечение

Газоанализатор имеет встроенное программное обеспечение, которое обеспечивает взаимодействие между отдельными компонентами газоанализатора, расчет измеряемых величин и вывод результатов измерений на дисплей и во внутреннюю память.

В меню прибора НАСТРОЙКИ – О ПРИБОРЕ отражена версия ПО: не ниже 0612.02A.001.

Программное обеспечение устанавливается только на заводе-изготовителе при изготовлении прибора.

При калибровке прибора вносятся изменения в калибровочные коэффициенты датчиков. Эту процедура проводится только на заводе-изготовителе. Данные передаются в зашифрованном виде по проприетарному протоколу. Возможность внесения изменений в программное обеспечение через внешние интерфейсы прибора физически исключена.

3.6 Маркировка и пломбирование

На передней панели газоанализатора нанесено наименование и условное обозначение, сведения о предприятии изготовителе, его товарный знак, знак утверждения типа, степень защиты прибора. На основании газоанализатора на этикетке нанесены: обозначение, заводской номер, дата изготовления. На боковой стенке прибора возле разъемов и гнезд нанесена соответствующая им маркировка.

Предусмотрено пломбирование газоанализатора после его калибровки и поверки, для этого пломбируется винт, находящийся на основании газоанализатора.

4. Использование по назначению

4.1 Меры безопасности при работе с прибором

К работе с газоанализатором допускаются лица, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности при работах с радиоизмерительными приборами, ознакомившиеся с настоящим РЭ,

усвоившие безопасные приемы и методы работы.

Все подключения кабелей и жгутов разрешается производить только при отключенном питании подключаемого оборудования. Запрещается сброс анализируемой пробы или поверочных газовых смесей в помещении, не оборудованном вытяжной вентиляцией.

4.2 Общие сведения

Приступая к работе с газоанализатором необходимо тщательно изучить все разделы настоящего руководства. При работе необходимо строго выполнять порядок операций, указанных в настоящем РЭ.

После пребывания газоанализатора при пониженной температуре, необходимо выдержать прибор не менее 2х часов, после чего приступать к эксплуатации.

Газоанализатор любой модификации может работать в составе с блоком подготовки пробы БПП-510. Рекомендуется использование блока подготовки пробы при длительных измерениях, в связи с образованием большого количества конденсата и абсорбции в нем измеряемых компонентов, а так же в условиях, когда невозможно произвести корректную установку «нуля» датчиков по чистому воздуху. Предварительная подготовка пробы особенно актуальна при измерении концентрации загрязняющих веществ, близкой к ПДК рабочей зоны. Особенности работы с блоком подготовки пробы описаны пункте 4.7.8 руководства.

4.3 Назначение клавиш

Внешний вид передней панели прибора с пленочной клавиатурой показан в приложении Б на рисунке Б.1. Клавиша  предназначена для включения и выключения прибора.

Клавишей  включается и выключается подсветка дисплея.

Нажатием клавиши  в большинстве случаев на дисплей выводится краткая справочная информация, содержащая рекомендации по текущему режиму работы прибора.

Клавишей  выводятся подменю в измерительных режимах и при работе с памятью, открываются для редактирования справочники объектов измерения и типов сжигаемого топлива.

Клавишей **ESC** осуществляется выход из текущего режима, меню, отказ от редактирования без сохранения изменений, прерывание вывода протокола измерения на принтер.

Клавишей  производится ввод строки, подтверждение ввода величины. В измерительных режимах клавиша имеет дополнительное назначение, которое будет описано в соответствующих разделах руководства.

Клавишами от  до  производится выбор пункта меню, ввод числового значения при редактировании. Кроме того, в режиме измерения и при редактировании эти клавиши имеют дополнительное назначение в соответствии с символами, находящимися над клавишами.

Нажатием клавиши  (<X>) в измерительных режимах производится усреднение результатов измерения для снижения нестабильности показаний.

Клавишей  (START/STOP) приостанавливается обновление результатов в измерительных режимах и производится управление насосом отбора пробы в режиме. При редактировании клавишей удаляется предшествующий маркеру символ.

4.4 Обозначения анализируемых величин

Обозначения измеряемых и рассчитываемых величин в таблице 4.1.

Таблица 4.1

O ₂	содержание кислорода
CO	содержание угарного газа
CO ₂	содержание углекислого газа
NO	содержание окиси азота
NO ₂	содержание двуокиси азота
NO _x	суммарное содержание окислов азота
SO ₂	содержание двуокиси серы
H ₂ S	содержание сероводорода
Q _a	суммарный коэффициент потерь
Q ₂	коэффициент потерь, обусловленный разностью температур между смеси топлива с воздухом и отходящими газами
Q ₃	коэффициент потерь от химической неполноты сгорания
Alf	коэффициент избытка воздуха
Pa	абсолютное давление
Pd	разность давлений
Q _{vp}	объемный расход отбираемой на измерение пробы (производительность насоса)
Uac	напряжение аккумулятора

v	скорость газопылевого потока в точке измерения
v_p	средняя скорость газопылевого потока по всем измеренным точкам
Q_{vg}	объемный расход газа, приведенный к нормальным условиям
T_g	температура газа в точке отбора пробы
T_a	температура окружающего воздуха
T_d	температура внутри прибора
T_i	температура воздуха, поступающего на горение
$t_{\uparrow}$	максимальная температура с начала измерения
$t_{\downarrow}$	минимальная температура с начала измерения
$t_{\updownarrow}$	разность между максимальной и минимальной температурой
t_p	средняя температура по всем измеренным точкам
n	количество проведенных замеров по сечению газотока

4.5 Зарядка аккумулятора

Для зарядки аккумулятора необходимо к газоанализатору, у которого выключено питание, подключить сетевой адаптер, входящий в комплект поставки, при этом газоанализатор автоматически включается и индицирует процесс зарядки аккумулятора (рис. 4.1).

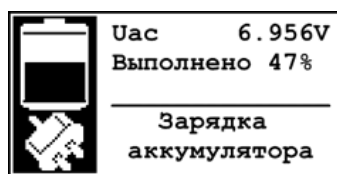


Рис. 4.1

После достижения полной зарядки аккумулятора (100 %), она автоматически прекращается и выводится сообщение «Аккумулятор заряжен». При отключении сетевого адаптера прибор самостоятельно отключается. Для перехода в меню режимов работы необходимо нажать клавишу **ESC**, зарядка аккумулятора при этом прекращается, даже если она не была завершена. Более подробно о зарядке аккумулятора можно прочитать в п. 3.4.3.4.

4.6 Включение и выключение прибора

Включение производится нажатием клавиши **ⓘ** на время около одной секунды. После тестирования аппаратных средств и настроек на дисплей выводится меню режимов работы (рисунок 4.2). Если в течение трех минут не будет выбран ни один из режимов работы, то для предотвращения разряда аккумулятора газоанализатор автоматически отключается. При возникновении затруднений в работе с

газоанализатор	1	прибором или назначением вызванного режима прибора нажатием
давление/скорость	2	клавиши ⓘ можно получить краткую справочную информацию
температура	3	(помощь), содержащую рекомендации по текущему режиму работы
детектор сажи	4	прибора, последовательности проведения измерений и назначений
просмотр памяти	5	клавиш в данном режиме. Информация может быть представлена
сведения о приборе	6	нескольких

Рис. 4.2

экранах, стрелки, расположенные с права в верхнем и нижнем поле экрана, показывают на наличие продолжения текста справки.

Клавиша **ESC** возврат к окну, из которого была вызвана справка. Прибор автоматически отключает режим справки после 3 минут ожидания.

Из меню режимов работы можно вызвать меню основных установок клавишей **Ⓜ**.

Выключение прибора производится повторным нажатием клавиши **ⓘ**, в течение 5 секунд до выключения будет издавать прерывистый звуковой сигнал. Звуковой сигнал так же подается в случае необходимости привлечения внимания оператора к сообщениям на дисплее прибора, значкам и символам состояния устройств в измерительных режимах, а также при необходимости ввода информации. Если во время работы произошло случайное нажатие клавиши выключения, то в течение 5 секунд нажатием любой другой клавиши команду выключения можно отменить. Перед выключением прибора в режиме газоанализатор необходимо выполнить условия, изложенные в п.4.7.7.

4.7 Режим газоанализатор

4.7.1 Подготовка к измерению

Перед включением газоанализатора необходимо выполнить следующие операции:

- проверить отсутствие конденсата в конденсатосборнике и фильтр грубой очистки газа (при загрязнении обязательно заменить другим);
- присоединить к гнезду ЗОНД штекер датчика температуры газа (термопары), расположенного в пробоотборном зонде;
- к гнезду ПРОБА присоединить штуцер газового шланга пробоотборного зонда.

Отверстия для выхода газовой пробы в основании газоанализатора должны оставаться открытыми в течение всего времени работы. Случайное их перекрытие приведет к некорректной

установке нуля датчиков и недостоверности результатов измерения.

Пробоотборный зонд не должен находиться в потоке дымового газа, так как установка «нуля» датчиков прибора должна производиться по чистому атмосферному воздуху.

Включить газоанализатор. Выбрать режим ГАЗОАНАЛИЗАТОР в меню режимов, после чего прибор автоматически начнет выполнять подготовку к измерению. В ходе подготовки проверяется соответствие условиям проведения измерения, заложенным в программе газоанализатора, следующих параметров:

- напряжение аккумулятора U_{ac} ,
- температура газа T_g ,
- температура воздуха T_a ,
- температура внутри прибора T_d ,
- производительность насоса Q_v .

Значения контролируемых в ходе подготовки параметров выводятся на дисплей. При их отклонении больше допустимого подготовка останавливается и выдается сообщение о несоответствии параметра и возможной причине несоответствия. При любой неисправности кроме недостаточного уровня зарядки аккумулятора возможно продолжение работы при нажатии на клавишу **ESC**.

После проверки условий проведения измерений производится установка «нуля» газовых датчиков и инфракрасного канала измерения, которая продолжается в течение 200 секунд. Если за это время не будет достигнута требуемая стабильность выходных сигналов датчиков, то время установки будет автоматически добавлено.

После завершения подготовки к измерению предлагается ввести объект измерения и тип сжигаемого топлива. Название объекта выбирается в справочнике «ОБЪЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ» из записанных ранее или вводится новое (см. пункт 4.13.3 Выбор объекта измерения). Инструкцию по записи объекта можно так же получить, нажав клавишу **ⓘ**. Ввод типа и параметров топлива описан в пункте 4.13.2.

Для расчета потерь Q_2 , вызванных разностью температур между поступающей в топку смеси топлива с воздухом и отходящими газами, необходимо определить температуру воздуха, поступающего на горение (T_i). Для измерения T_i установить пробоотборный зонд в воздуховод и, после стабилизации показания, подтвердить значение клавишей **↶**. Если значение температуры воздуха, поступающего на горение, известно заранее, то его можно ввести с клавиатуры, вызвав режим ввода клавишей **⏏**. Вводимое значение должно иметь значение быть в диапазоне от -20 до 200 °C.

Если не планируется производить теплотехнические расчеты Q_a и Q_2 , то нет необходимости измерения либо ввода

T_i , отмена клавиша **ESC**. После ввода T_i прибор готов к измерению.

4.7.2 Место измерения

Если в выпускной трубе топливотребляющей установки не предусмотрено отверстие для отбора пробы на анализ, или нет соответствующих нормативных требований к месту отбора пробы, то для проведения измерений необходимо просверлить отверстие на расстоянии двух диаметров выпускной трубы от выхода котла топливной установки. Место измерения должно быть легко доступным.

Для проведения измерения необходимо:

- включить насос газовой пробы, если он ранее был выключен;
- ввести зонд в газопровод;
- найти ядро потока (по максимальной температуре T_g) и зафиксировать зонд в этом положении.

При необходимости анализа газов, находящихся под давлением (например, в баллоне или технологической магистрали), то необходимо обеспечить поступление газа в прибор без избыточного давления, выполнив сброс лишнего газа, например, через ротаметр, как показано на рисунке 1 Приложения А настоящего РЭ.

4.7.3 Индикация результатов измерения

Если на дисплее не может одновременно разместиться все результаты измерения и расчета их вывод производится поэкранно. Информация на дисплей выводится в виде, показанном на рис. 4.3.

На поле 1 содержится порядковый номер экрана и общее количество экранов в текущем измерительном режиме.



Рис. 4.3

На поле 2 индицируются один экран с результатами измерения и расчета. Переключение экранов осуществляется клавишами **5** и **0**.

На поле 3 индицируется количество записей, хранящихся в памяти прибора.

На поле 4 отображаются символы устройств и их состояния, приведенные в таблице 4.2. Символы состояния, обозначающие ошибки и неисправности, дублируются звуковым сигналом.

Таблица 4.2

Устройство		Состояние	
	Газоанализатор, встроенный аккумулятор	✓ ?	Заряжен, возможна нормальная работа Аккумулятор разрядился, прибор скоро выключится
	Газоанализатор, насос газовой пробы	✓ ?	Насос обеспечивает нормальный поток Насос неисправен или непроходимость газового канала
	Газоанализатор, температурный режим	✓ > <	Температура прибора в норме Перегрев прибора Переохлаждение прибора
	Термопара газозаборного зонда	✓ ?	Подключена Не подключена или неисправна
	Блок подготовки пробы	✓ ? ↑ ↓ ×	БПП исправен и готов к приему газовой пробы Нарушена связь с БПП Не установлен температурный режим БПП Неисправность БПП
	Сетевой адаптер	✓	Адаптер подключен к прибору и сети

В строке поля 5 показывается состояние измерительного режима:

измерение – результаты измерения выводятся непрерывно только на дисплей;

пер. печать – результаты измерения выводятся на дисплей непрерывно, на принтер через выбранный интервал периодической записи, установленный в меню дополнительных установок;

зап. в пам. – результаты измерения выводятся на дисплей непрерывно, сохраняются в памяти через выбранный интервал периодической записи;

интерфейс – результаты измерения выводятся на дисплей непрерывно, выводятся на интерфейс через выбранный интервал периодической записи;

стоп – приостанавливается обновление результатов измерения;

усреднение - включен режим усреднения параметров.

В этой строке так же могут выводиться сообщения о состоянии прибора и ошибках в работе.

4.7.4 Измерение содержания компонентов в газовой смеси

Для получения нормированной точности результата измерение необходимо проводить не менее трех минут. Это обусловлено инерционностью электрохимических датчиков на токсичные газы. Если по истечении трех минут измеряемые величины имеют нестабильные значения, что вызвано характеристиками потока пробы в месте замера, можно включить режим усреднения и получить результат о среднем значении содержания компонентов. Включение/выключение режима усреднения производится клавишей **Ⓢ** (<X>).

Отбор пробы и обновление результатов измерения можно включать и выключать клавишей **⬅** (START/STOP). После проведения замера концентраций газов CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S превышающих 10 % диапазона измерения перед выключением отбора пробы на длительное время рекомендуется «продуть» прибор чистым воздухом до показаний примерно равным погрешности в начале диапазона измерения. Следует учесть, что после включения насоса, начала отбора пробы и обновления результата измерения необходимо время для стабилизации показаний.

Допускается проводить измерения последовательно в нескольких местах отбора пробы или объектах, без дополнительной установки «нуля», если общее время замеров не превышает 30 минут.

Если результаты измерения по каналам CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S превышали 50% от диапазона измерения этого канала, то перед измерением концентраций менее 5% от диапазона измерения необходимо произвести установку «нуля».

Рекомендуемые циклы отбора пробы и продувки воздухом при проведении длительных измерений концентраций газов CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3.

Измеряемая концентрация, % от диапазона измерения	Время измерения, ин.	Время продувки, мин.
5	60	5
10	50	5
25	30	10
50	20	10
75	10	20
100	5	30

Недопустимо попадание воды в прибор при отборе пробы. Поэтому при проведении длительного замера пробы с высоким содержанием влаги необходимо периодически контролировать уровень воды в конденсатосборнике и вовремя удалять ее. Разбирать конденсатосборник и сливать конденсат можно только при выключенном насосе.

4.7.5 Регистрация результатов измерения

В приборе предусмотрены следующие виды регистрации результатов измерения:

- печать протокола измерения на встроенном термопринтере;
- запись в память прибора емкостью 3950 ячеек для последующей обработки;
- вывод результатов измерения на компьютер по интерфейсу RS-232.

Регистрировать результаты измерения можно:

- текущий результат измерения нажатием соответствующей клавиши;
- через фиксированный интервал времени, используя функцию периодической записи.

В процессе измерения клавишей **1** производится распечатка текущих результатов измерения. Если нужно получить несколько одинаковых протоколов измерения, то необходимо остановить обновление результата измерения клавишей **←** (START/STOP), затем распечатать нужное количество одинаковых протоколов. Распечатка протокола измерения возможна в трех вариантах: полный, стандартный и краткий, отличающихся содержанием дополнительной информации. Варианты протоколов представлены в Приложении Д.

Нажатием клавиши **2** производится запись результатов измерения в память, номер последней записи в память индицируется в поле 3 рис. 4.3. Вместе с результатом измерения в память записывается время, дата, номер объекта измерения и вида топлива.

Если планируется выводить результаты измерения на персональный компьютер, то предварительно необходимо соединить разъем прибора «RS-232 PC» с аналогичным интерфейсом ПК кабелем связи из комплекта ДАГ-510 и загрузить программу обмена, например Dag510-PC.exe. Передача результатов измерения на персональный компьютер производится клавишей **3**. Если при выводе данных по интерфейсу RS-232 на дисплее (рис. 4.3 поле 5) выдается сообщение «компьютер не готов» необходимо проверить настройки программы и персонального компьютера, правильность подключения и целостность кабеля связи. Описание работы с программой приведено в «Руководстве пользователя» ЛПАР.413411.001РП.

Функция периодической записи позволяет автоматически регистрировать результаты измерения с заданным интервалом времени. Включение этой функции и выбор регистрирующего устройства производится в подменю установок, вызываемом клавишей **⌂** только в измерительном режиме. Сначала нужно выбрать устройство для регистрации (принтер, память или интерфейс), затем ввести интервал между записями. Ввод производится по аналогии с пунктом 4.13.2.4. Для периодической записи на принтер минимальный интервал при этом составляет 30 секунд, максимальный – 9999 секунд, при записи в память и выводе на компьютер минимальный интервал – 5 секунд, максимальный – 9999 секунд.

4.7.6 Защита электрохимических датчиков

В газоанализаторе реализована защита датчиков CO, NO, NO₂, SO₂ и H₂S от воздействия на них газовой пробы, содержание компонентов в которой превышает порог защиты, установленный оператором. Порог защиты устанавливается в меню установок для каждого датчика в отдельности в диапазоне от 10 до 100 процентов от диапазона измерения данного канала измерения. Порог всегда устанавливается в объемных долях компонента без учета разбавления. Порог может быть установлен как до начала измерения (в меню установок), так и во время проведения измерения (в дополнительном меню установок) см. пункт 4.13.2.4.

Если в приборе не установлен модуль защиты от перегрузки, то при превышении измеренного значения уровня порога защиты газоанализатор выключает насос отбора пробы, выводит сообщение о необходимости отключить пробу от прибора. После подтверждения отключения пробы клавишей **ESC**

включается специальный режим продувки датчиков «чистым воздухом», после чего возможно продолжение работы в режиме измерения состава газа.

В случае комплектации газоанализатора модулем защиты от перегрузки, при превышении установленного порога автоматически включается дополнительный насос, который подает на датчики воздух вместо пробы. На дисплей выводится сообщение о необходимости отключить пробу от прибора. После нажатия клавиши **ESC** возможно продолжение измерения датчиком O₂ и инфракрасным модулем (при его наличии). Это дает возможность произвести предварительную настройку топливосжигающей установки по величине избытка воздуха. В этом случае, напротив обозначения отключенного измеряемого компонента индицируется сообщение откл. Для возобновления подачи газовой пробы на защищаемые датчики надо отключить дополнительный насос клавишей . Дополнительный насос выключается независимо от состояния основного насоса. Включить дополнительный насос, обеспечив тем самым защиту датчиков, можно и вручную клавишей  при включенном основном насосе.

Если порог защиты установлен меньше диапазона измерения, можно увеличить его и попытаться продолжить измерение.

4.7.7 Завершение анализа газовой пробы

По окончании измерений газовой пробы перед выключением питания или началом измерения давления/скорости или температуры необходимо обеспечить продувку газового тракта прибора от измеряемой пробы, что особенно важно, если концентрации газов CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S превышающих 10 % диапазона измерения. Для этого необходимо переместить пробоотборный зонд из места отбора пробы на воздух, при этом основной насос отбора пробы должен быть включен. После того, как показания газоанализатора приблизятся к значениям содержания загрязняющих веществ в рабочей зоне, можно выйти из режима анализа газовой пробы в меню режимов работы, нажав клавишу **ESC**, затем подтвердить выход клавишей , либо отключить питание клавишей .

После завершения работы с прибором необходимо:

- отсоединить все штуцера и разъемы от газоанализатора;
- удалить конденсат из ловушки;
- при необходимости заменить фильтр грубой очистки и произвести чистку

пробоотборного зонда;

- подзарядить аккумулятор при его существенном разряде;
- сложить прибор в транспортную упаковку.

4.7.8 Работа газоанализатора с блоком подготовки пробы БПП-510

Перед началом работы необходимо ознакомиться с документом «Блок подготовки пробы БПП-510. Руководство по эксплуатации. ЛПАР.418312.001 РЭ». Для подготовки к совместной работе газоанализатора и блока подготовки пробы БПП-510 (далее БПП) необходимо:

- разместить приборы на месте измерения, соблюдая рекомендации РЭ;
- произвести подключения интерфейсного кабеля и шланга из комплекта БПП между приборами в соответствии с обозначениями у разъемов и гнезд приборов;
- если предполагается длительное проведение измерений, то необходимо обеспечить питание газоанализатора с помощью сетевого адаптера входящего в комплект поставки кабелем газоанализатора;

- подключить разъем термопары пробоотборного зонда к гнезду «ЗОНД» газоанализатора;

- включить питание приборов.

Возможны два варианта совместной работы приборов: автоматический режим и ручное управление. Выбор режима у газоанализатора осуществляется в соответствии подменю Сервис с пунктом 4.13.6.4.

Предпочтительно использовать автоматический режим, при котором БПП работает под управлением газоанализатора, не требуя каких-либо действий со стороны оператора. В этом случае после выбора режима ГАЗОАНАЛИЗАТОР одним из этапов производится проверка связи с БПП и неисправностей в его работе. При обнаружении неисправностей в работе БПП газоанализатор выводит сообщение: **ВНИМАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЬ! ПРОВЕРЬТЕ РАБОТУ БЛОКА ПРОБОПОДГОТОВКИ!** Для продолжения работы необходимо устранить причину, вызвавшую неисправность, затем нажать клавишу **ESC**. Если связь с блоком подготовки пробы отсутствует, на дисплей выдается сообщение: **ВНИМАНИЕ! ВКЛ. ПИТАНИЕ БПП- 510! НЕТ СВЯЗИ С БЛОКОМ ПРОБОПОДГОТОВКИ.** В этом случае надо проверить правильность и надежность подключения соединительного кабеля и убедиться, что питание БПП включено. Если связь газоанализатора с БПП не установилась, например, из-за неисправности кабеля связи, то можно перейти на ручное управление работой блока подготовки пробы, нажав клавишу **ESC**. В этом случае ручной режим работы БПП будет выполняться до следующей установки «нуля» газоанализатора.

Перед началом установки «нуля» газоанализатор подает команду на переключение выхода БПП к генератору нулевого газа и подготовку к приему газовой пробы. Температура обогреваемого шланга (Tlin) и охладителя пробы (Tplt) БПП устанавливается по умолчанию. Изменить значения этих температур можно до начала работы в автоматическом режиме, так как клавиатура БПП в этом режиме заблокирована.

После завершения установки «нуля», БПП по команде газоанализатора переключает выход газовой пробы к тракту отбора пробы и поддерживает режим отбора газовой пробы. Состояние БПП индицируется значком рядом с символом  на дисплее газоанализатора в соответствии с таблицей 4.2.

Информацию о температурном режиме и состоянии блока подготовки пробы во время измерения можно получить в пункте СОСТОЯНИЕ ПРИБОРА меню установок.

Если выбрано ручное управление, то подготовка к работе и управление режимами БПП производится в соответствии с руководством по эксплуатации ЛПАР.418312.001 РЭ. Газоанализатор в этом случае не управляет блоком подготовки пробы и не контролирует его состояние. **В случае ручного управления особенно важно перед началом установки «нуля» у газоанализатора обеспечить переключение выхода ПРОБА БПП на генератор нулевой газа.** В противном случае газ с места отбора пробы будет поступать в газоанализатор, что приведет к некорректной установке «нуля» и ошибочным результатам измерения.

При работе с стационарным блоком подготовки пробы БПП-510 ЛПАР.418312.002 необходимо руководствоваться указаниями из руководства по эксплуатации БПП-510 ЛПАР.418312.002 РЭ и приложением Ж данного руководства.

4.8 Режим давление/скорость

Режим давление/скорость может быть использован для:

[1/1] экран	[0045] память	
Pd 0.0007 kPa		*t v
Pa 102.62 kPa		
v ----- м/с		
n 6		
vp ----- м/с		
Qv ----- м3/с		
стоп	усреднение	

- измерения абсолютного давления;
- измерения разности давлений;
- измерения избыточного давления и разрежения;
- определения расчетным методом в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90 скорости и объемного расхода газопылевых потоков при работе с измерительным зондом – напорной пневмометрической трубкой Пито или НИИОГАЗ.

Рис. 4.4

Для точного измерения скорости и объемного расхода газового потока предварительно необходимо определить коэффициент плотности газового потока, который рассчитывается по составу газа в соответствии с разделом 4 ГОСТ 17.2.4.06-90. Для приближенных расчетов плотность дымовых газов принимают равной плотности воздуха ($K_p = 1290 \text{ г/м}^3$).

При необходимости производить расчет объемного расхода газов за вычетом доли водяного пара необходимо предварительно определить массовую концентрацию водяных паров **Pn** в газовом потоке в соответствии с ГОСТ 17.2.4.08-90. Если расчет объемного расхода потока нужно выполнить с учетом присутствия водяного пара коэффициент **Pn** необходимо приравнять к нулю.

Для начала работы необходимо включить прибор и выбрать пункт **ДАВЛЕНИЕ/СКОРОСТЬ** в меню режимов, после чего прибор автоматически начнет производить установку «нуля» датчиков давления. При обнаружении нестабильности сигналов выходных сигналов датчиков установка «нуля» может повториться.

После завершения установки «нуля» предлагается выбрать объект, на котором производится измерение (см. пункт 4.13.3 Выбор объекта измерения). Затем, если планируется производить измерение скорости и (или) расхода газопылевого потока, необходимо определить температуру потока **Tg**, необходимую для расчета скорости. Это значение может быть измерено датчиком температуры пробоотборного зонда, подключенным к гнезду **ЗОНД** и помещенным в газоход, либо введено оператором, если оно известно заранее или измерено другим прибором. Далее в диалоговом режиме ввести параметры, необходимые для расчета скорости потока газа и расхода в анализируемом газоходе:

- **Kt** - коэффициент пневмометрической трубки, указанный в свидетельстве о метрологической аттестации;

- **Kp** - коэффициент плотности газового потока (г/м^3);

- **Pn** - массовая концентрация водяных паров в газовом потоке при нормальных условиях (г/м^3);

Sg - сечение газохода в месте замера (м^2).

Величины введенных параметров, кроме **Tg**, сохраняются в памяти и могут быть использованы в последующих замерах. Для начала измерения необходимо присоединить к гнезду **-Pd/Pa** прибора полость статического давления, а к гнезду

+Pd полость полного давления пневмометрической трубки при помощи штуцеров и соединительных трубок из комплекта ДАГ-510. Пробоотборный зонд может быть отключен от гнезда **ЗОНД**.

Результаты измерения и символы состояния отображаются на одном экране (рис. 4.4) в соответствии с пунктом 4.7.3, неактивные символы состояния не отображаются. Обозначения измеряемых величин приведены в таблице 4.1.

При проведении измерения скорости пневмометрической трубкой следует обратить особое внимание на положение трубки в потоке газа. Измерение следует проводить в зоне ламинарного потока, направление потока должно строго совпадать с положением рабочего участка трубки. Индикация скорости v производится, если измеренное значение больше или равно 2.0 м/с, в противном случае выводятся прочерки, как показано на рис. 4.4.

Измерение расхода газопылевого потока следует проводить в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90. Максимальное количество точек замеров при определении скорости не более 100. Пневмометрическую трубку установить в одну из намеченных точек газотока. После стабилизации показаний зафиксировать локальную скорость в данной точке клавишей **В**. Для снижения нестабильности показаний можно включить функцию усреднения клавишей. Аналогичные действия произвести для всех точек сечения газотока. Расчет средней скорости потока и приведенного к нормальным условиям расхода газа начинается после первого зафиксированного значения локальной скорости. Если ни одно из значений не будет зафиксировано, расчет производиться не будет.

Если измерения проводятся продолжительное время (более 10 минут), рекомендуется извлечь трубку из газотока и, нажатием клавиши **0**, произвести установку «нуля» датчиков давления. Во время установки «нуля» пневмометрическая трубка не должна находиться в месте, где воздух перемещается со скоростью выше 0,2 м/с. Если это выполнить невозможно, необходимо перед каждой установкой «нуля» производить отключение штуцеров, идущих от пневмометрической трубки, а по окончании подключать их вновь.

Регистрация результатов измерения на принтере, в памяти или персональном компьютере производится в соответствии с пунктом 4.7.5. Результаты измерения, содержащие локальные скорости в каждой точке сечения, выводятся при полном или стандартном протоколе печати принтера, исходные данные для расчетов только при полном протоколе печати.

После окончания серии замеров сечения газотока и сохранения результата измерения, можно выйти из режима **ДАВЛЕНИЕ/СКОРОСТЬ** или выключить питание. Новую серию замеров для определения расхода газопылевого потока можно начать только из меню режимов.

Если планируется проводить измерение только разницы давлений и (или) абсолютного давления, то после установки «нуля» датчиков давления и выбора объекта измерения клавиша **ESC** отменяет ввод температуры и коэффициентов, принимающих участие в расчете скорости и расхода газопылевого потока. В этом случае значение рассчитанной скорости и расхода не принимают в расчет.

Для определения разницы давления (дифференциального давления) необходимо подключить объект измерения к гнездам **-Pd/Pa** и **+Pd** с помощью штуцеров и шлангов из комплекта поставки газоанализатора. При подключении необходимо обеспечить герметичность всех соединений. Если измеренная величина разницы давления имеет положительный знак, значит, к гнезду **+Pd** подключен штуцер с большим давлением, а к гнездам **-Pd/Pa** с меньшим. При отрицательном результате к гнезду **+Pd** подводится меньшее давление по отношению к гнезду **-Pd/Pa**.

При продолжительных измерениях необходимо контролировать «0» канала разницы давления и при необходимости производить его корректировку (клавиша **0**). Перед установкой «0» необходимо отключить штуцера от гнезд измерения давления, а по окончании подключать их вновь.

Измерение избыточного давления или разрежения производится аналогично измерению разницы давлений. Объект измерения подключают только к гнезду **+Pd**, гнездо **-Pd/Pa** остается свободным и связанным с атмосферным давлением. Если измеренная величина давления **pd** имеет положительный знак, значит, измеряется избыточное давление, если отрицательный – разрежение. В этом случае канал абсолютного давления **pa** выполняет измерение величины атмосферного давления.

При измерении абсолютного давления **pa** объект измерения подключают к гнезду **-Pd/Pa**. Если гнездо **+Pd** остается свободным, то измеренная величина давления **pd** показывает разницу между величиной измеряемого и атмосферного давления. При большой разности атмосферного и давления объекта измерения величина **pd** может показывать перегрузку.

Предельные значения давления, подаваемого на гнезда **-Pd/Pa** и **+Pd**, указаны в разделе 3.2 настоящего РЭ. Следует учесть, что высокое давление может возникнуть от перегиба и сжатия шлангов, соединяющих газоанализатор с объектом измерения массивными предметами, а так же при различного рода пневматических и гидравлических ударах.

4.9 Режим температура

Режим температура предназначен для использования расширенных возможностей обработки результата при измерении температуры. Газоанализатор рассчитан на использование в качестве датчика температуры термоэлектрического преобразователя типа «К».

Для начала работы необходимо подключить датчик температуры, например, газозаборный зонд из комплекта поставки включить прибор и выбрать режим измерения **ТЕМПЕРАТУРА** в меню режимов,

[1/1]	экран	[0045]	память
tg	22.6	°C	↗ v
t↑	22.9	°C	* t v
t↓	21.1	°C	
t̄	1.8	°C	
n	---		
tp	---		
стоп	усреднение		

Рис. 4.5

затем объект, на котором производится измерение (см. пункт 4.13.3 Выбор объекта измерения). Результаты измерения и символы состояния отображаются на одном экране (рис. 4.5) в соответствии с пунктом 4.7.3, неактивные символы состояния не отображаются. Обозначения измеряемых величин приведены в таблице 4.1.

Текущая температура **tg** обновляется один раз в секунду. Если величина **tg** нестабильна, можно включить функцию усреднения показаний клавишей **8**.

Прибор позволяет производить анализ температурных режимов объектов, используя усреднение по конкретным

точкам объекта измерения. Запись производится после стабилизации показаний нажатием клавиши **←**. Максимально можно записать температуру у ста точек объекта. Расчет средней температуры по точкам **tp** начинается после первого записанного значения ($n > 0$).

Если усреднение по точкам не проводилось, значения **t↓**, **t↑**, **t̄** отражают изменение величины температуры **tg** от начала измерения до текущего момента, если были произведены записи величин температуры для усреднения по точкам ($n > 0$), то **t↓**, **t↑**, **t̄** получаются путем анализа значений температуры по точкам усреднения.

Для сброса значений **t↓**, **t↑**, **t̄**, **n**, **tp** для начала нового анализа объекта необходимо нажать клавишу **□**.

При проведении измерения температуры газозаборным зондом следует обратить особое внимание на положение зонда в потоке газа. Зонд необходимо располагать в потоке газа таким образом, чтобы ось зонда была перпендикулярна оси потока, и поток проходил через отверстия на наконечнике зонда. Это обеспечит максимальный контакт термопары с дымовыми газами и наиболее быстрое измерение температуры. Кончик термопары не должен касаться трубки зонда. Это может привести к неверному результату измерения температуры. При необходимости кончик термопары следует осторожно отогнуть. Искажения результата измерения температуры так же могут быть вызваны присутствием конденсата в газоотборной трубке.

Регистрация результатов измерения на принтере, в памяти или персональном компьютере производится в соответствии с пунктом 4.7.5. Результаты измерения, содержащие значения температуры по точкам усреднения, выводятся при полном или стандартном протоколе печати принтера, исходные данные для расчетов только при полном протоколе печати.

После окончания замеров и сохранения результата измерения, можно выйти из режима **ТЕМПЕРАТУРА** или выключить питание.

4.10 Режим детектор сажи

Определение содержания сажи в отходящих газах производится методом сравнения сажевого пятна со шкалой Бахараха в соответствии с DIN 51402. Сажевое пятно получается путем прокачки через фильтровальную бумагу газопылевого потока объемом 1,63 литра через калиброванное сечение. Для реализации этой функции прибора необходимы пробоотборный зонда типа В, имеющий зажим и щель для установки специальной фильтровальной бумаги. Данный зонд поставляется по отдельному заказу.

Для проведения теста на содержание сажи необходимо выбрать пункт **ДЕТЕКТОР САЖИ** в меню режимов и следовать рекомендациям, указанным на дисплее прибора. Для определения содержания сажи рекомендуется провести, по меньшей мере, три теста и взять среднее значение. Определение содержания сажи производилось правильно, если фильтровальная бумага:

- не изменила своего цвета от перегрева;
- не влажная от образования конденсата;
- на ней нет масляных пятен;
- равномерно окрашена по всей поверхности.

4.11 Просмотр памяти

1	2	3	4	5	6
[1/4]	0005	0008			
ИЗМ. СОСТАВА ГАЗА					
БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ					
ДАТА 18.04.04					
ВРЕМЯ 12:15:02					
просмотр памяти					

Рис. 4.6

Эта функция предназначена для работы с записанными в память прибора результатами измерений. После выбора пункта **ПРОСМОТР ПАМЯТИ** в меню режимов на дисплей выводится запись в память с первым номером. Каждая запись в память выводится на дисплей на нескольких экранах в виде, показанном на рисунке 4.6. Разница между выводом информации записанной в память и соответствующим режимом измерения в том, что добавляется дополнительное окно, в котором выводится общая информация о режиме измерения, месте и времени проведения замера

- Назначение полей дисплея при выводе информации в режиме просмотра содержимого памяти:
- 1 – порядковый номер экрана / общее количество экранов для текущей записи;
 - 2 – номер текущей записи;
 - 3 – информация, записанная в память;
 - 4 – общее количество записей в память;
 - 5 – шкала положения текущей записи в массиве памяти;
 - 6 – символы устройств и их состояние (см. пункт 4.2).

Переключение экранов осуществляется клавишами **5** и **0**. Переход на последующую или предыдущую запись производится клавишами **7** и **9**. Причем при выводе первой записи в память, нажатие на клавишу **7** вызывает переход к последней ячейке, а при выводе последней записи, нажатие на клавишу **9** вызывает переход к первой ячейке.

Ввиду того, что результаты измерений записываются в память, которой для нормальной работы необходимо питание, сохраненные результаты измерения будут потеряны при полной разрядке аккумулятора. Аккумулятор разряжается, даже если с прибором не работают из-за того, что от него запитаны постоянно часть электрохимических датчиков и часы. Поэтому при необходимости сохранить результаты измерения, записанные в память, необходимо поддерживать аккумулятор в заряженном состоянии. Если в процессе работы прибор выключился сам из-за разряда аккумулятора необходимо при первой возможности зарядить аккумулятор. Если информация, ввиду какого-либо сбоя в работе, была искажена только в одной ячейке памяти, результат измерения в данной ячейке полностью обнуляется.

При просмотре результатов измерения, записанных в память можно распечатать текущую запись на принтере, нажав клавишу **1** или передать на компьютер, нажав клавишу **3**. Варианты протоколов измерений, выведенных из памяти на встроенный принтер приведены в Приложении Д.

ПЕРЕХОД К ЯЧЕЙКЕ	1	Дополнительные возможности поиска, блочной печати и
ПОИСК ПО ДАТЕ	2	вывода информации на компьютер и удаления данных из памяти
ПОИСК ПО МЕСТУ	3	предоставляет меню управления памятью (см. рисунок 4.7), которое
ВЫВОД НА ПРИНТЕР	4	можно вызвать при просмотре записей в память клавишей 0 .
ВЫВОД НА КОМПЬЮТЕР	5	При использовании меню управления памятью следует
СТИРАНИЕ ПАМЯТИ	6	учесть следующее:

Рис. 4.7

- при выполнении частичного стирания записей в память и последующем поиске результатов измерения обратите внимание на то, что номера результатов, сохраненных в памяти, изменяется, если будут удалены записи, сделанные до этих них (с меньшими номерами);

- поиск по дате будет производиться корректно, если не производилась коррекция даты и времени встроенных часов;

- ввиду того, что в память записывается не наименование объекта измерения, а его номер в списке, при редактировании списка объектов измерения, ранее произведенные записи в память с номерами объекта измерения, который был откорректирован, изменят объект измерения в соответствии со сделанными изменениями;

при выводе на принтер или компьютер большого количества результатов измерений (распечатка на принтере всей полностью заполненной памяти займет больше суток) можно прервать выполнение операции, нажав клавишу **ESC**.

4.12 Сведения о приборе

Этот пункт меню выводит информацию о заводском номере прибора, дате последнего технического обслуживания, версии программного обеспечения, установленных в приборе электрохимических датчиках в формате «газ – тип – дата установки – диапазон измерения» и диапазонах измерения каналов давления и температуры. Информация выводится на трех экранах, переключение которых производится клавишами **5** и **0**. Возможно распечатать сведения о приборе на встроенном принтере, нажав клавишу **1**.

4.13 Меню установок

В меню установок производится настройка и контроль прибора. Вызов производится клавишей **0**. Основное меню установок доступно только из меню режимов (Рис. 4.8). При измерении состава газов, давления, температуры доступны дополнительные меню установок, содержащие набор функций, необходимый для работы в конкретном режиме измерения.

СОСТОЯНИЕ ПРИБОРА	1	СОСТОЯНИЕ ПРИБОРА	1	СОСТОЯНИЕ ПРИБОРА	1
СЖИГАЕМОЕ ТОПЛИВО	2	СЖИГАЕМОЕ ТОПЛИВО	2	ОБЪЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ	2
ОБЪЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ	3	ОБЪЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ	3	ПЕРИОДИЧ. ЗАПИСЬ	3
ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ	4	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ	4		
ОСНОВНЫЕ УСТАНОВКИ	5	ПЕРИОДИЧ. ЗАПИСЬ	5		
СЕРВИС	6	ЗАЩИТА ДАТЧИКОВ	6		
Меню режимов		Измерение состава газа		Измерение давления/скорости	
				Измерение температуры	

Рис 4.8 Основное и дополнительное меню установок

4.13.1 Состояние прибора

После выбора этого пункта на дисплей выводится:

- время и дату встроенных часов;
- напряжение аккумулятора (U_{ac}) в вольтах и приблизительно степень его заряда в процентах или сообщение **Внешний источник** при подключенном внешнем адаптере;
- температура внутри газоанализатора (T_d);
- расход отбираемой газовой пробы (Q_{vp});
- состояние БПП-510 (температура охладителя пробы T_p и обогреваемого шланга T_l , готовность, наличие ошибок). Если БПП-510 не подключен к газоанализатору, выводится сообщение: нет связи, проверьте подключение БПП-510.

Информация о температуре прибора позволяет оценить соответствие температурного режима прибора требуемым условиям эксплуатации.

Данные о расходе пробы дают возможность проверить насос отбора пробы и поиска мест непроходимости и утечек газового тракта. В режиме просмотра состояния прибора насос можно включить или выключить клавишей  (START/STOP). При работающем насосе отбора пробы расход должен быть не менее 0,5 литра в минуту. К снижению расхода пробы приводит неисправность насоса или непроходимость газового тракта. Насос исправен, если при отключенном от гнезда **ПРОБА** штуцере газового тракта расход больше 0.80 литра в минуту. Причину непроходимости в газовом тракте определяют методом последовательного исключения частей пробоотборной магистрали. Место утечки пробоотборной магистрали определяют последовательно заглушая газовый канал. Критерий герметичности газового канала – постепенное снижение расхода до значения менее 0,03 литра в минуту.

Более корректно проверить исправность газового канала и насоса отбора пробы можно с помощью специальной функции тест герметичности см. 4.13.6.1.

4.13.2 Сжигаемое топливо

4.13.2.1 Характеристики топлива

Выбор типа сжигаемого топлива необходим для правильного расчета величин CO_2 и коэффициентов потерь, и на остальные величины влияния не оказывает. При обращении к данной функции выводится справочник с 12 стандартными и 4 свободнопрограммируемыми типами топлива. Необходимо выбрать одно из предлагаемых видов топлива. Тип топлива и его характеристики выводятся на протоколе измерения встроенного принтера, если включен полный протокол печати (см. пункт 4.13.5 и приложение Д).

Используемые в приборе стандартные типы топлива и их характеристики приведены в таблице 4.4, а в таблице 4.5 приведены характеристики этих типов топлива, зависящих от температуры продуктов сгорания.

Таблица 4.4.

Топливо	CO_2 max %	B	$T'_{max}, ^\circ C$	P, ккал/ m^3	O_2^{ref} %
Природный газ	11.8	0.81	2010	1000	3
Сжиженный газ	14.0	0.85	2080	1000	3
Нефтепромыслов. газ	13.0	0.84	2050	1000	3
Коксовый газ	10.4	0.77	2090	1090	3
Сланцевый газ	16.2	0.82	1950	1000	3
Доменный газ	24.2	0.98	1470	620	3
Дизельное топливо	15.6	0.87	2098	975	3
Мазут	16.3	0.88	2115	965	3
Антрацит	20.2	0.95	2160	915	3
Каменный уголь	18.7	0.89	2050	940	3
Дрова сухие	20.5	0.75	1610	875	3
Торф	19.5	0.86	1970	930	3

где:

CO₂ max – теоретическое максимальное содержание CO₂ для данного вида топлива;

T'max – жаропроизводительность топлива, с учетом содержания в воздухе влаги;

P – количество теплоты, выделяемое при полном сжигании при α=1, отнесенное к 1 м³ сухих продуктов сгорания;

B – соотношение объемов влажных и сухих продуктов сгорания;

O₂ref – стандарт O₂ для мг/м³.

Коэффициенты C' и K приведенные в таблице 4.5 задаются для температуры уходящего газа 200 °C и автоматически вычисляются в зависимости от измеренной величины T_g.

Таблица 4.5.

T _g , °C	Топливо табл. 4.4 кроме доменного газа, дров и торфа		Доменный газ, дрова и торф	
	C'	K	C'	K
100	0.82	0.77	0.83	0.79
200	0.83	0.78	0.84	0.79
300	0.84	0.79	0.86	0.80
400	0.86	0.80	0.87	0.81
500	0.87	0.81	0.88	0.82
600	0.88	0.82	0.90	0.83
700	0.89	0.83	0.91	0.84
800	0.90	0.83	0.92	0.85
900	0.91	0.84	0.93	0.86
1000	0.92	0.85	0.94	0.87

где:

C' - отношение теплоемкостей продуктов полного сгорания при α=1 в интервале температур от 0 °C до T_i к их теплоемкости в интервале температур от 0 °C до T_{max};

K - отношение объемной теплоемкости воздуха в интервале температур от 0 °C до T_i к объемной теплоемкости продуктов сгорания при коэффициенте избытка воздуха в интервале температур от 0 °C до T_{max}.

4.13.2.2 Изменение параметров топлива

Если оператора не устраивают параметры стандартных типов топлива, он может изменить их характеристики (включая название), либо запрограммировать один из свободнопрограммируемых типов топлива (четыре последние строки в списке типов топлива). Следует учесть, что изменения сделанные для стандартных типов топлива сохраняются только до следующего вызова функции **Сжигаемое топливо**, а введенные параметры свободнопрограммируемых типов топлива записываются в энергонезависимую память и сохраняются при выключении питания.

Для изменения параметров топлива надо выбрать в списке соответствующую строку в списке типов топлива и нажать клавишу , на дисплее отобразятся название топлива и его коэффициенты. Далее необходимо выбирая мигающим маркером изменяемые параметры топлива ввести нужный текст и значения коэффициентов (см. пункты 4.13.2.3 и 4.13.2.4). Ввод изменений подтверждается клавишей .

4.13.2.3 Редактирование текстовой строки

Активной для ввода или редактирования является мигающая строка. Для внесения изменений в эту текстовую строку надо нажать клавишу , после чего на дисплее остается редактируемая строка и появляется таблица, содержащая символы, которые может содержать строка. Редактирование производится вводом символов из предлагаемой таблицы в строку. Маркер в строке обозначает позицию вводимого символа. Маркер перемещается клавишами  (7) (◀) и  (9) (▶). Символ из таблицы добавляется в уже существующую строку. Строка может содержать максимум 21 символ. Если при вводе количество символов превышает максимальное, последний символ отбрасывается. Маркер переводится из строки в таблицу символов клавишей  (0) (▼). Для выбора символа из таблицы надо установить на него маркер клавишами с символами  (5) (▲),  (0) (▼),  (9) (▶) и  (7) (◀) и нажать . Удаление символа слева от маркера производится клавишей , если необходимо стереть всю строку, необходимо переместить маркер в самый ее конец и последовательно удалить каждый символ клавишей .

Редактирование строки завершается нажатием клавиши . От редактирования можно отказаться в любой момент. Выход без сохранения изменений – нажатием клавиши **ESC**.

4.13.2.4 Ввод цифрового значения

Для ввода или редактирования числового значения, содержащегося в строке справочника, надо выделить строку, содержащую число, и нажать клавишу . Числовое значение редактируется заменой цифр в позиции, отмеченной мигающим маркером. К завершению редактирования числа приводит последовательный ввод всех значащих цифр либо нажатие клавиши . Попытка ввода числа вне допустимого диапазона значений, обозначается звуковым сигналом, ввод числа повторяется заново.

Редактирование строки завершается нажатием клавиши . От редактирования можно отказаться в любой момент без сохранения изменений нажатием клавиши **ESC**.

Ввод числового значения какого-либо коэффициента аналогичен вводу числового значения, содержащегося в строке справочника, но в этом случае маркер сразу устанавливается на первую значащую цифру.

4.13.3 Выбор объекта измерения

Справочник названий объектов имеет 16 строк для записи и хранения информации. Название объекта измерения вводится и редактируется согласно п. 4.13.2.3 настоящего руководства. Оно записывается в энергонезависимую память прибора, которая сохраняет данные при полном разряде аккумулятора.

4.13.4 Выбор единиц измерения

Результат измерения содержания газов может выводиться в объемных частях % и ppm (parts per million, 1/1000000 часть объема) или в миллиграммах на кубометр при нормальных условиях (давлении 101,3 кПа, температуре 273,15 К).

При необходимости можно привести результат измерения токсичных газов к стандартному содержанию кислорода и учитывать преобразование оксида азота в диоксид азота при выбросе отходящих газов топливосжигающих установок в атмосферу. Формулы пересчета результата измерения газов приведены в пункте 4.14.4.

Выбор единиц измерения и режимов пересчета результата измерения содержания токсичных газов производится в пункте 4 меню установок. У выбранной строки клавишами  или  можно установить один из вариантов в соответствии с таблицей 4.6. Сохранение изменений подтверждаются клавишей . Отображение единиц измерения при выводе на дисплей и принтер согласно таблице 4.7.

Таблица 4.6

Изменяемый параметр	Варианты установки	
Единицы измерения	ppm	mg
Учет разбавления	да	нет
Пересч. NOx к NO2	да	нет

Таблица 4.7

Единицы измерения	Учет разбавления	Отображение единиц измерения *
ppm	нет	ppm
ppm	да	pO2
mg	нет	mg
mg	да	mO2

* При включенном пересчете NOx к NO2 (**ПЕРЕСЧ. NOx к NO2 да**), в строке NOx к обозначению единиц измерения добавляется символ «↑».

4.13.5 Основные установки

Подменю основных установок (рис. 4.9) позволяет менять настройки газоанализатора. относящиеся к выводу и регистрации результатов измерения. Протокол измерения, выводимый на принтер, может быть полный, стандартный и краткий.

ПРОТОКОЛ ПРИНТЕРА	1
КОНТРАСТН. ПЕЧАТИ	2
КОНТРАСТН. ДИСПЛЕЯ	3
ЯРКОСТЬ ПОДСВЕТКИ	4
ЗАЩИТА ДАТЧИКОВ	5
УСТАНОВ.ДАТЫ/ВРЕМЯ	6

Рис. 4.9

В зависимости от типа протокола меняется объем выводимой информации. Варианты протоколов представлены в Приложении Д.

Регулировка контрастности печати предусмотрена для подстройки принтера под конкретный тип термобумаги. Изменение контрастности от минимальной до максимальной производится клавишами  и , подтверждается

клавишей . Можно получить тестовую распечатку нажав клавишу .

Аналогично выполняется настройка контрастности и яркости подсветки дисплея. Не следует устанавливать яркость подсветки больше необходимой и включать без необходимости, так как её энергопотребление сокращает время работы прибора без подзарядки аккумулятора.

Установка порога защиты датчиков доступна как из меню режимов, так и при работе в режиме «газоанализатор». Ввод значения порога защиты описан в пункте 4.13.2.4.

Установка даты и время производится последовательным вводом чисел клавишами  ... 
4.13.6 Сервис

4.13.6.1 Проверка герметичности газового тракта

Функция проверки герметичности газового тракта доступна при наличии в приборе модуля «Д» из подменю сервис (рис. 4.10), которое вызывается в меню режимов. Тест герметичности позволяет

ТЕСТ ГЕРМЕТИЧНОСТИ	1	проверить газовый тракт и насос отбора пробы, что дает возможность избежать ошибок, вызванных разбавлением газовой пробы из-за подсоса атмосферного воздуха в канал отбора пробы. Под газовым трактом понимается газовый канал самого газоанализатора и все устройства на пути прохождения газовой пробы: шланг с конденсатосборником, блок подготовки пробы с соединительным и обогреваемым шлангом и пробоотборный зонд.
ОБСЛУЖ.АККУМУЛЯТОРА	2	
РЕЖИМ NDIR БЛОКА	3	
РЕЖИМ БПП-510	4	
ЗАВОДСКИЕ УСТАНОВКИ	0	

Рис. 4.10

Проверка герметичности проходит в несколько этапов:

- проверка и установка «нуля» датчиков давления;
- проверка работоспособности насоса с подключенным к гнезду **ГАЗ** полным газовым трактом (рис. Б.7 Приложения Б);
- подключение входа зонда отбора пробы к штуцеру **-Pd/Pa** с помощью переходника из комплекта поставки для создания замкнутого объема и контроля давления в газовом тракте (рис. Б.8 Приложения Б);
- создание газоанализатором разрежения с помощью насоса отбора пробы;
- проверка герметичности путем контроля изменения давления в газовом тракте при выключенном насосе отбора пробы;
- индикация результата теста.

При вызове функции проверки герметичности на дисплей последовательно выводятся рекомендации по проведению теста и дополнительная справочная информация о режимах проверки. После при обнаружении ошибки или неисправности тест прерывается и выдается соответствующее сообщение. В случае прохождения всех тестов с положительным результатом выдается сообщение о герметичности газового тракта.

В случае негерметичности газового тракта надо установить негерметичное устройство и устранить причину. Поиск негерметичного устройства можно вести по производительности насоса Qvp как показано в пункте 4.13.1. После устранения причины подсоса воздуха повторить тест герметичности. Обычно в процессе эксплуатации нарушение герметичности может возникать в результате износа уплотнительных резиновых колец на штуцерах, в результате неаккуратной сборки конденсатосборника после удаления конденсата, при механических повреждениях шлангов и корпуса конденсатосборника.

4.13.6.2 Обслуживание аккумулятора

Ввиду того, что в приборе установлены NiMH перезаряжаемые батареи, характерным свойством которых является эффект "памяти", выражающийся в потере емкости при зарядке не полностью разряженного аккумулятора. Поэтому не рекомендуется заряжать аккумулятор, если он не полностью разряжен. Функция «Обслуживание аккумулятора» предназначена для профилактики встроенного аккумулятора. При включении этой функции выполняется полная разрядка аккумулятора, для чего у газоанализатора автоматически включаются наиболее мощные потребители энергии: подсветка дисплея, основной и дополнительный насосы газовой пробы. По мере завершения разрядки энергопотребители поочередно отключаются. На дисплее прибора индицируется продолжительность разрядки и напряжение на аккумуляторе. При снижении напряжения на аккумуляторе до значения, установленного в программе прибора, на дисплей выводится сообщение «АККУМУЛЯТОР РАЗРЯЖЕН», и питание отключается. После этого необходимо подключить сетевой адаптер и зарядить аккумулятор.

4.13.6.3 Режим NDIR блока

Этот пункт подменю доступен только при наличии в приборе инфракрасного измерителя. ИК измеритель обладает значительным энергопотреблением. Рекомендуется включать инфракрасный измеритель только если при анализе газовой смеси предполагается проводить измерение содержания углеводородов. Это позволит увеличить время автономной работы прибора от аккумулятора.

4.13.6.4 Режим БПП-510

При работе газоанализатора совместно с блоком подготовки пробы БПП-510 в этом пункте подменю оператором ус танавливается режим работы БПП-510: автоматический или ручное управление. Описание режимов приводится в п. 4.7.8 настоящего РЭ и в руководстве по эксплуатации соответствующего блока подготовки пробы.

4.13.6.5 Заводские установки

В этом режиме на дисплей выводится значения нормированных сигналов, поступающих с датчиков газоанализатора. Показания, представленные в данном виде, служат для проверки технического состояния и настройки газоанализатора. Ввиду того, что диагностика и настройка прибора возможна только квалифицированными специалистами при наличии специализированного оборудования, доступ к основным функциям данного режима при эксплуатации закрыт. Пользователь может только получить сервис-протокол состояния прибора нажатием на клавишу **1**, который может помочь при определении причины неисправности. При получении сообщения об ошибке перед тем, как связаться со специалистами службы сервиса предприятия-изготовителя, рекомендуем распечатать и иметь при себе сервис-протокол.

4.14 Основные формулы для расчета

4.14.1 Избыток воздуха

На практике очень сложно обеспечить идеальный режим сгорания топлива, поэтому топливные установки всегда работают с избыточным количеством воздуха. Отношение действительного количества воздуха к теоретически необходимому называют избытком воздуха. Избыток воздуха должен быть минимальным, но при этом должно обеспечиваться полное сгорание топлива. Он рассчитывается следующим образом:

$$\text{Alf} = \text{N}_2 / [\text{N}_2 - 3.76 \cdot (\text{O}_2 - 0.5 \cdot \text{CO})]; \quad (1)$$

где:

O₂ , CO - измеренное значение компонентов в процентах объема;

N₂ - содержание азота в отходящих газах: N₂ = 100 - RO₂ – O₂ - CO.

Расчет избытка воздуха начинается в случае, если величина O₂ меньше 20 %. Если расчет избытка воздуха не ведется, тогда на дисплей вместо значения выводится "---".

4.14.2 Содержание CO₂ в отходящих газах

Содержание CO₂ в отходящих газах зависит от доли углерода и водорода в топливе, количества воздуха, поступающего на горение, и режима сжигания топлива. Газоанализатор ДАГ-510 непосредственного измерения CO₂ не производит, а вычисляет, исходя из содержания кислорода и угарного газа. Для правильного расчета необходимо чтобы тип топлива, выбранного до начала измерения соответствовал сжигаемому топливу, и не было разбавления продуктов сгорания воздухом. Если характеристики сжигаемого топлива отличаются от стандартных или сжигается смесь из нескольких топлив, не- обходимо изменить характеристики выбранного топлива, руководствуясь пунктом 4.13.2.2 настоящего РЭ.

Содержание CO₂ рассчитывается следующим образом:

$$\text{CO}_2 = \text{CO}_2 \text{ макс. топ.} \cdot (100 - 4.76 \cdot (\text{O}_2 \text{ изм.} - 0.4 \cdot \text{CO изм.})) / 100 - \text{CO изм.} \quad (2)$$

где:

CO₂ макс. – теоретическое максимальное содержание углекислого газа при стехиометрическом горении топлива;

O₂ изм. – жаропроизводительность топлива;

CO изм. – отношение теплостойкостей продуктов полного сгорания*.

4.14.3 Теплотери при сгорании

При сжигании топлива в энергосистемах стремятся как можно больше использовать освобождающееся при сгорании тепло и возможно уменьшить его потери.

Существует следующие виды потерь.

- Потери освобождающегося тепла происходят вследствие разницы между поступающей в топку температурой смеси топлива с воздухом и отходящими газами. Чем больше избыток воздуха и, следовательно, объем отходящих дымовых газов и чем выше температура отходящих газов, тем выше потери тепла. Прибор ДАГ-510 производит расчет потерь теплоты с уходящими газами в соответствии с

формулой:

$$Q_2 = \frac{(T_g - T_i) \cdot [C' + (h - 1) \cdot B \cdot K] \cdot 100}{T'_{\max}} \quad (h = CO_{2\max} / (CO_2 + CO)); \quad (3)$$

где:

$CO_{2\max}$ – теоретическое максимальное содержание CO_2 ;

$T'_{\max}$ – жаропроизводительность топлива;

C' – отношение теплоемкостей продуктов полного сгорания *;

K – отношение объемной теплоемкости воздуха и продуктов сгорания *;

B – соотношение объемов влажных и сухих продуктов сгорания;

T_g – измеренная температура уходящих газов;

T_i – температура поступающего в топку воздуха.

* зависят от температуры уходящих газов и находятся табличным способом для стандартных видов топлива или вычисляются для свободнопрограммируемых видов топлива исходя из значений C' и K при $200^\circ C$, которые вводятся при установке топливных коэффициентов (см. п.п. установка параметров топлива).

- Потери тепла, связанные с химической неполнотой сгорания топлива (Q_3), обусловленные содержанием в продуктах сгорания горючих компонентов (окиси углерода). Химическая неполнота сгорания наблюдается при недостаточном количестве воздуха, участвующего в горении, или плохом его перемешивании с топливом, при снижении температуры в зоне горения. Прибор производит расчет по формуле:

$$Q_3 = (30.2 \cdot CO \cdot 100 \cdot h) / P; \quad (4)$$

где:

CO – содержание оксида углерода в уходящих газах в объемных процентах;

P – количество теплоты, выделяемое при полном сжигании $1m^3$ сухих продуктов сгорания.

- Общие потери тепла (Q_a) рассчитываются как сумма предыдущих потерь: $Q_a = Q_2 + Q_3$. (5)

Потери вследствие теплоизлучения (величина потери вследствие теплоизлучения зависит от конструкции и изоляции котла и составляет от 0.5 до 4 %).

- Потери от механической неполноты сгорания топлива (провал топлива сквозь колосниковые решетки, содержания топлива в золе и шлаках, унос топлива с уходящими газами) не учитываются прибором и могут быть учтены по значениям, указанным в документации на котел. По таблице 4.8 можно приближенно оценить потери из-за механической неполноты сгорания топлива.

Таблица 4.8

Вид топки	Топливо	Потери от мех. неполноты сгорания Q_4 %
Пылеугольные топки	бурые угли	0.5 - 1.0
	каменные угли с выходом летучих более 25 %	1.5 - 2.5
	каменные угли с выходом летучих менее 25 %	2 - 3
	полуантрацит	3 - 5
	Антрацит	4 - 5
Шахтно-мельничные топки	Фрезерный торф, бурые угли и сланец	1 - 2
	каменные угли с выходом летучих более 30 %	4 - 6
Слоевые топки	торф кусковой	2
	Сланцы	3
	бурые угли с умеренной зольностью	5 - 7
	каменные угли	5 - 7
	антрацит сортированный	7
	бурые угли высокзольные	9 - 11
	антрацит несортированный	14 - 18

Чтобы определить общие потери установки, эти потери должны быть просуммированы с общими потерями Q_a ,

рассчитанными прибором.

Расчет потерь начинается в случае, если величина CO_2 больше 1,0 % и разность между температурой газа и температурой воздуха больше $20^\circ C$. Если расчет потерь не ведется, то на дисплей вместо значений выводится "-- --". Более подробно познакомиться с использованной методикой теплотехнических расчетов можно в книге «Эффективность использования топлива», Равич М. Б., изд. «Наука», г. Москва, 1977 г.

4.14.4 Пересчет результата измерения газов

Сигналы о величине концентрации измеряемых газов, поступающие с датчиков, пропорциональны объемным долям измеряемых компонентов. В зависимости от выбранных единиц

измерения и режимов расчета измеренное в объемных долях содержание газов в пробе $E_m(\text{ppm})$ пересчитывается согласно формулам, приведенным в таблице 4.9, и выводится как результат измерения. Коэффициенты пересчета от объемных долей (ppm) в весовые концентрации (mg на м^3 при нормальных условиях 101,3 кПа и температуре 273,15 К) приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.9

Единицы измерения	Учет разбавления	Результат измерения
ppm	нет	$E_m (\text{ppm})$
ppm	да	$K_{dil} \cdot E_m (\text{ppm})$
mg	нет	$K_{mv} \cdot E_m (\text{ppm})$
mg	да	$K_{dil} \cdot K_{mv} \cdot E_m (\text{ppm})$

Примечание: * если при выборе единиц измерения выбран пересчет NO_x к NO_2 (ПЕРЕСЧ. NO_x К NO_2 да), то K_{mv} для NO будет 2.05.

Таблица 4.10

Измеряемый газ, хим. формула	K_{mv} , mg/ppm
CO	1.26
NO^*	1.34
NO_2	2.05
SO_2	2.93
H_2S	1.52
CH_4	0,72
C_3H_8	2,05

Коэффициент разбавления относительно образцовой концентрации кислорода рассчитывается по формуле:

$$K_{dil} = (20.9 - \text{O}_{2\text{ref}}) / (20.9 - \text{O}_{2m}); \quad (6)$$

где:

$\text{O}_{2\text{ref}}$ — значение образцового содержания кислорода в объемных процентах см. п. 4.13.2.1;

O_{2m} — измеренное значение содержания кислорода в объемных процентах.

4.14.5 Расчет скорости и расхода

Скорость газового потока, измеряемая с помощью пневмометрических трубок, по измеренному динамическому давлению рассчитывается по формуле:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot K_t \cdot p \cdot (273 + T_i) \cdot 101.3}{K_p \cdot P_a \cdot 273}}, \text{ м/с}, \quad (7)$$

где:

p — измеренный перепад давления, Па;

T_i — температура измеренного газопылевого потока, $^{\circ}\text{C}$;

P_a — абсолютное давление в месте замера, кПа;

K_t — коэффициент преобразования пневмометрической трубки;

K_p — плотность газопылевого потока в нормальных условиях (кг/м^3). Для приближенных расчетов плотность дымовых газов принимают равной плотности воздуха ($\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$). Точный расчет плотности среды производится в соответствии с разделом 4 ГОСТ 17.2.4.06-90.

Средняя скорость по всем измеренным точкам в серии определяется по формуле:

$$\bar{v}_p = 1 / N \cdot \sum v_{pi}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Формула справедлива при разбиении сечения газохода на равные площади, внутри которых локальная скорость v_{pi} считается одинаковой.

Среднее значение объемного расхода сухого потока газа, приведенного к нормальным условиям, по всем уже измеренным точкам в серии рассчитывается как:

$$Q_{vg} = S_g \cdot \bar{v}_p \cdot \frac{273.15 \cdot P_a}{(273.15 + T_i)} \cdot (1 - P_n \cdot \frac{V_M}{\mu}), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (8)$$

где:

S_g — площадь сечения газохода, м^2 ;

$\bar{v}_p$ — средняя скорость по всем точкам сечения;

T_i — температура измеренного газопылевого потока, $^{\circ}\text{C}$;

P_a — абсолютное давление в месте замера, кПа;

P_n — массовая концентрация водяных паров в газовом потоке при нормальных условиях, г/м^3 , определяемая в соответствии с ГОСТ 17.2.4.08-90 и вводимая как константа до начала измерения;

V_M — молярный объем водяных паров при нормальных условиях ($V_M = 22,14 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$);

μ — молярная масса водяных паров ($\mu = 18,0 \text{ г/моль}$).

4.15 Уход за газоанализатором при эксплуатации

При эксплуатации пользователь регулярно должен выполнять следующее:

- Своевременно заменять фильтры грубой очистки по мере их загрязнения (почернения);
- Опораживать ловушку и конденсата и регулярно ее чистить (обращать внимание на уплотнение);

- Регулярно чистить зонды забора газа. У зонда типа В регулярно чистить бензином приемник фильтровальной бумаги;
- Для сохранности данных, сохраненных в памяти, регулярно заряжать, не реже 1 раза в месяц (примерно на 8 часов).
- При загрязнении сам прибор чистить влажной тряпкой, не применяя растворители и моющие средства.

4.16 Возможные ошибки в работе, неисправности и способы их устранения

Перечень наиболее часто встречающихся ошибок в работе с прибором, неисправностей и способов их устранения приведены в табл.4.11.

Таблица 4.11

Наименование неисправности, внешнее проявление	Возможная причина неисправности	Метод устранения
Прибор не включается кнопкой 	Разряжен аккумулятор	Подключите сетевой адаптер на 8 часов
Прибор не включается при подключении сетевого адаптера	Встроенный микропроцессор «завис» Сетевой адаптер не подключен к сети Неисправен сетевой адаптер	Нажмите и удерживайте кнопку включения прибора 30 с. Проверьте сетевую розетку, напряжение Замените адаптер
Прибор не выключается кнопкой 	Встроенный микропроцессор «завис»	Нажмите и удерживайте кнопку включения прибора 30 сек.
 ? или температура Tg -200C	Неисправна термопара Обрыв термокомпенсац. кабеля	Замените термопару Найдите и устраните обрыв
 ? (низкий поток, зонд подключен)	Засорился фильтр грубой очистки Перегиб пробоотборной магистрали Неправильное подключение зонда	Замените фильтр Проверьте трассу пробоотборной магистрали Проверьте правильность подключения зонда
 ? (низкий поток, зонд отключен)	Неисправен насос	Обратитесь в службу сервиса
 ?	Отсутствует связь с БПП-510	Проверьте подключение БПП-510 и наличие у него питания
 X	Неисправность БПП-510	См. БПП-510 Руководство по эксплуатации ЛПАР.418312.001
Не изменяются показания на дисплее при помещении зонда в точку отбора пробы: Tg≈Ta, O2≈20,9, CO...H2S=0	Не включено измерение	Нажмите на кнопку START/STOP
Температура газа Tg соответствует действительности и изменяется, а O2≈20,9, CO...H2S=0.	Штуцер пробоотборной магистрали подключен не к тому гнезду Негерметичный пробоотборный тракт	Выполните правильное подключение Проверьте тракт в соответствии с п.4.13.6.1 и п.4.13.1.
Температура газа Tg соответствует действительности и изменяется, O2 выше ожидаемых значений, CO...H2S ниже ожидаемых значений.	Негерметичный пробоотборный тракт	Проверьте тракт в соответствии с п.4.13.6.1 и п.4.13.1.
Измеренные параметры соответствуют ожидаемым, расчетные параметры (CO2, Qa, Alf) не соответствуют ожидаемым.	Неправильно выбран тип топлива Неправильно введены характеристики выбранного типа топлива	Выберите правильный вид топлива, для контроля включите полный тип протокола принтера Правильно введите характеристики выбранного типа топлива, для контроля включите полный тип протокола принтера
При измерении состава газа прибор индицирует перегрузку датчиков CO...H2S не достигнув верхнего предела измерения	Установлен порог защиты датчиков ниже измеряемой величины одного из каналов CO...H2S.	Измените порог защиты датчиков выше измеряемого значения по каналам CO...H2S
XXX - датчик неисправен	Неправильный отбор «чистого воздуха» при проведении установки «нуля» Неисправность датчика	Проверьте нахождение зонда на «чистом» воздухе, правильно подключение БПП-510, ресурс генератора нулевого газа у БПП-510 Обратитесь в службу сервиса для замены датчика

5 Сведения о техническом обслуживании и ремонте

Газоанализатор ДАГ-510 является сложным прибором с гаммой измеряемых параметров, основанными на различных принципах измерения. Техническое обслуживание требует специализированного оборудования и должно производиться квалифицированными специалистами. Техническое обслуживание производится на предприятии изготовителе и его филиалах. В межповерочный интервал прибор не требует технического обслуживания. Сведения о техническом обслуживании и ремонте вносятся в таблицу 5.1.

Таблица 5.1.

Дата	Наименование технического обслуживания и ремонта

6 Поверка

Поверка газоанализатора должна производиться лицами с квалификацией государственного поверителя в соответствии с методикой поверки, содержащейся в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, с межповерочным интервалом 12 месяцев.

Таблица 6.1.

Сведения о поверке	Дата поверки	Подпись, знак поверки	Должность, ФИО поверителя

7 Правила хранения и транспортировки

Газоанализатор должен храниться в заводской упаковке в закрытых помещениях с температурой от плюс 5 до плюс 40 °С и относительной влажностью до 80 % при температуре 25 °С (условия хранения 2 по ГОСТ 15150). Данные условия хранения относятся к хранилищам изготовителя и потребителя. В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Газоанализатор транспортируются в заводской упаковке любым видом крытого транспорта и в отапливаемых герметизированных отсеках самолетов без ограничения скорости на любые расстояния при температуре от минус 20 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 95 % при температуре 35 °С. При транспортировке тара должна быть надежно закреплена и защищена от воздействия солнечных лучей, осадков, пыли и химических веществ, уровень вибрации группа L1 по ГОСТ 12997-84.

8 Утилизация

Утилизация не требует специальных мер безопасности и производится обычным способом.

9 Гарантийные обязательства

1. Гарантия предусматривает бесплатный ремонт или замену запчастей, комплектующих в течение 12 месяцев, начиная со дня отгрузки прибора потребителю.

2. Изготовитель гарантирует соответствие характеристик изделия требованиям, изложенным в разделе «Технические характеристики», в течение гарантийного срока при соблюдении условий эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве.

3. Гарантийное обслуживание выполняется на территории предприятия-изготовителя. Доставка неисправного прибора выполняется за счет и силами потребителя, если в договоре на поставку не указано иное.

4. Срок гарантийного ремонта не более 30 рабочих дней.

5. Замененные (сломанные) запасные части и комплектующие являются собственностью изготовителя. Для всех частей, которые устанавливаются в течении гарантийного срока, гарантия заканчивается вместе с гарантией прибора.

6. Гарантия действительна в том случае, если:

- прибор используется строго в соответствии с руководством по эксплуатации;
- не нарушена заводская пломбировка прибора;
- если дефекты не связаны с внешними воздействиями;
- ремонт производился только представителями предприятия-изготовителя;
- если прибор после установления дефекта незамедлительно передан представителю

предприятия-изготовителя.

По вопросам гарантийного обслуживания обращайтесь по адресу:

Россия, 603152 Нижний Новгород, ул. Ларина 9а,

ООО "Дитангаз", <http://www.ditangaz.ru>

Тел. 831-4665451, e-mail: market@ditangaz.ru



СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»
Т. Б. Змачинская
25 мая 2026 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Газоанализаторы ДАГ-510

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1600-1719-2024
с изменением 1

2026г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на газоанализаторы ДАГ-510 (в дальнейшем – газоанализаторы), предназначенные для измерения содержания кислорода (O_2), оксида углерода (CO), оксида азота (NO), диоксида азота (NO_2), сернистого ангидрида (SO_2), сероводорода (H_2S) и углеводородов в отходящих газах топливосжигающих установок, измерения температуры в точке отбора пробы и температуры окружающей среды; измерения абсолютного давления, разности давлений, избыточного давления/ разрежения, и устанавливает методы первичной поверки до ввода в эксплуатацию, а также периодической поверки в процессе эксплуатации и после ремонта.

Требования по обеспечению прослеживаемости поверяемых газоанализаторов к государственным первичным эталонам единиц величин выполняются путем применения стандартных образцов утвержденного типа и средств измерений, применяемых в качестве эталонов, прослеживаемых к государственным первичным эталонам:

ГЭТ154-2019 «ГПЭ единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 декабря 2020 г. № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

ГЭТ101-2025 «ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^7$ Па» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 декабря 2025 г. № 2667 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^7$ Па и Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления»;

ГЭТ23-2026 «ГПЭ единицы давления – паскаля» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 731 от 14 апреля 2026 г. «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы давления – паскаля и Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

ГЭТ95-2020 «ГПСЭ единицы давления для разности давлений» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 472 от 10.03.2025 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па»;

ГЭТ35-2026 «ГПЭ единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 147 от 29.01.2026 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К и Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

ГЭТ34-2020 «ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 147 от 29.01.2026 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К и Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – прямой метод измерений и метод непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 На основании письменного заявления владельца средств измерений или лица, предоставившего их на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава средств измерений.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7	да	да
2. Подготовка к поверке	8.1	да	да
3. Опробование	8.2	да	да
4. Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	да	да
5. Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
5.1. Определение основной погрешности измерений содержания газовых компонентов	10.1	да	да
5.2. Определение погрешности измерений абсолютного давления, разности давлений и избыточного давления / разрежения	10.2	да	да
5.3. Определение основной погрешности измерений температуры	10.3	да	да
6. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
7. Оформление результатов поверки	12	да	да

Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются поверители из числа работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, аккредитованных на проведение поверки в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации, изучивших настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на газоанализатор и имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки (эталон единицы величин, стандартные образцы, средства измерений, вспомогательные технические средства), указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹⁾
Контроль условий проведения поверки (п. 8.1)	Средства измерений температуры окружающего воздуха. Диапазон измерений температуры от +10 °С до +30 °С, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
	Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха. Диапазон измерений относительной влажности от 25 % до 85 %, пределы допускаемой погрешности измерений ± 3 %.	
	Средства измерений атмосферного давления. Диапазон измерений от 85 до 106 кПа, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа	
Определение основной погрешности канала измерения содержания газов (п. 10.1)	<i>Рабочие эталоны единиц содержания компонентов в газовых смесях 2-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315²⁾.</i> Диапазон воспроизведения объемной (молярной) доли целевого компонента от $1,0 \cdot 10^{-6}$ % до 25 %, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm (2 - 5)$ %	Стандартные образцы состава газовых смесей (ГС) (характеристики ГС приведены в приложении А); Генераторы газовых смесей ГГС-Р, рег. № 62151-15
	Верхний предел измерения объемного расхода газа 0,063 м ³ /ч, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 4,0$ %	Ротаметр с местными показаниями стеклянные РМС-А-0,063 ГУЗ-2, рег. № 67050-17
	Редуктор газовый с давлением на выходе от 0,1 до 0,2 МПа	Редуктор БАЗО-5МГ ТУ 3645-032-0022531-97
		Трубка фторопластовая
		Тройник ГС-ТВ ГОСТ 25336-82
Определение погрешности измерения абсолютного давления, разности давлений избыточного давления/ разрежения (п. 10.2)	<i>Рабочие эталоны единицы давления 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 5 декабря 2025 г. № 2667 (диапазон измерений от 80 до 110 кПа, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,25$ кПа);</i> <i>Рабочие эталоны единицы давления 4-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта № 731 от 14 апреля 2026 г. (диапазон измерений от -2,5 до +2,5 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,01$ кПа)</i> <i>Рабочие эталоны единицы давления 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом</i>	Барометр образцовый переносной БОП-1М-1, рег. № 26469-04; Калибратор многофункциональный MC5-R, рег. № 22237-06; Измерители давления цифровые ИДЦ-2, рег. № 25320-03

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹⁾
Определение основной погрешности измерения температуры (п. 10.3)	<i>Росстандарта № 472 от 10.03.2025 (диапазон измерений от – 2,5 до +2,5 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,005$ кПа)</i>	
	Диапазон задаваемых давлений от –90 до +250 кПа.	Помпа ручная пневматическая «П-0,25»
	<i>Рабочие эталоны единицы температуры 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта № 147 от 29.01.2026³⁾ (диапазон измерений от – 20 °С до +800 °С, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2$ °С).</i>	Преобразователи термоэлектрические платиноводород-платиновые эталонные ППО, рег. № 1442-00; Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100, рег. № 19916-10; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, модификация МИТ 8.15, рег. № 19736-11; Термометр лабораторный электронный ЛТА-Э, рег. № 69551-17
	Диапазон воспроизводимых температур от 100 °С до 1200 °С	Печь МТП-2М
	Диапазон воспроизводимых температур от –20 °С до 200 °С; нестабильность не более $\pm 0,10$ °С	Термостат Julabo FP50-ME
	Диапазон температур от 0 °С до +50 °С, допускаемое отклонение температуры ± 2 °С	Климатическая камера тепла-холода-влаги NH0470F
¹⁾ допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик газоанализатора с требуемой точностью; ²⁾ должно быть обеспечено соотношение точностей между рабочими эталонами 2-го разряда и средствами измерений не более $\frac{1}{2}$; ³⁾ отношение границы доверительной погрешности эталона и предела допускаемой погрешности поверяемого средства измерений должны быть не более 0,4 (1:2,5).		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые газоанализаторы и применяемые средства поверки.

Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Не допускается сбрасывать поверочные газовые смеси (в дальнейшем ГС) в атмосферу рабочих помещений.

Концентрации вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

При проведении поверки должны быть соблюдены правила безопасности по ГОСТ 12.2.007.0 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» и Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от № 536 от 15.12.2020 г.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие газоанализатора следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида газоанализатора описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность;
- исправность органов управления;
- соответствие комплектности (при первичной поверке) и маркировки газоанализатора руководству по эксплуатации.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если СИ соответствует перечисленным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке:

Выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности.

Выдержать баллоны с ГС при температуре $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ не менее 24 ч.

Проверить наличие паспортов ГС и сроки поверки средств измерений и эталонов, применяемых при поверке.

Газоанализатор установить в рабочее положение и подготовить к работе в соответствии с требованиями его эксплуатационной документации.

Включить приточно-вытяжную вентиляцию. Выдержать газоанализатор при температуре поверки не менее 2-х часов.

Перед началом проведения поверки убедиться, что внешние условия соответствуют требованиям раздела 3 методики поверки.

8.2 Опробование

При проведении опробования должны быть выполнены следующие операции:

- прогрев и проверка общего функционирования газоанализатора;
- автоматическая установка нулевых показаний газоанализатора.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если после автоматической установки нуля на дисплее газоанализатора устанавливаются следующие показания:

- по каналам CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S от 0 до 1 млн⁻¹;
- по каналу O₂ от 20,85 % до 20,95 % об.;
- по каналу углеводородов от 0 до 5 млн⁻¹.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО, установленного в газоанализатор, через меню согласно «Информация о приборе»;
- сравнивают полученные данные с идентификационными данными, указанными в таблице 3, для газоанализатора с блоком подготовки пробы «БПП-510» – в таблице 4.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные соответствуют указанным в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	d510s2_ditangaz.hex
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	не ниже 0612.05S.001
Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	30F92D26
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного кода	CRC32

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	d510s2_ditangaz.hex
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	не ниже 0612.02A.001

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной погрешности измерений содержания газовых компонентов

Подключить газоанализатор к баллону в соответствии с рисунком 1. Использовать максимально короткие отрезки трубки ПВХ.



1. Баллон ГС;
2. Редуктор с давлением на выходе от 100 до 200 кПа;
3. Вентиль точной регулировки;
4. Ротаметр с потоком от 0,2 до 0,5 дм³/мин в установившемся режиме при отборе пробы газоанализатором;
5. Газоанализатор;
6. Тройник;
7. Трубка поливинилхлоридная гибкая 6x1.5 мм.

Рисунок 1 – Пневматическая схема соединений при проведении поверки газоанализаторов с помощью ГС в баллонах под давлением

Подготовить газоанализатор к измерению содержания газов согласно руководству по эксплуатации.

Определение основной погрешности измерений проводят последовательно по каждому измерительному каналу при поочередном пропускании через газоанализаторы поверочных газовых смесей заданного состава в последовательности №№ 1–2–3–2–1–3 и снятии показаний поверяемых газоанализаторов по соответствующему измерительному каналу.

Номинальные значения содержания определяемых компонентов ГС приведены в приложении А.

Подача ГС на газоанализаторы из баллонов под давлением осуществляется в следующей последовательности:

- открывают баллон с ГС, скорость подачи газовой смеси должна быть в пределах от 0,2 до 0,5 дм³/мин;
- после стабилизации показаний газоанализатора по поверяемому каналу (через 3 – 5 минут после начала подачи ГС) считывают измеренное значение объемной доли определяемого компонента ГС (в млн⁻¹ или % (об.));
- закрывают баллон с ГС.

10.2 Определение погрешности измерений абсолютного давления, разности давлений и избыточного давления/разрежения

10.2.1 Определение погрешности измерений абсолютного давления проводится методом непосредственного сличения заданного давления на образцовом манометре и показаний газоанализатора.

Подготовить газоанализатор к измерению давления согласно руководству по эксплуатации.

Для проведения измерений к штуцеру «Pa» газоанализатора подключить помпу ручную пневматическую и поочередно подать давление (80 ± 2), (90 ± 2), (96 ± 2), (102 ± 2), и (108 ± 2) кПа, контролируя его на образцовом манометре. Зафиксировать измеренное значение давления.

10.2.2 Определение погрешности измерений избыточного давления/разрежения и разности давлений.

Перед определением погрешности должна быть произведена проверка герметичности соединений в канале измерения избыточного давления/разрежения и разности давлений согласно Рекомендации МИ 1997-89. Проверка герметичности в канале датчика разности давлений должна производиться при избыточном давлении, равном верхнему пределу измерений разности давлений. Изменение температуры в процессе проверки не должно превышать ± 0,5 °С.

Для проверки герметичности каналов измерения избыточного давления/разрежения и разности давлений измеритель давления и помпу П-0,25 присоединить к штуцеру «+Pd» газоанализатора. Помпой создать избыточное давление 2,5 кПа, контролируя его по манометру. Канал считается герметичным, если после трехминутной выдержки под давлением, в течение последующих 2 минут падение давления в нем не превышает 0,2 кПа.

Измеритель давления присоединить к штуцеру «-Pd» газоанализатора. Создать избыточное давление 2,5 кПа, контролируя его по измерителю давления. Канал считается герметичным, если после трехминутной выдержки под давлением, в течение последующих 2 минут в нем не наблюдается падения давления.

Погрешность каналов измерения избыточного давления/разрежения и разности давлений определять в точках диапазона: минус 2,4 кПа, минус 1,25 кПа, 0,5 кПа, 1,25 кПа и 2,4 кПа при значениях измеряемой величины как при подходе к точкам со стороны меньших, так и со стороны больших показаний.

10.3 Определение основной погрешности измерений температуры

10.3.1 Определение погрешности измерений температуры газового потока проводят методом сличения показаний поверяемого газоанализатора с показаниями рабочих эталонов

единицы температуры при значениях температуры: минус $(15 \pm 0,2)$; $(250 \pm 0,2)$; $(520 \pm 0,2)$; $(790 \pm 0,2)$ °С.

Для выполнения измерений температурный зонд газоанализатора и эталонный термометр сопротивления или преобразователь термоэлектрический помещают в печь или термостат на одном уровне. После выдержки при заданной температуре в течение 20 минут фиксируют показания рабочего эталона T_0 и газоанализатора T_g . В каждой точке произвести на менее трех отсчетов с газоанализатора и эталонного СИ и вычислить среднее арифметическое значение.

10.3.2 Определение погрешности измерений температуры окружающей среды проводят методом сличения показаний поверяемого газоанализатора с показаниями рабочих эталонов единицы температуры при трех значениях температуры равномерно распределенных по диапазону измерений температуры окружающей среды.

Для выполнения измерений газоанализатор помещают в климатическую камеру, эталонный термометр располагают вблизи штуцера «Газ» газоанализатора. После выхода камеры на режим и стабилизации фиксируют показания эталонного термометра T_0 и газоанализатора T_a .

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

По результатам измерений содержания газовых компонентов, полученным в каждой точке поверки, определяют основную абсолютную или относительную погрешность газоанализатора в зависимости от участка диапазона измерений по формуле:

$$\Delta_o = [A_i - A_o], \quad (1)$$

$$\text{или} \quad \delta_o = [A_i - A_o] / A_o \times 100 \%, \quad (2)$$

где: A_i – показания газоанализатора, % об. (млн⁻¹);

A_o – действительное значение содержания измеряемого компонента в проверяемой точке, указанное в паспорте на ГС, % об. (млн⁻¹).

Значения основной абсолютной погрешности Δ_a в каждой точке измерений абсолютного давления вычислять по формуле:

$$\Delta_a = [D_i - D_o], \quad (3)$$

где:

D_i – показание газоанализатора, кПа;

D_o – показание манометра, кПа.

По результатам измерений избыточного давления/разрежения и разности давлений, полученным в каждой точке поверки, определяют основную абсолютную или относительную погрешность газоанализатора в зависимости от участка диапазона измерений по формуле:

$$\Delta_d = [D_i - D_o], \quad (4)$$

$$\text{или} \quad \delta_d = [D_i - D_o] / D_o \times 100 \%, \quad (5)$$

где: D_i – показание газоанализатора, кПа;

D_o – показание измерителя давления, кПа.

По результатам измерений температуры газового потока, полученным в каждой точке поверки, определяют абсолютную или относительную погрешность газоанализатора в зависимости от участка диапазона измерений по формуле:

$$\Delta_T = [T_i - T_0], \quad (6)$$

$$\text{или} \quad \delta_T = [T_i - T_0] / T_o \times 100 \%, \quad (7)$$

где: T_i – среднее арифметическое значение температуры, измеренное газоанализатором, °С;

T_0 – действительное значение температуры, измеренное рабочим эталоном, °С.

По результатам измерений температуры окружающей среды, полученным в каждой точке поверки, определяют абсолютную погрешность газоанализатора:

$$\Delta_t = [T_i - T_0], \quad (8)$$

где: T_i – значение температуры, измеренное газоанализатором, °C;

T_0 – действительное значение температуры, измеренное рабочим эталоном, °C.

Полученные значения основной погрешности для каждого определяемого компонента, температуры и давления, не должны превышать значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности газоанализаторов

Определяемый компонент/ параметр	Единица измерений	Диапазон измерений	Участок диапазона измерений, в котором нормируется основная погрешность	Пределы допускаемой основной погрешности		Единица младшего разряда индикации	
				абсолют-ной	относи-тельной		
Кислород (O ₂) ¹⁾	Объемная доля, %	от 0 до 21	от 0 до 4 включ.	±0,2	—	0,01	
			св. 4 до 21	—	±5 %		
Оксид углерода (CO) ¹⁾	Объемная доля, млн ⁻¹ (ppm)	от 0 до 40000	от 0 до 1000 включ.	±100	—	1	
			св. 1000 до 40000	—	±10 %		
		от 0 до 4000	от 0 до 100 включ.	±10	—		±10 %
			св. 100 до 4000	—	±10 %		
от 0 до 400		от 0 до 10 включ.	±1	—	0,1		
		св. 10 до 400	—	±10 %			
Оксид азота (NO) ¹⁾		от 0 до 2000	от 0 до 250 включ.	±25	—	1	
			св. 250 до 2000	—	±10 %		
		от 0 до 400	от 0 до 50 включ.	±5	—		±10 %
			св. 50 до 400	—	±10 %		
		от 0 до 100	от 0 до 10 включ.	±1	—	0,1 / 1	
			св. 10 до 100	—	±10 %		
Диоксид азота (NO ₂) ¹⁾		от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	—	1	
			св. 100 до 400	—	±10 %		
		от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	—		±10 %
			св. 50 до 200	—	±10 %		
		от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	—	0,1 / 1	
			св. 10 до 50	—	±10 %		
Сернистый ангидрид (SO ₂) ¹⁾		от 0 до 2000	от 0 до 250 включ.	±25	—	1	
			св. 250 до 2000	—	±10 %		
	от 0 до 400	от 0 до 50 включ.	±5	—	±10 %		
		св. 50 до 400	—	±10 %			
	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	—	0,1 / 1		
		св. 10 до 50	—	±10 %			
Сероводород (H ₂ S) ¹⁾	от 0 до 400	от 0 до 100 включ.	±10	—	1		
		св. 100 до 400	—	±10 %			
	от 0 до 200	от 0 до 50 включ.	±5	—		±10 %	
		св. 50 до 200	—	±10 %			
	от 0 до 50	от 0 до 10 включ.	±1	—	±10 %		
		св. 10 до 50	—	±10 %			
Углеводороды (по C ₃ H ₈) ¹⁾	от 0 до 5000	от 0 до 1000 включ.	±100	—	1		
		св. 1000 до 5000	—	±10 %			
Температура газового потока ²⁾	°C	от –20 до +800	от –20 до +300 включ.	±3	—	0,1	
			св. +300 до +800	—	±1 %		

Продолжение таблицы 5

Определяемый компонент/ параметр	Единица измерений	Диапазон измерений	Участок диапазона измерений, в котором нормируется основная погрешность	Пределы допускаемой основной погрешности		Единица младшего разряда индикации
				абсолютной	относительной	
Температура окружающей среды ²⁾	°С	от 0 до +50	от 0 до +50 включ.	±1	–	0,1
Абсолютное давление ²⁾	кПа	от 80 до 110	от 80 до 110	±2,5	–	0,01
Разность давлений ²⁾		от –2,5 до +2,5	от –2,5 до +2,5	±0,025	–	0,0001
Избыточное давление / разрежение ²⁾		от –2,5 до +2,5	от –1 до +1	±0,05	–	0,001
			от –2,5 до –1,0 от +1,0 до +2,5	–	±5 %	
Скорость потока ²⁾	не нормированы (определение по расчету)					
Углекислый газ (СО ₂)						
Сумма оксидов азота						
Коэфф. избытка воздуха						
Коэфф. потерь тепла						
Примечания: ¹⁾ Количество определяемых компонентов и диапазоны измерений определяются по отдельному заказу;						
²⁾ Измерительные каналы устанавливаются по отдельному заказу						

12 Оформление результатов поверки

12.1. Результаты поверки заносят в протокол.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, утвержденным приказом Минпромторга России № 2906 от 28.08.2020. При проведении поверки отдельных измерительных каналов из состава средства измерений информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке в установленной форме или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.4 В целях предотвращения несанкционированного доступа к узлам настройки (регулировки) средств измерений в местах, предусмотренных конструкцией, по завершении поверки аккредитованным на поверку лицом устанавливаются мастичные пломбы, содержащие изображение знака поверки.

Перечень поверочных газовых смесей, применяемых при поверке газоанализатора.

Компонент	Диапазон измерения, объемная доля	№ ПГС	Содержание компонента в ГС, объемная доля	Пределы допускаемой погрешности аттестации компонента в ГС	Номер рекомендуемой ГС по реестру ГСО или источник ГС
Кислород (O ₂)	от 0 до 21,0 %	1	0 %	± 2,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 2,1 %		ГСО 12342-2023 (O ₂ /N ₂); ГГС-Р
		2	от 9,45 до 11,55 %		
		3	от 18,9 до 21,0 %		
Оксид углерода (CO)	от 0 до 40000 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 4000 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (CO/N ₂); ГГС-Р
		2	от 18000 до 22000 млн ⁻¹		
		3	от 36000 до 40000 млн ⁻¹		
	от 0 до 4000 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74,
			от 0 до 400 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (CO/N ₂); ГГС-Р
		2	от 1800 до 2200 млн ⁻¹		
		3	от 3600 до 4000 млн ⁻¹		
	от 0 до 400 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 40 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (CO/N ₂); ГГС-Р
		2	от 180 до 220 млн ⁻¹		
		3	от 360 до 400 млн ⁻¹		
Оксид азота (NO)	от 0 до 2000 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 200 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (NO/N ₂); ГГС-Р
		2	от 900 до 1100 млн ⁻¹		
		3	от 1800 до 2000 млн ⁻¹		
	от 0 до 400 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 40 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (NO/N ₂); ГГС-Р
		2	от 180 до 220 млн ⁻¹		
		3	от 360 до 400 млн ⁻¹		

Компонент	Диапазон измерения, объемная доля	№ ПГС	Содержание компонента в ГС, объемная доля	Пределы допускаемой погрешности аттестации компонента в ГС	Номер рекомендуемой ГС по реестру ГСО или источник ГС
	от 0 до 100 млн ⁻¹	1	0 % от 0 до 10 млн ⁻¹	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
		2	от 45 до 55 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (NO/N ₂); ГГС-Р
		3	от 90 до 100 млн ⁻¹		
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 400 млн ⁻¹	1	0 % от 0 до 40 млн ⁻¹	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
		2	от 180 до 220 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (NO ₂ /N ₂); ГГС-Р
		3	от 360 до 400 млн ⁻¹		
	от 0 до 200 млн ⁻¹	1	0 % от 0 до 20 млн ⁻¹	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
		2	от 90 до 110 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (NO ₂ /N ₂); ГГС-Р
		3	от 180 до 200 млн ⁻¹		
	от 0 до 50 млн ⁻¹	1	0 % от 0 до 5 млн ⁻¹	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
		2	от 22,5 до 27,5 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (NO ₂ /N ₂); ГГС-Р
		3	от 45 до 50 млн ⁻¹		
Сернистый ангидрид (SO ₂)	от 0 до 2000 млн ⁻¹	1	0 % от 0 до 200 млн ⁻¹	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
		2	от 900 до 1100 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (SO ₂ /N ₂); ГГС-Р
		3	от 1800 до 2000 млн ⁻¹		
	от 0 до 400 млн ⁻¹	1	0 % от 0 до 40 млн ⁻¹	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
		2	от 180 до 220 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (SO ₂ /N ₂); ГГС-Р
		3	от 360 до 400 млн ⁻¹		
	от 0 до 50 млн ⁻¹	1	0 % от 0 до 5 млн ⁻¹	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74

Компонент	Диапазон измерения, объемная доля	№ ПГС	Содержание компонента в ГС, объемная доля	Пределы допускаемой погрешности аттестации компонента в ГС	Номер рекомендуемой ГС по реестру ГСО или источник ГС
		2	от 22,5 до 27,5 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (SO ₂ /N ₂); ГГС-Р
		3	от 45 до 50 млн ⁻¹		
Сероводород (H ₂ S)	от 0 до 400 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 40 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (H ₂ S /N ₂); ГГС-Р
		2	от 180 до 220 млн ⁻¹		
		3	от 360 до 400 млн ⁻¹		
	от 0 до 200 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 20 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (H ₂ S /N ₂); ГГС-Р
		2	от 90 до 110 млн ⁻¹		
		3	от 180 до 200 млн ⁻¹		
	от 0 до 50 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 5 млн ⁻¹		ГСО 12342-2023 (H ₂ S /N ₂); ГГС-Р
		2	от 22,5 до 27,5 млн ⁻¹		
		3	от 45 до 50 млн ⁻¹		
Углеводороды (по C ₃ H ₈)	от 0 до 5000 млн ⁻¹	1	0 %	± 3,5 %	Азот (N ₂) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 500 млн ⁻¹		ГСО 10651-2015 (C ₃ H ₈ /N ₂)
		2	от 2250 до 2750 млн ⁻¹		
		3	от 4500 до 5000 млн ⁻¹		

Приложение Б. Внешний вид газоанализатора, подключение периферии

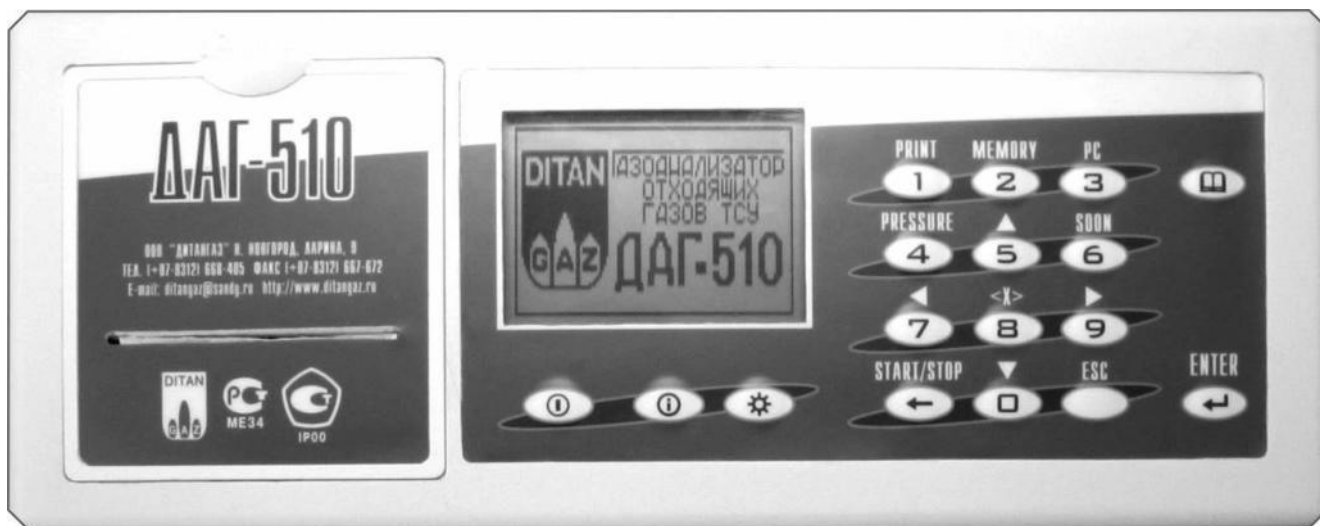


Рис Б.1. Газоанализатор ДАГ-510, лицевая панель.



Рис Б.2. Газоанализатор ДАГ-510, замена бумаги в принтере.



Рис Б.3. Газоанализатор ДАГ-510, боковая панель.



Рис. Б.4. Режим газоанализатор



Рис Б.5 Работа с БПП-510



Рис. Б.6 Режим давление/скорость

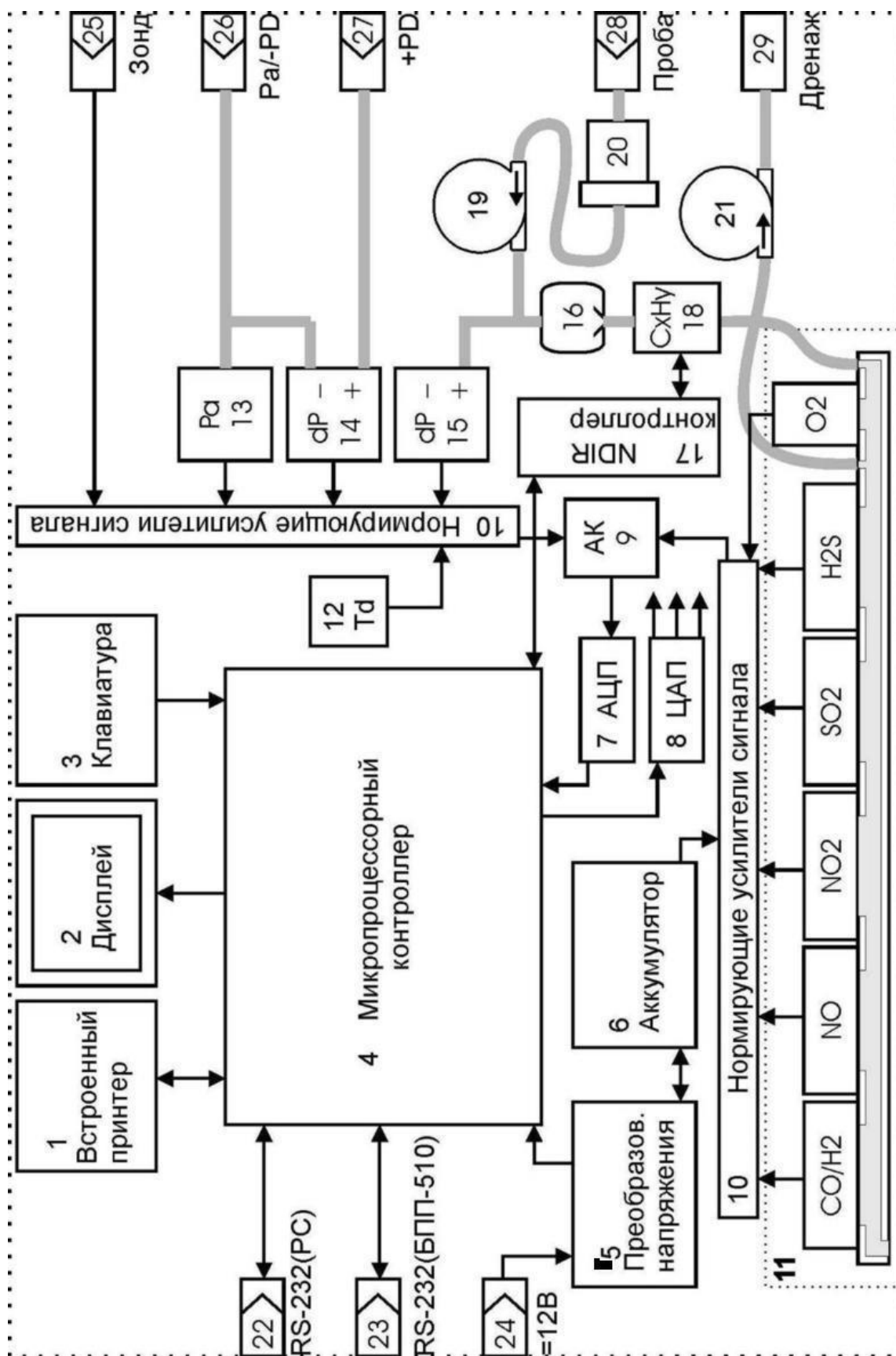


Рис Б.7 Проверка герметичности

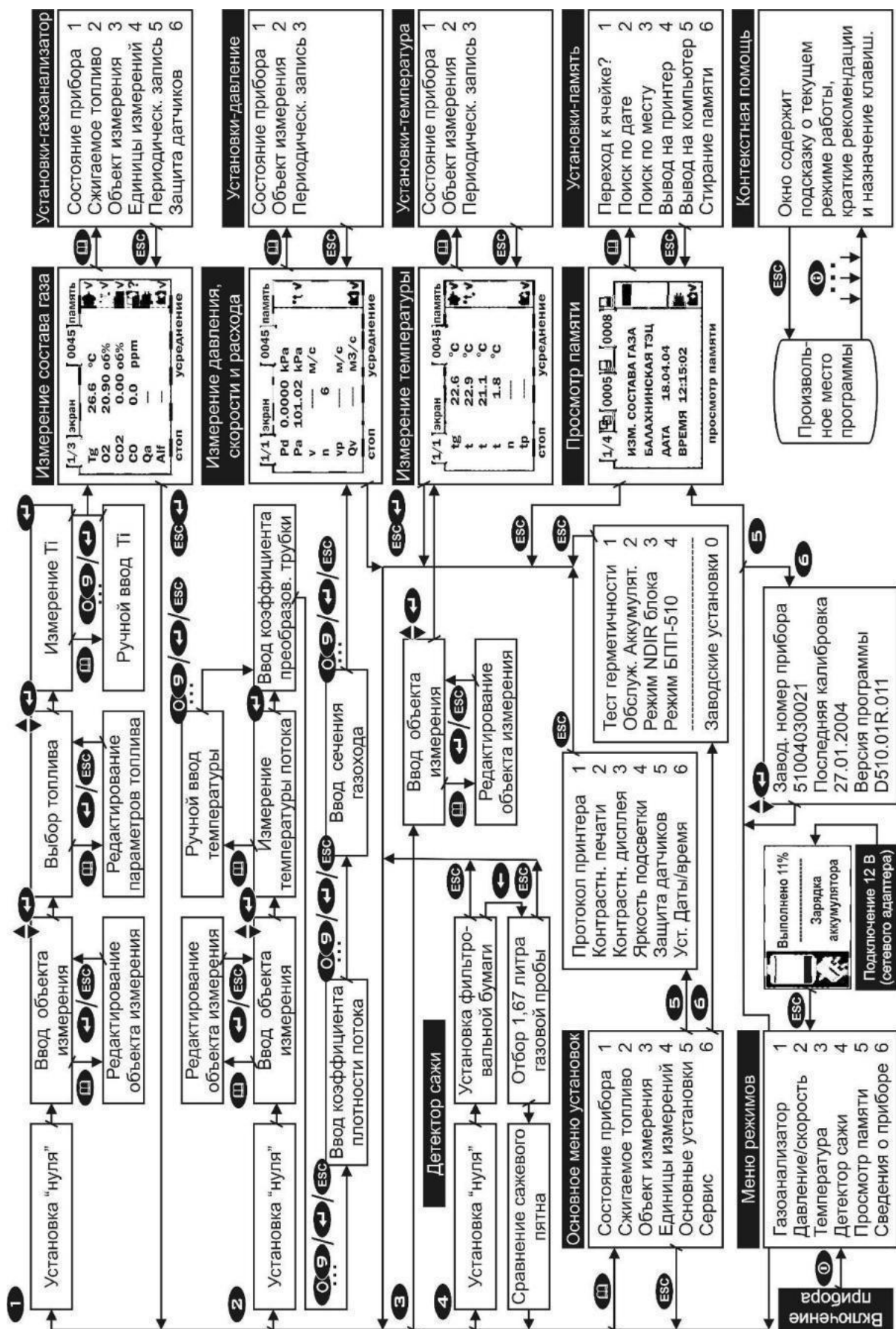


Рис. Б.8 Проверка герметичности (закрытый тракт)

Приложение В. Структурная схема газоанализатора ДАГ-510



Приложение Г. Блок схема работы газоанализатора ДАГ-510.



Приложение Д. Примеры протоколов печати.

Из памяти: давление и скорость n>0	Из памяти: давление и скорость n>0	Измерение: давление и скорость n=0	Из памяти: давление и скорость n=0
ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 23.04.2004 10.37.33	ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 запись в память № 0027 23.04.2004 10.37.33	ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 23.04.2004 10.37.33	ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 запись в память № 0027 23.04.2004 10.37.33
Протокол измерения давления, скорости и расхода газопыле- вого потока Объект: БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ	Протокол измерения давления, скорости и расхода газопыле- вого потока Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ	Протокол измерения давления, скорости и расхода газопыле- вого потока Объект: БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ	Протокол измерения давления, скорости и расхода газопыле- вого потока Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ
pd : 0.3722 kPa pa : 102.19 kPa v : 15.80 м/с	pd : 0.3722 kPa pa : 102.19 kPa v : 16.00 м/с	pd : 0.3722 kPa pa : 102.19 kPa v : 15.00 м/с	pd : 0.3722 kPa pa : 102.19 kPa v : 15.00 м/с
Kt : 0.400 Kp : 1290 г/м³ Tg : 26.6 °C Pn : 00000000034.0 г/м³ Bg : 1.000 м³	n : 2 vp : 15.00 м/с Qv : 15.000 м³/с	Kt : 0.400 Kp : 1290 г/м³ Tg : 26.6 °C Bg : 1.000 м³	
001 : 14.00 м/с 002 : 16.00 м/с			
n : 4 vp : 15.00 м/с Qv : 15.000 м³/с			
Измерение: газоанализатор	Из памяти: газоанализатор	Измерение: температура n>0	Из памяти: температура n>0
ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 23.04.2004 10.37.33	ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 запись в память № 0015 23.04.2004 10.37.33	ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 23.04.2004 10.37.33	ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 запись в память № 0015 23.04.2004 10.37.33
Протокол концентраций газов Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ Топ-во: ПРИРОДНЫЙ ГАЗ Усреднение показаний включ.	Протокол концентраций газов Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ Топ-во: ПРИРОДНЫЙ ГАЗ	Протокол измер-я температуры Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ	Протокол измер-я температуры Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ
Tmax : 2010 CO2max : 11.800 B : 0.810 C : 0.833 K : 0.780 P : 1000 O2ref : 3	Tmax : 2010 CO2max : 11.800 B : 0.810 C : 0.833 K : 0.780 P : 1000 O2ref : 3	Tg : 121.7 °C Tt : 121.9 °C Ti : 19.8 °C Tl : 102.1 °C 001 : 120.0 °C 002 : 121.0 °C n : 6 Tp : 120.5 °C	Tg : 121.7 °C Tt : 121.9 °C Ti : 19.8 °C Tl : 102.1 °C n : 6 Tp : 120.5 °C
Tg : 167.8 °C Ta : 26.6 °C Ti : 24.6 °C O2 : 2.56 %оо CO2 : 10.39 %оо CO : 115 ppm NO : 74 ppm NO2 : 7 ppm NOx : 81 ppm SO2 : 180 ppm H2S : 28 ppm CH : 16 ppm Q2 : 6.57 % Q3 : 0.01 % Qa : 6.58 % ALF : 1.12	Tg : 167.8 °C Ta : 26.6 °C Ti : 24.6 °C O2 : 2.56 %оо CO2 : 10.39 %оо CO : 115 ppm NO : 74 ppm NO2 : 7 ppm NOx : 81 ppm SO2 : 180 ppm H2S : 28 ppm CH : 16 ppm Q2 : 6.57 % Q3 : 0.01 % Qa : 6.58 % ALF : 1.12	Измерение: температура n=0 ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 23.04.2004 10.37.33 Протокол измер-я температуры Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ Tg : 121.7 °C Tt : 121.9 °C Ti : 19.8 °C Tl : 102.1 °C	Из памяти: температура n=0 ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-510 заводской №51003030001 запись в память № 0015 23.04.2004 10.37.33 Протокол измер-я температуры Объект: 16 БАЛАХНИНСКАЯ ТЭЦ Tg : 121.7 °C Tt : 121.9 °C Ti : 19.8 °C Tl : 102.1 °C

Примечание:

Строка, выводится при кратком, стандартном и полном протоколе печати
 Строка, выводится при стандартном и полном протоколе печати
 Строка, выводится при полном протоколе печати

Приложение Е. Формат данных интерфейса RS-232

Назначение контактов разъемов и распиновка кабеля для связи газоанализатора ДАГ-510 и персональным компьютером совместимым с IBM PC приведена в таблице Е.1. Формат выходных данных у интерфейса RS-232: 9600 Бод, восемь бит плюс стоп-бит. Данные передаются в ASCII кодах блоками, построчно с окончаниями строки CR, LF (0DH, 0AH). Газоанализатор формирует различные выходные послышки в зависимости от режима измерения, в котором находится прибор или режима, из которого данные были записаны в память. Последовательность данных приведена в таблице Е.2.

Таблица Е.2.

Режим измерения	Посылаемые данные	Множитель/Формат	Размерность/Примечание	Пример
Газоанализатор	старт послышки	-	идентификатор типа послышки	>G
	номер замера в памяти	число 0..4000	0 – текущее измерение/номер ячейки памяти	0
	дата	день.месяц.год	-	14.11.2005
	время	час:минута:секунды	-	10:30:30
	объект измерения	кодировка Win Cyr	максимум 21 символ	ТЭЦ 5
	топливо	кодировка Win Cyr	максимум 21 символ	МАЗУТ
	единицы измерения	0/1	0-ppm/1-mg	0
	приведение к O2	0/1	0-выкл/1-вкл	0
	приведение к NO2	0/1	0-выкл/1-вкл	0
	Ta	*10		33
	Tg	*10	°C	755
	Ti	*10		56
	O2	*100	всегда в % об.	2090
	CO	*10		0
	NO	*10		0
	NO2	*10	в соответствии с выбранными единицами измерения	0
	SO2	*10		0
	H2S	*10		0
	CH	*10		0
	CO2	*100	всегда в % об.	0
	q2	*100		0
	q3	*100	%	0
	alf	*100		0
	стоп послышки	-	-	<
Температура	старт послышки	-	идентификатор типа послышки	>T
	номер замера в памяти	число 0..4000	0 – текущее измерение/номер ячейки памяти	0
	дата	день.месяц.год	-	14.11.2005
	время	час:минута:секунды	-	10:30:30
	объект измерения	кодировка Win Cyr	максимум 21 символ	ТЭЦ 9
	Tg	*10		33
	tT	*10		33
	tL	*10	°C	33
	tF	*10		33
	tp	*10		33
	n	-	количество проведенных замеров	1
	стоп послышки	-	-	<
Давление/скорость	старт послышки	-	идентификатор типа послышки	>P
	номер замера в памяти	число 0..4000	0 – текущее измерение/номер ячейки памяти	0
	дата	день.месяц.год	-	14.11.2005
	время	час:минута:секунды	-	10:30:30
	объект измерения	кодировка Win Cyr	максимум 21 символ	ТЭЦ 9
	Pd	*10	Pa	0
	Pa	*10		998619
	V	*1000		3378
	Vp	*1000	м/сек	0
	Qvg	*1000	м3/с	0
	n	-	количество проведенных замеров	12
	стоп послышки	-	-	<

Приложение Ж. Работа газоанализатора в режиме внешнего управления.

Ж.1 Подключение газоанализатора

Ж.1.1 Работа газоанализатора ДАГ-510 в режиме внешнего управления осуществляется в составе со стационарным устройством подготовки пробы БПП-510. Устройство подготовки пробы должен быть установлен на объекте согласно разд. 9 «Указания по установке и проектной привязке» руководства по эксплуатации на БПП-510 ЛПАР.418312.002. Подключение газоанализатора к БПП-510 производится в соответствии разд. 4.2 «Подготовка блока к работе» и разд. 4.3 «Порядок работы».

Ж.1.2 Внешнее управление газоанализатора ДАГ-510 осуществляется по последовательному интерфейсу RS-232 с использованием протокола обмена Modbus, форматом пакета RTU. Стационарное устройство подготовки пробы БПП-510 позволяет произвести подключение по интерфейсу RS-485 с дальностью связи до 1000 метров. Подробное описание протокола обмена и алгоритм работы газоанализатора приведены в п.Ж.3.

Ж.1.3 Автоматический выбор режима внешнего управления происходит при каждом включении питания газоанализатора ДАГ-510, если установлен "режим при включении" как "Дистанционное управл." (см. п. 4.13.6.6)

Ж.1.4 Для подключения управляющего компьютера необходимо выполнить рекомендации и произвести соединение персонального компьютера (ведущего контроллера) в соответствии со схемой соединений, приведенной в разд. 9 «Указания по установке и проектной привязке» руководства по эксплуатации на БПП-510 ЛПАР.418312.002 или в соответствии со схемой, приведенной на рис. Ж.1.

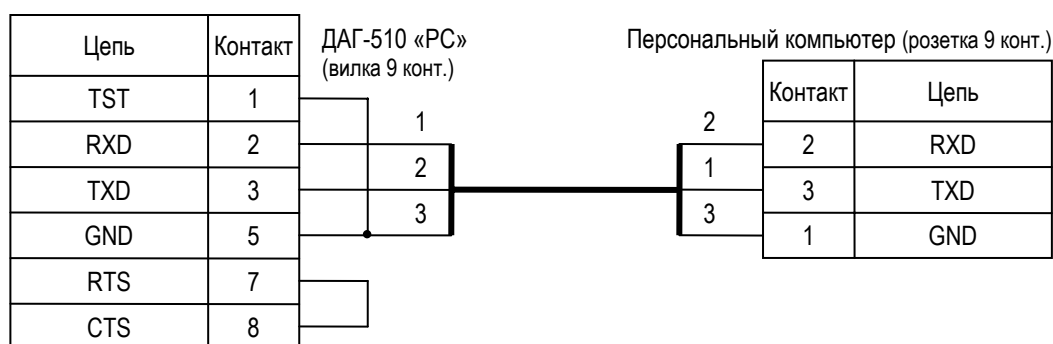


Рисунок Ж.1. Подключение персонального компьютера к ДАГ-510 в режиме внешнего управления

Ж.2 Порядок работы

Ж.2.1 Режим внешнего управления служит для удаленного управления газоанализатором ДАГ-510 и получения информации о состоянии прибора и результатах измерения, которые обрабатываются персональным компьютером (выводятся на дисплей, протоколируются, архивируются и т. д.). Порядок работы с ДАГ-510 с персонального компьютера (ведущего контроллера) зависит от конкретного программного обеспечения. Описание работы программы приведено в соответствующем руководстве оператора.

```
АСКЗВ:MODBUS-RTU:S005
СОСТ:ОЖИДАНИЕ
ВЫПОЛ:НЕТ КОМАНДЫ
O2 ----% CO ----p
NO2 ----p NO ----p
H2S ----p SO2 ----p
Ta ----C Tg ----C
T1 ----C Tp ----C
```

Рис. Ж.2

После включения газоанализатора подключенного для работы в режиме внешнего управления на дисплей выводится информация в соответствии с рис. Ж.2. Перед началом работы необходимо выставить правильной сетевой адрес газоанализатора ДАГ-510. Ввод адреса производится в соответствии с п. 4.13.2.4 настоящего РЭ. Функция установки сетевого адреса вызывается из меню установок внешнего

СОСТОЯНИЕ ПРИБОРА	1
СЕТЕВОЙ АДРЕС	2
СЖИГАЕМОЕ ТОПЛИВО	3
ОБЪЕКТ ИЗМЕРЕНИЯ	4
ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ	5
ПРОТОКОЛ ПРИНТЕРА	6

Рис. Ж.3

управления (рис. Ж.3) клавишей **2**. В соответствии с протоколом обмена адрес должен находиться в диапазоне от 001 до 247. Меню установок внешнего управления доступно при нажатии на клавишу **⏮** только при работе газоанализатора в режиме внешнего управления (рис. Ж.3) в режиме «ожидание». Назначение остальных функций меню установок внешнего управления аналогичны приведенным в п.4.13.

В режиме внешнего управления газоанализатор отображает на дисплее в первой строке активный протокол обмена (MODBUS-RTU) и адрес в сети в десятичной системе исчисления (ADDR:005).

Во второй строке выводится состояние газоанализатора (СОСТ:):

- ОЖИДАНИЕ, газоанализатор находится в режиме ожидания команды с клавиатуры или по интерфейсу;
- УСТАНОВКА '0', производится продувка датчиков газоанализаторов чистым воздухом с последующей установкой «нуля»;
- ИЗМЕРЕНИЕ, выполняется измерение состава и температуры газовой пробы;
- ПРОДУВКА ДАТЧ., производится продувка датчиков газоанализаторов чистым воздухом после выполнения измерения;
- НАГР/ОХЛ.ПРОБ., газоанализатор находится в режиме ожидания команды с включенным обогревом пробоотборной магистрали.

В третьей строке отображается выполняемая команда (ВЫПОЛ:):

- НЕТ КОМАНДЫ, команда не получена;
- ОДНОКР.ИЗМЕРЕН., выполняется команда «выполнить однократное измерение»;
- НЕПРЕРЫВ.ИЗМЕР., выполняется команда «выполнить непрерывное измерение»;
- ПЕРЕХ.В ОЖИДАН., прерывание измерения и при получении команды «переход в состояние ожидания»;
- РУЧНОЕ УПРАВЛ., запуск непрерывного измерения с клавиатуры.

С четвертой строки по шестую выводятся результаты измерения состава газа. Единицы измерения фиксированные: для O₂ - % об., для остальных газов – ppm. Индикация производится только в режиме измерения и продувки датчиков.

В седьмой строке отображается температура воздуха T_a и температура в месте отбора газовой пробы T_g.

Если блок подготовки пробы оснащен электрическим обогревом пробоотборной магистрали и активным охладителем пробы в восьмой строке отображается температура пробоотборной магистрали T_l и температура охладителя пробы T_p.

Ж.2.2 В режиме внешнего управления при необходимости проверки работоспособности газоанализатора на месте его установки можно оперативно произвести измерение состава газа с выводом результатов на дисплей. Для этого необходимо при нахождении газоанализатора в состоянии «ожидания» нажать клавишу **⏮**. При этом в третьей строке дисплея выводится сообщение о исполняемой команде - ВЫПОЛ: РУЧНОЕ УПРАВЛ. После выполнения фазы установки «нуля» электрохимических датчиков газоанализатор начинает производить непрерывное измерение состава. Этот режим может прерываться дистанционно командой с персонального компьютера (ведущего контроллера) либо повторным нажатием клавиши **⏮**.

Ж.2.3 Для выхода из режима внешнего управления и перехода к меню режимов работы (рисунок 4.2) необходимо нажать клавишу **ESC** и подтвердить выход клавишей **⏮**.

Ж.3 Реализация протокола Modbus RTU газоанализатора ДАГ-510.

Ж.3.1 Интерфейс

Газоанализатор ДАГ-510 имеет последовательный интерфейс RS-232. По последовательным интерфейсам поддерживается протокол верхнего уровня Modbus с форматом пакета RTU в соответствии с документом «Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0». Формат передачи данных фиксированный: скорость передачи 9600 бит/с, 8 бит, 2 стоп бита, без проверки на четность.

В режиме автономной работы (режим самостоятельного средства измерения) ДАГ-510 не обеспечивает телеуправление.

Ж.3.2 Задержки между пакетами

Временные задержки между пакетами и символами пакетов соответствуют «Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0». Между символами одного пакета может быть задержка длиной не более полутора символов. Между пакетами должна быть задержка не менее 3,5 символов. Рекомендуется начать передавать следующий пакет не ранее чем через 4,5 символа после получения последнего бита предыдущего пакета. Если в интервале между 1,5 символами и 3,5 символами после прихода последнего символа, приходит первый символ следующего пакета, сбрасываются оба пакета.

Примечание: задержка длиной в символ - это время необходимое, для того чтобы передать 8 бит данных при данной скорости передачи и параметрах соединения

Ж.3.3 Адреса устройств Modbus

Газоанализатор ДАГ-510 поддерживают команды Modbus в соответствии с синтаксисом запроса и ответа определенным в документе «Modbus Application Protocol Specification v1.1a». Адрес устройства может быть от 01h до 0F7h. Диапазон адресов 0F8h-0FFh зарезервирован в стандарте Modbus. Широковещательные запросы (адрес устройства 00h) не поддерживаются.

Ж.3.4 Модель данных и команды

В связи с организацией регистров памяти при отсутствии дискретных входов и выходов, фиксированном алгоритме работы, газоанализатор ДАГ-510 поддерживают только следующие команды:

- 03h Чтение регистров (Read Holding Registers);
- 04h Чтение входных регистров (Read Input Registers);
- 06h Запись регистра (Write Single Register).

Команды 01h, 02h, 04h, 05h, 07h, 08h, 0Bh, 0Ch, 0Fh, 10h, 11h, 14h, 15h, 16h, 17h, 18h, 2Bh не поддерживаются.

Результаты измерения доступны только для чтения и рассматриваются как входные регистры.

Ж.3.5 Адресация

Основным способом передачи данных газоанализатора ДАГ-510 по протоколу Modbus RTU является чтение или запись регистров. Адреса запрашиваемых регистров и их назначение имеют однозначное табличное соответствие. Обращение возможно только к регистрам определенным в таблице Ж.1.

Таблица Ж.1

Наименование регистра	Относительный адрес регистра	Команда чтения/записи	Примечание
Регистры чтения параметров газоанализатора (Read Input Registers)			
Регистр статуса	0000H	04H/ —	Побитное распределение регистра
			Резерв Готовность результата измерения (чтение по адресам 0002h...000Ah) 00 - данные измерения не готовы 01 - данные непрерывного измерения 02 - данные однократного измерения 03 - проботбор к измерению готов Резерв Текущий режим работы 00 - состояние "ожидание" 01 - установка «нуля» 02 - измерение 03 - продувка датчиков 04 - ручное управление на месте 05 - подготовка проботбора к измерению
			15 ... 11 10 ... 08 07 ... 03 02 ... 00
Регистр ошибок	0001H	04H/ —	Побитное распределение регистра
			ошибка проверки аппаратных средств сброс сторожевым таймером ошибка блока подготовки пробы ошибка герметичности газовых клапанов прекращение измерения при перегрузке недостаточное напряжение питания мала производительность насоса ошибка датчика давления ошибка датчика H₂S ошибка датчика SO₂ ошибка датчика NO₂ ошибка датчика NO ошибка датчика CO ошибка датчика O₂ темп. прибора вне допустимого диапазона темп. воздуха вне диапазона измерения
			15 14 13 12 11 10 09 08 07 06 05 04 03 02 01 00
Результат измерения T _g	0002H	04H/ —	°C
Результат измерения T _a	0003H	04H/ —	
Результат измерения O ₂	0004H	04H/ —	% об.* 100
Результат расчета CO ₂	0005H	04H/ —	
Результат измерения CO	0006H	04H/ —	ppm или mg/m ³ в зависимости от установленных единиц измерения
Результат измерения NO	0007H	04H/ —	
Результат измерения NO ₂	0008H	04H/ —	
Результат измерения SO ₂	0009H	04H/ —	
Результат измерения H ₂ S	000AH	04H/ —	
Дата поверки	000BH	04H/ —	Lo byte - число, Hi byte – месяц
Год поверки	000CH	04H/ —	
Общая наработка	000DH	04H/ —	Часов
Результат измерения CH ₄	000EH	04H/ —	ppm или mg/m ³ в зависимости от установленных единиц измерения
Регистры задания параметров газоанализатора (Holding Registers)			
Регистр команд	0000H	03H/ 06H	Hi byte – резерв, Lo byte – команда: 00H - резерв; 01H - провести автоматическое однократное измерение; 02H - начать непрерывного измерения; 03H - переход в состояние "ожидание"; 04H - переход в состояние "standby";

Наименование регистра	Относительный адрес регистра	Команда чтения/записи	Примечание
			05H - включить подготовку пробоотбора к измерению.
Регистр режима измерения	0001H	03H/ 06H	Lo byte – единицы измерения: 00 - ppm, 01 - mg, 02 - mg к O ₂ , 03 -mg NO>NO ₂ , 04 - mg к O ₂ NO>NO ₂ . Hi byte – тип сжигаемого топлива, в соответствии с номером топлива в табл. 6.1, п.6.5 Выбор вида топлива.

Примечания:

1. Выход результата измерения из номинального диапазона измерения отражается записью числа 8000H в соответствующих регистр.
2. В регистрах с результатами измерения (Read Input Registers 0002H..000AH) при отсутствии актуальных данных записывается 8001H соответствующих регистр;
3. В регистрах с результатами измерения (Read Input Registers 0004H..000AH) при отсутствии соответствующего датчика в опрашиваемом газоанализаторе записывается 8002H соответствующих регистр;
4. В регистре команд (Holding Registers 0000H) код команды сохраняется до конца выполнения записанной команды, затем сбрасывается в 0000H.
5. Запись в регистр команд (Holding Registers 0000H) кода команды «05H - включить подготовку пробоотбора к измерению» имеет смысл, если пробоотбор устройства подготовки пробы БПП-510 оснащен обогреваемой линией и есть необходимость выполнить ее нагрев до проведения измерения.

Таблица Ж.2

№ п/п	Операция	Тип данных	Данные	Примечание
1	Чтение регистра статуса	Запрос	ADR-04h-00h-00h-00h-01h-CRC	чтение входного регистра по адр. 0000h
		Ответ	ADR-04h-02h-00h-00h-CRC	данные не готовы, прибор в режиме "ожидание"
2	Чтение даты очередной поверки	Запрос	ADR-04h-00h-0Bh-00h-02h-CRC	чтение 2-х вх. регистров с адр. 000Bh
		Ответ	ADR-04h-04h-0Bh-A05h-07h-D6h-CRC	очередная поверка 05.11.2006
3	Чтение времени общей наработки	Запрос	ADR-04h-00h-0Dh-00h-01h-CRC	чтение входного регистра по адр. 000Dh
		Ответ	ADR-04h-02h-04h-B1h-CRC	наработка 1201 часов
4	Чтение статуса, ошибок и результата измерения	Запрос	ADR-04h-00h-0Bh-00h-00h-CRC	чтение 11-ти вх. регистров с адр. 0000h
		Ответ	ADR-04h-16h-01h-02h-01h-00h-00h-C8h-00h-23h-07h-C6h-00h-5Ah-00h-53h-00h-0Fh-00h-02h-00h-00h-00h-CRC	режим "измерение", ошибка датчика давления, Tg=200, Ta=35, O2=19.9, CO2=0.9, CO=83, NO=15, NO2=2, SO2=0, H2S=0
5	Чтение регистра команд	Запрос	ADR-03h-00h-00h-00h-01h-CRC	чтение одного регистра по адр. 0000h
		Ответ	ADR-03h-02h-00h-02h-CRC	выполняется непрерывное измерение
6	Запись регистра команд	Запрос	ADR-06h-00h-00h-00h-01h-CRC	запись 01h в регистр по адр. 0000h
		Ответ	ADR-06h-00h-00h-00h-01h-CRC	запуск однократного измерения
7	Чтение регистра режима измерения	Запрос	ADR-03h-00h-01h-00h-01h-CRC	чтение одного регистра по адр. 0001h
		Ответ	ADR-03h-02h-00h-00h-CRC	единицы измерения ppm
8	Запись регистра режима измерения	Запрос	ADR-06h-00h-01h-00h-03h-CRC	запись 03h в регистр по адр. 0001h
		Ответ	ADR-06h-00h-01h-00h-03h-CRC	единицы измерения mg/m ³ , NO приведено к NO ₂

Ж.3.6 Управление газоанализатором ДАГ-510 по протоколу Modbus

Блок схема работы газоанализатора ДАГ-510 в режиме автоматического однократного и непрерывного измерения приведена на рис Ж.2.

Шаги со 2 по 11 (рис. Ж.2) – инициализация устройства. Не рекомендуется использование газоанализатора, если выявлена необходимость очередной поверки или интервал времени работы (измерений) без корректировки показаний составил более 1000 часов. В этих случаях нужно направить газоанализатор на обслуживание и поверку.

Важно учесть, что команды начала измерения и перехода в состояние "standby" должны подаваться только когда газоанализатор находится в режиме "ожидание", поэтому перед проведением измерения необходимо проверить режим газоанализатора.

затора и если от будет отличный от режима "ожидание", перевести его в режим "ожидание". В противном случае команда игнорируется, а ответ газоанализатора содержит ошибку 06.

Если пробоотбор блока подготовки пробы оснащен обогреваемой линией, то примерно за 10 минут до подачи команды на выполнение измерения необходимо подать команду «включить подготовку пробоотбора к измерению» (шаг с 31 рис. Ж.2). Время готовности зависит от температуры окружающего воздуха и установленной температуры термостатирования обогреваемой линии. Готовность пробоотбора к измерению можно узнать, прочитав регистр статуса.

После записи команды автоматического однократного измерения (шаг со 26 рис. Ж.2) начинается полный цикл измерения, который включает в себя следующие этапы:

- установка нуля электрохимических датчиков;
- измерение пробы с последующим усреднением, после установления показаний;
- сохранение результата измерения;
- продувка электрохимических датчиков «чистым воздухом»;
- переход в состояние "ожидание".

Текущее состояние прибора можно узнать, прочитав регистр статуса. Время полного цикла измерения составляет от 5 до 20 минут. Чтение результата измерения должно выполняться после перехода газоанализатора в состояние "ожидание". Прервать цикл измерения можно командой перехода в состояние "ожидание". Команда прерывает цикл измерения, производится продувка электрохимических «чистым воздухом» с последующим переходом в состояние "ожидание".

Команда непрерывного измерения (шаг с 16 и далее рис. Ж.2) позволяет получать текущее содержание измеряемых компонентов в газовой смеси в точке отбора пробы. Цикл непрерывного измерения аналогичен однократному измерению за разницей того, что время измерения неограниченно, а усреднение показаний производится за интервал времени 1 сек. с регулярным сохранением результата, без ожидания установления показаний. При считывании данных следует учитывать время транспортирования пробы от точки замера (производительность насоса около 1 лит./мин.) и постоянную времени по уровню 0.9, которая составляет около 1 мин.

Для прекращения измерения нужно воспользоваться командой перехода в состояние "ожидание" (шаг со 23 рис. Ж.2). Продолжительность фазы измерения зависит от содержания токсичных измеряемых компонентов в пробе. Чем выше содержание токсичных газов, тем меньше должно быть время непрерывного измерения. Рекомендуемая длительность измерения приведена в таблице Ж.3.

Прерывание цикла измерения с переходом в режим продувки датчиков, а затем в состояние "ожидание" может произойти автоматически при превышении результата номинального диапазона измерения по одному из газовых каналов при этом текущий результат отражается числом 8000H в соответствующем регистре и устанавливаются биты 11 (прекращение измерения при перегрузке) и 2..7 (ошибка соответствующего датчика).

Таблица Ж.3

Измеряемая концентрация, % от диапазона измерения	5	10	25	50	75	100
Время измерения, мин.	60	50	30	20	10	5

Команда переход в состояние "standby" (шаг с 13 рис. Ж.2) осуществляет выключение прибора, производится только подзарядка аккумулятора. Включение питания и продолжение работы возможно путем выключения и повторного включения через 2...5 секунд выключателя питания газоанализатора.

Примеры формирования запросов и соответствующих им ответов приведены в таблице Ж.2.

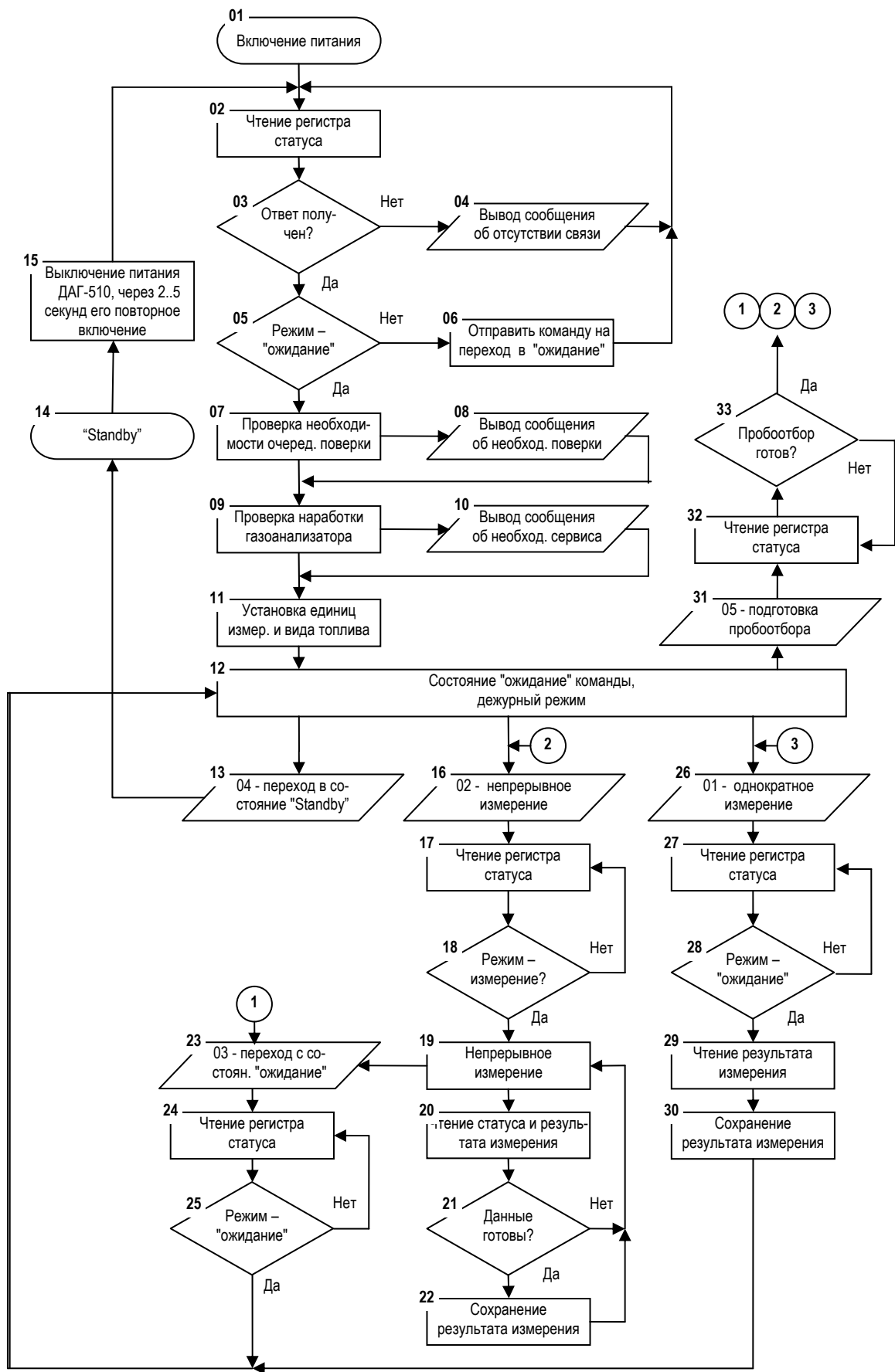


Рисунок Ж.2. Блок - схема работы газоанализатора ДАГ-510