



# **ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-500**




## **РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

ГА 500.100 РЭ

№ прибора .....

# СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение .....	3
2. Технические характеристики .....	4
3 Общие сведения .....	6
3.1 Условия точных измерений .....	6
3.2 Состав газоанализатора ДАГ-500 .....	6
3.3 Функциональное назначение клавиш клавиатуры .....	7
3.4 Обозначение анализируемых величин .....	7
4. Работа с прибором .....	8
4.1 Место измерения .....	8
4.2 Включение прибора .....	8
4.3 Превышение диапазонов измерения .....	10
5. Функции прибора .....	11
5.1 Измерительное меню .....	11
5.2 Функциональное меню .....	12
5.2.1 Измерение давления и разряжения .....	13
5.2.2 Детектор сажи .....	13
5.2.3 Коррекция значения T <sub>i</sub> .....	14
5.3 Параметры прибора .....	14
5.3.1 Состояние прибора .....	14
5.3.2 Выбор единиц измерения .....	14
5.3.3 Выбор топлива .....	15
5.3.4 Установка параметров топлива .....	16
5.3.5 Просмотр памяти .....	16
5.3.6 Выбор приемника для регистрации информации .....	17
5.3.7 Защита датчиков .....	17
5.3.8 Установка даты и времени .....	17
6 Основные формулы для расчета .....	18
6.1 Избыток воздуха .....	18
6.2 Содержание CO <sub>2</sub> в отходящих газах .....	18
6.3 Теплотери при сгорании .....	18
6.4 Расчет NO <sub>x</sub> .....	19
6.5 Пересчет объемных долей газов в весовые .....	20
7 Обслуживание прибора и уход за ним .....	20
7.1 Уход за прибором .....	20
7.2 Контроль за прибором с использованием контрольных тест-газов .....	20
7.3 Техническое обслуживание прибора .....	21
7.4 Сообщения о неисправностях и ошибках .....	21
8 Указания мер безопасности .....	22
9 Описание газоанализатора ДАГ-500 .....	22
9.1 Электрохимические датчики .....	22
9.2 Измерительные зонды .....	22
9.3 Шланги, ловушка для конденсата и фильтры .....	23
9.4 Насос .....	23
9.5 Дисплей .....	24
9.6 Электроника .....	24
9.7 Аккумулятор .....	24
9.8 Интерфейс RS 232 .....	25
9.9 Программное обеспечение .....	25
9.10 Сетевой адаптер .....	25
10. Гарантийные обязательства .....	26
Приложение А .....	27

<b>ГА 500.100</b>								
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	<b>ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДАГ-500</b> Технические условия <b>ООО «ДИТАНГАЗ»</b>			
Разраб.		Мухин А.С.		21.02.99				
Провер.		Жигалов В.Л.		21.02.99				
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.		Ващев Ю.В.		21.02.99		Лит	Лист	Листов
					2	27		

# 1. Введение

Индустриализация и постоянное стремление человечества к дальнейшему процветанию привели к большому росту потребления энергии. Это, конечно, вызывает соответствующее увеличение производства энергии; однако, несмотря на постоянное увеличение производства энергии и продолжающееся улучшение энергетической техники, выброс вредных веществ с дымовыми газами продолжает расти и даже угрожает превысить природную поглотительную способность атмосферы и биосферы. Большая озабоченность состоянием окружающей среды, рост платы за энергию и повсеместное ужесточение нормативов по ограничению уровня выбросов требуют неуклонного улучшения качества оборудования, применяемого для измерений, испытаний и контроля. Такое оборудование должно быть как можно более универсальным и портативным.

Газоанализатор **ДАГ-500** является надежным измерительным прибором, который позволяет произвести необходимые измерения в любое время, в любом месте. Он применим для технического мониторинга и использования в различных областях, включая химию, разработку различных технологий, создания топливных установок и двигателей. Прибор позволяет существенно снизить потребление горючего и выбросы вредных веществ, что окупает его в короткое время.

Прибор **ДАГ-500** предназначен для контроля выбросов вредных веществ и оптимизации работы топливных установок путем контроля содержания в отработанных газах следующих компонентов: кислорода, угарного газа, окиси азота, двуокиси серы, двуокиси азота.

Настоящее руководство служит для правильной эксплуатации газоанализатора **ДАГ-500** и содержит все правила подготовки, измерений, проверки технического состояния, объем и периодичность проведения контрольно-профилактических работ и краткое описание прибора.

**Перед включением прибора обязательно изучите настоящее руководство.**

## **ВНИМАНИЕ!**

**При эксплуатации газоанализатора с питанием от аккумулятора необходимо подключать его к сети для подзарядки после проведения измерений. Это также необходимо делать не реже раза в две недели, даже если прибор не эксплуатируется, ввиду того что некоторые датчики требуют постоянного питания и разряжают аккумулятор.**

**При "зависании" микропроцессора встроенного в газоанализатор ДАГ-500 (прибор невозможно включить или выключить обычным способом), необходимо осуществить "сброс" микропроцессора, замкнув контакты 4 и 5 разъема «БП». Это можно сделать, например, канцелярской скрепкой (см. рисунок).**



					ГА 500.100 РЭ	Лист
						3
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

## 2. Технические характеристики

Метрологические характеристики сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Объект измерения	Принцип измерения	Диапазон измерения	Предел допустимой основной погрешности
O <sub>2</sub> кислород	электрохимический сенсор	от 0 до 20.9 об.%	± 0.2 об.%
CO <sub>2</sub> углекислый газ	расчет	590 (15.21 об.%)	± 0.5 об.%
CO угарный газ	электрохимический сенсор	0 - ..... ppm	0 — ..... ppm ± ..... ppm; ..... — ..... ppm ±5%.
SO <sub>2</sub> * сернистый газ	электрохимический сенсор	0 - ..... ppm	0 — ..... ppm ± ..... ppm; ..... — ..... ppm ±10%.
NO * окись азота	электрохимический сенсор	0 - ..... ppm	0 — ..... ppm ± ..... ppm; ..... — ..... ppm ±10%.
NO <sub>2</sub> * двуокись азота	электрохимический сенсор	0 - ..... ppm	0 — ..... ppm ± ..... ppm; ..... — ..... ppm ±15%.
Ta температура воздуха	полупроводников. сенсор	от - 20 до + 60 °C	± 2 °C.
Tg температура газа	термоэлемент ХА (К)	от - 20 до + 800 °C	± 3 °C (от - 20 до 300 °C); ± 1 % (от 300 до 800 °C).
P давление/разряжение	полупроводниковый сенсор	± 50 гПа	± 0.2 гПа (от -4 до 4 гПа); ± 5% (от -4 до -50 гПа), (от 4 до 50 гПа).
расчет Alf	избыток воздуха	от 1.0 до 9.9	± 2 %
расчет qA	потери тепла	от 0 до 99.9%	± 2 %
содержание сажи	сравнительная шкала **	DIN 51402	

Примечание:

\* - По отдельному заказу.

\*\* - Метод сравнения со шкалой Бахарха.

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>4</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

**Технические характеристики сведены в таблицу 2.2.**

Таблица 2.2

Основные стандарты и технические условия, распространяющиеся на газоанализатор:	ГОСТ 13320-81, ГОСТ Р 50759-95, ГА 500.100 ТУ.
Средний срок службы газоанализаторов:	не менее 8 лет.
Защищенность газоанализатора от воздействия окружающей среды:	группа В3 по ГОСТ Р52931-2008.
Устойчивость газоанализаторов к механическим воздействиям:	группа L1 по ГОСТ Р52931-2008.
Индикация:	жидкокристаллический дисплей 4 строки по 20 символов с подсветкой.
Емкость запоминающее устройство:	для всех величин измерения, емкость - 200 измерений.
Интерфейс:	RS-232.
Часы:	часы реального времени с календарем.
Калибровка:	200 секунд на O <sub>2</sub> -20,9 %, CO-SO <sub>2</sub> -NO-NO <sub>2</sub> =0 ppm на свежий воздух.
Автотест:	функций прибора и параметров датчиков, заряда аккумулятора и индикацией на дисплей.
Сервис-контроль, межповерочный интервал:	после года эксплуатации.
Электропитание:	сеть - 220V/50Hz через выносной источник 12V - 500 mA, автономное - от встроенного аккумулятора 6 В, 1.2 Ач.
Время зарядки аккумулятора:	не более 14 часов, с защитой от перезарядки.
Время автономной работы:	не менее 5 часов (без подсветки), с контролем разряда.
Температура эксплуатации °С:	от +10 до +40.
Температура хранения °С:	от -20 до +50.
Зонд забора газа:	зонд длиной от 300 до 1500 мм с теплоизолирующей ручкой, встроенным термодатчиком типа К(ХА) и опорным конусом.
Размеры прибора :	220 x 110 x 70 мм.
Вес прибора :	1.3 кг.
Размеры футляра :	390 x 150 x 150 мм.
Полная масса комплекта :	5.0 кг.

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>5</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

## 3 Общие сведения

### 3.1 Условия точных измерений

1. Газоанализатор **ДАГ-500** является многофункциональным измерительным прибором высокого класса, широкие возможности которого могут наиболее полно проявиться при условии компетентного обслуживания прибора. Он может применяться для технического мониторинга и использования в различных областях, включая химию, разработку различных технологий, создания топливных установок и двигателей. Прибор обеспечивает оптимизацию технологических процессов, позволяя тем самым снизить потребление горючего и выбросы вредных веществ.

2. Чтобы гарантировать точное измерение, газоанализатор следует эксплуатировать в диапазоне температур от +10 до +40 °С. Этот диапазон контролируется самим прибором и в случае выхода за границы диапазона на экране прибора появляется соответствующая информация. При очень низкой температуре прибор следует разогреть (внешний подогрев). При очень высокой температуре перенести прибор в другое место или охладить. Газоанализатор автоматически производит температурную коррекцию показаний. Для проведения наиболее точных измерений необходимо обеспечить постоянную температуру воздуха в месте измерения.

3. Для защиты датчиков измеряемый газ пропускается через пылевой фильтр. При визуальном загрязнении фильтра его следует сменить.

**Никогда не проводить измерения без фильтра в ловушке конденсата !**

4. Регулярно, по крайней мере **раз в две недели**, примерно **на 5 часов** подключать прибор к электросети. Система защиты позволяет на длительное время оставлять прибор подключенным к сети, не перезаряжая аккумулятор.

5. Хранение прибора возможно при температуре от -20 до +50 °С.

6. Нельзя хранить и эксплуатировать прибор в местах сосредоточения паров кислот, щелочей и растворителей.

### 3.2 Состав газоанализатора ДАГ-500

Газоанализатор ДАГ-500 представляет собой законченный портативный многофункциональный прибор со средствами отбора пробы, обработки данных и регистрацией результата на термобумаге и электронных носителях информации. В комплект прибора входит :







- собственно газоанализатор, включающий в себя все основные компоненты измерения, обработки и регистрации;
- зонд с термопарой, компенсационным проводом, газовым шлангом, конденсатоуловителем со встроенным фильтром очистки измеряемого газа;
- блок питания, обеспечивающий работу прибора и зарядку встроенного аккумулятора от сети;
- футляр, предназначенный для укладки комплекта газоанализатора в нерабочем состоянии.

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>6</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		



### 3.3 Функциональное назначение клавиш клавиатуры

Газоанализатор ДАГ-500 имеет клавиатуру с шестью клавишами. Клавиши имеют символическое обозначение согласно их функциональному назначению (см. таблицу 3.1). В зависимости от функций, выполняемых прибором в текущий момент времени, некоторые клавиши могут не действовать, назначение меняется в зависимости от контекста выполняемой функции.

Таблица 3.1

Клавиша	Выполняемая функция
	Включение/ выключение прибора.
	“ENTER”, подтверждение команды, остановка обновления выводимой на дисплей информации и включение/выключение насоса.
	Включение подсветки дисплея (по отдельному заказу).
	Перемещение указателя вниз, уменьшение на единицу.
	Запись информации на текущий регистратор, перемещение указателя вверх, увеличение на единицу.
	Переход в функциональное меню, отмена команды.

### 3.4 Обозначение анализируемых величин

Ввиду ограниченного объема информации, выводимой на дисплей производится постраничный вывод с возможностью переключения экранов клавишами  и . Сокращения измеряемых величин на дисплее, внешнем принтере и переданные по интерфейсу RS232 совпадают и имеют следующие обозначения:

- температура газа в месте забора пробы	Tg;	- температура внутри прибора	Td;
- температура окружающего воздуха	Ta;	- содержание кислорода	O <sub>2</sub> ;
- содержание угарного газа	CO;	- содержание углекислого газа	CO <sub>2</sub> ;
- содержание окиси азота	NO;	- содержание двуокиси азота	NO <sub>2</sub> ;
- сумма окислов азота	NOx;	- содержание двуокиси серы	SO <sub>2</sub> ;
- содержание сероводорода	H <sub>2</sub> S;	- давление / разряжение;	p;
- коэффициент потерь	qA;	- коэффициент избытка воздуха	Alf;
- напряжение аккумулятора.	Uaccu;	- производительность насоса;	Qv;
- температура воздуха, поступающего на горение	Ti.		

Единицы измерения имеют следующие сокращения:

- градусы Цельсия	C;
- проценты объема	%;
- ppm (parts per million, 1/1000000 часть объема);	p;
- миллиграмм на нормальный кубометр	m;
- приведенные к нормированному содержанию O <sub>2</sub>	M;
- NOx в пересчете на NO <sub>2</sub>	mn;
- NOx приведенные к нормированному содержанию O <sub>2</sub> в пересчете на NO <sub>2</sub>	Mn.

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						7
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

## 4. Работа с прибором

### 4.1 Место измерения

Если в топливной установке не предусмотрен забор пробы для контроля отходящих газов или нет соответствующих нормативных требований к месту отбора пробы проведение измерений, необходимо просверлить отверстие на расстоянии  $2 \cdot D$  от выхода котла топливной установки, где  $D$  диаметр выпускной трубы (см. приложение А). Место измерения должно быть легко доступным.

При установке зонда необходимо:

- установить прибор на **ровной холодной** поверхности (возможна работа на руках);
- ввести зонд в газозонд;
- путем перестановки зонда найти место потока с наибольшей температурой (контроль ведется по величине  $T_g$ );
- закрепить зонд фиксатором;
- если заборное отверстие имеет диаметр свыше 20 мм, то необходимо его дополнительно уплотнить для предотвращения подсоса воздуха.

Зонд должен располагаться под небольшим углом, который не позволит конденсату в трубке зонда попасть в прибор (см. приложение А).

### 4.2 Включение прибора


По возможности подключать прибор к сети с помощью выносного источника питания. Возможна работа и заряд аккумулятора от бортовой сети автомобиля (12V с заземленным минусом) через разъем прикуривателя. Кабель питания поставляется по дополнительному заказу. Прибор может работать и от встроенного аккумулятора (не менее 5 часов при полностью заряженных аккумуляторах, без учета работы подсветки дисплея).

Подсоединить к прибору разъем датчика температуры газа.

Газовый шланг подсоединить к ниппелю «**ГАЗ**» (вход газа).


Необходимо проверить отсутствие конденсата в конденсатосборнике и фильтр очистки газа (при загрязнении обязательно заменить другим). Газозаборный зонд **не должен находиться** в потоке дымового газа, так как прибор калибруется по чистому атмосферному воздуху. Отверстие для отходящего газа на торце прибора должно оставаться **открытым**. По этой причине если прибор должен находиться на твердой поверхности, а при работе навесу недопустимо закрытие выходного сопла руками. Прибор необходимо беречь от теплового излучения. Рабочая температура  $+10\text{ }^\circ\text{C} \dots +40\text{ }^\circ\text{C}$  !

**ГАЗОАНАЛИЗАТОР**
***** ДАГ-500 *****
Uaccu = 6.3V - 100%




Включение газоанализатора производится нажатием клавиши  на время около секунды. При включении прибора на дисплей выводится напряжение на аккумуляторе или надпись «Внешний адаптер», при подключенном внешнем питании. Если напряжение питания **ниже 5.8В**, прибор автоматически выключается. В этом случае необходимо подключить прибор к сети через внешний адаптер или к источнику постоянного напряжения 12 Вольт и продолжать работу от внешнего источника питания или дать возможность зарядиться аккумулятору в течение не менее 6 часов.

					ГА 500.100 РЭ	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

**\*\*ГАЗОАНАЛИЗАТОР\*\***  
**\*\*\*\*\* ДАГ-500 \*\*\*\*\***  
 Зарядка аккумулятора  
 Uaccu = 6.3V - 100%

При подсоединении сетевого адаптера к выключенному газоанализатору, прибор автоматически включается и индицирует процесс зарядки аккумулятора (прибор выключается при снятии внешнего питания). Для начала работы при индикации зарядки аккумулятора следует нажать клавишу .

Калибровка <  
 Внешний датчик  
 Просмотр памяти  
 Состояние прибора

Работа с прибором начинается с выбора режима. Выбор производится указателем в виде маркера «<», который перемещается клавишами  и , а затем подтверждается клавишей . Если в течение тридцати секунд не будет выбрана ни одна из функций прибор автоматически отключается.

Работа с внешними датчиками описана в документации на датчики, поставляемые по отдельному заказу. Функции «Просмотр памяти» и «Состояние прибора» аналогичны основному функциональному меню и описаны ниже. Для начала работы со встроенными газовыми датчиками необходимо выбрать функцию «Калибровка».

**\*\*ГАЗОАНАЛИЗАТОР\*\***  
**\*\*\*\*\* ДАГ-500 \*\*\*\*\***  
 Номер приб. 1В9012123

После этого на дисплей выводится конфигурация данного прибора (информация меняется через три секунды): тип прибора, заводской номер прибора, дата последней калибровки на предприятии изготовителе или фирме сервисного обслуживания, установленные датчики и их диапазоны измерения.

Кали Td 6.....44 C  
 Tg -20.....800 C  
 p 50.....50 hPa  
 CO 6.....6000 ppm %  
 NO 0.....2000 ppm  
 NO2 0.....100 ppm  
 SO2 0.....4000 ppm

Затем прибор проверяет возможность проведения автоматической самокалибровки по чистому воздуху. Для этого необходимы следующие условия:

- температура внутри прибора Td +6..+44 °C;
- температура газа Tg -20..+60 °C;
- производительность насоса Qm > 0.5 л/м.


КАЛИБРОВКА  
 Td - 20.1 C  
 КАЛИБРОВКА  
 Tg - 20.8 C  
 КАЛИБРОВКА  
 Qv - 1.12 лит/мин  
 КАЛИБРОВКА  
 ТЕСТ ДАТЧИКОВ  
 ИЗМЕРЕНИЕ Ti  
 Ti = 32.2 C

Эти параметры проверяются автоматически с выводом на дисплей контролируемой величины, при несоответствии калибровка останавливается и выдается предупреждение о возможных ошибках измерения - «ВНИМАНИЕ!».





Если к прибору перед включением не был подключен газозаборный зонд, то газоанализатор ожидает его подключения (выводится сообщение «ЗОНД НЕ ПОДКЛЮЧЕН»). Если зонд не будет подключен в течение минуты, прибор выключается..

Природный газ <  
 Нефтепромысл. газ  
 Коксовый газ  
 Сланцевый газ


После проверки условий калибровки прибор переходит непосредственно к калибровке газовых датчиков, которая продолжается в течение 200 секунд и является важной частью проведения измерений. Невозможно прервать или сократить фазу калибровки, поскольку клавиатура заблокирована. В это время газозаборный зонд **не должен находиться в потоке дымового газа**, так как прибор калибруется по чистому атмосферному воздуху. Воздух служит эталоном для настройки датчиков: **O<sub>2</sub>=20,9 об.%, CO = NO = SO<sub>2</sub> = NO<sub>2</sub> = 0 ppm**. От грамотного проведения калибровки во многом зависит точность изменения газов с малой концентрацией.




По окончании калибровки происходит проверка величины начального смещения датчиков, при обнаружении несоответствия выдается сообщение о неисправности: «\*\*\* НЕИСПРАВЕН !», калибровка останавливается, продолжение возможно при нажатии клавиши . Прибор не производит вывод дан-

ных с неисправного датчика, в строке против измеряемой величины выставляется флаг ошибки: «\*\*\*НЕИСП.».




Затем газоанализатор выключает насос, переходит в меню измерения температуры воздуха, поступающего на горение, измерение которой производится термопарой газозаборного зонда и подтверждается клавишей  (см. п. 5.2.3) и переходит в меню выбора вида топлива. С помощью клавиш  и  могут быть вызваны любой из 10 запрограммированных, также 2 свободнопрограммируемых видов топлива (см. п. 5.3.3). Указатель выбора появляется в виде знака “<”. Выбранный вид топлива подтверждается нажатием клавиши . После выбора топлива прибор переходит в основное измерительное меню.

Прибор готов к измерениям. Для проведения измерения необходимо:

- включить насос клавишей ;
- ввести зонд в газовый канал так, чтобы зонд попал в ядро потока (зону максимальной температуры);
- закрепить зонд;
- результат измерения будет иметь заданную точность после трех минут измерения.

Мгновенные значения измеряемых величин можно непосредственно считывать с дисплея (переключение выводимых величин клавишей ) или регистрировать, нажимая клавишу . Для использования дополнительных возможностей прибора или модификации измеряемых величин нужно перейти в основное функциональное меню, нажав клавишу . Возврат из функционального меню или любого подменю - та же клавиша.

По окончании измерений необходимо:

- продуть прибор свежим воздухом, по крайней мере до того момента, пока показания датчиков не достигнут величины 3-5 ppm, но лучше до полного обнуления;
- выключить прибор, нажав клавишу  (ходе работы ошибочное нажатие клавиши  можно отменить в клавишей  течение трех секунд, пока выводится сообщение «Прибор будет выключен!»);
- удалить накопившуюся воду из конденсатосборника;
- если измерения проводились на автономном питании - подзарядить аккумулятор.

### 4.3 Превышение диапазонов измерения

#### **ВНИМАНИЕ !**

**При превышении диапазона измерений прибор не выключать,  
а продуть свежим воздухом до нулевых показаний  
и затем заново откалибровать прибор.**

Электрохимические датчики очень чувствительны к превышениям концентрации, поэтому следует обращать внимание на то, чтобы величины измерения не превышали допустимый диапазон.

В случае, если датчик более 10 секунд заполняется газом такой концентрации, которая превышает диапазон измерения или установленный порог защиты, то прибор выключает насос и прекращает забор данной пробы. На дисплее появляется информация о перегрузке датчика: «\*\*\* ПЕРЕГРУЖЕН НАСОС ВЫКЛЮЧЕН». Зонд следует убрать из измерительного канала, чтобы в прибор мог поступать свежий воздух! Только за этим включить насос. Если зафиксировано превышение диапазона из-

					ГА 500.100 РЭ	Лист
						10
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		


мерения, то время превышения заносится в память и может быть прочитано специалистами, обслуживающими прибор на предприятии изготовителя или службе сервиса.

Чем больше концентрация превышает предельно допустимую, тем больше времени надо датчикам для восстановления. Измеренные величины не теряются из-за таких превышений. Они могут быть зарегистрированы на одном из носителей информации (внешнем принтере, памяти, переданы через RS 232).

При превышении диапазона измерения по одной из компонент в случае особой необходимости прибор позволяет продолжить измерение других анализируемых компонент (для этого следует включить насос не вынимая зонд), но точность измерения не гарантируется, а предприятие изготовитель не несет ответственности за выход датчиков из строя.


## 5. Функции прибора

### 5.1 Измерительное меню



После окончания автоматической калибровки и выбора вида топлива прибор переходит в измерительное меню. Чтобы начать измерение необходимо нажать клавишу  включения насоса. При этом на дисплей выводится сообщение о работающем насосе «НАСОС» и начинается забор пробы с ниппеля «ГАЗ».

Если производится анализ выбросов топливных установок, то необходимо с помощью зонда забора газа в газоходе отыскать середину потока по максимальной температуре дымового газа и закрепить зонд. При диаметре заборного отверстия свыше 20 мм нужно дополнительно уплотнить место отбора пробы во избежание искажения результата измерения. При работе с газоанализатором, укомплектованным зондом типа «В», необходимо учесть, что нажатие на курок, открывающий щель ввода фильтровальной бумаги, приводит к искажению результатов измерения из-за подсоса воздуха. Поэтому при измерениях отходящих газов не допускается давление на курок зонда при его установке.

Если производится анализ газов, находящихся под давлением (например в баллоне или технологической магистрали химического производства), то необходимо обеспечить поступление газа в прибор без избыточного давления. Отверстие для отходящего газа на дне футляра прибора должно оставаться **открытым**. По этой причине прибор должен находиться на твердой поверхности или навесу.

Измерение происходит автоматически и непрерывно. Чтобы гарантировать точные показания, время замера должно быть не менее трех минут. Остановка насоса производится той же клавишей что и включение, при этом опрос датчиков прекращается, а результат измерения фиксируется на дисплее. Зафиксированный результат может использоваться, например, для получения нескольких одинаковых протоколов. Повторное нажатие клавиши  приводит к возобновлению забора пробы и непрерывного вывода результата измерения.


Tg	25 C	O2	20.9 %
CO	0 p	NO	0 p
NO2	0 p	SO2	0 p
СТОП		ПРНТ	
CO2	0.0%	NOx	0 p
Alf	---	qA	---
Ti	25 C	Ta	24 C
НАСОС		П 123	

Ввиду ограниченного объема информации, которая может выводиться на дисплей, результаты измерения располагаются на двух окнах, которые переключаются клавишей . В любое время измеренные величины можно зарегистрировать на внешнем принтере, памяти или передать через интерфейс RS232, нажав клавишу . В измерительном меню активный регистратор отображается в третьей строке справа: **П123-память**;


									Лист
									11
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	<b>ГА 500.100 РЭ</b>				

**ПРНТ** -внешний принтер; **ИНТФ** -интерфейс RS232.

Если в качестве устройства для регистрации выбрана память, то на дисплей в измерительном меню выводится количество записанных ячеек памяти, то есть номер последнего блока сообщений (**П 0** -память пуста, **П200**-память полностью заполнена).

Для использования дополнительных возможностей прибора или модификации измеряемых величин нужно перейти в функциональное меню, нажав клавишу . Возврат из функционального меню или любого подменю - та же клавиша.

Если прибор не укомплектован всеми датчиками, то на дисплей вместо результата замера напротив отсутствующего датчика выводится “---”. В случае превышения диапазона измерения напротив соответствующего датчика выводится «**\*\*\* ПЕРЕГ.**», а если показания данного датчика необходимы для расчета других величин или если в результате калибровки прибор обнаружил неисправный датчик, то для того чтобы избежать некорректных измерений, на дисплей в соответствующей строке выводится сообщение об ошибке «**\*\*\*НЕИСП.**».

При недостаточной освещенности нажатие на клавишу  вызывает включение подсветки дисплея, повторное нажатие этой клавиши приводит к выключению подсветки (прибор комплектуется подсветкой дисплея по отдельному заказу). Следует учесть, что включение подсветки дисплея значительно сокращает время работы от аккумулятора.

При работе от аккумулятора, если его напряжение становится ниже **5.7 В**, прибор предупреждает о его разрядке миганием на дисплее сообщения «**ЗАРЯДИТЕ БАТАРЕЮ**». Прибор еще будет работать около 20 минут. Необходимо или подключить сетевой блок питания или заканчивать измерения в течении 10-20 минут. **При первой возможности не забудьте зарядить аккумулятор !**

Появление сообщения «**ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЕ ПРИБОРА**» или «**ПЕРЕГРЕВ ПРИБОРА**» предупреждает о нарушении температурного диапазона работы прибора. Недопустимый перегиб или нарушение проходимости газового тракта, неисправность насоса приводит к появлению сообщения «**НИЗКИЙ ПОТОК**».

В процессе работы с прибором при высоких концентрациях и измерительных циклах больше 30 минут следует провести новую калибровку. Рекомендуется продуть датчики в течении 10-15 мин свежим воздухом. Тем самым предотвращается дрейф датчиков. После этого необходимо провести калибровку (выключив и заново включить прибор).



## 5.2 Функциональное меню


Параметры прибора <  
Измерение давления  
Детектор сажи  
Коррекция Ti

Состояние прибора <  
Единицы измерения  
Выбор топлива  
Уст. топлив. коэфф.

Просмотр памяти  
Выбор приемника  
Защита датчиков  
Установка даты/время

Функциональное меню служит для изменения режима работы прибора и выбора способа обработки результата измерений. Функциональное меню многооконное, многооконными являются и некоторые подменю.





Выбор требуемой функции осуществляется клавишами  и  (выбранная функция отмечается знаком «<» ), а подтверждение выбора

клавишей . Для перехода в функциональное меню и выхода из него без внесения изменений служит клавиша



					ГА 500.100 РЭ	Лист
						12
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

### 5.2.1 Измерение давления и разряжения

Для измерения давления прибор оснащен полупроводниковым датчиком с диапазоном измерения  $\pm 50$  hPa и разрешающей способностью 0.01 hPa. Для вызова функции измерения давления из измерительного меню необходимо нажать клавишу , перевести указатель «<» клавишами  и  на надпись «Измерение давления» и нажать .




КАЛИБРОВКА НУЛЯ  
ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

ДАВЛЕНИЕ/РАЗРЯЖЕНИЕ

P : 4.56 hPa

В момент вызова данной функции при этом автоматически отключается насос и производит «Калибровка нуля датчика давления» на входе «hPA» газоанализатора и дальнейшее изменение давления выводится на дисплей. Для измерения давления существует два пути:

- Когда зонд находится в газовом канале, а шланг подключен к ниппелю «Газ», вызывают функцию измерения давления и после калибровки на ноль подключают к ниппелю «hPA». В этом случае давлению будет соответствовать положительная, а разряжению отрицательная величина.
- Если подключить шланг зонда к ниппелю «hPA», когда зонд находится в газовом канале, вызывают функцию измерения давления и после калибровки на ноль вынуть зонд из газового канала или отключить шланг от ниппеля «hPA», то давлению будет соответствовать отрицательная, а разряжению положительная величина.

Результат может быть зарегистрирован нажатием клавиши . Остановка вывода на дисплей клавишей , аналогична основному измерительному меню. Клавиша  - возврат в основное меню. После перехода в измерительное меню необходимо включить насос и после перестановки газового шланга с ниппеля «hPA» на ниппель «Газ» прибор готов для дальнейших измерений газового состава. На датчики во время измерения давления не поступает газ. Таким образом после переключения потребуются некоторое время для достижения заданной точности измерения.

### 5.2.2 Детектор сажи

Измерение содержания сажи можно проводить только с помощью зонда **типа В** (с помощью специального фильтра), поставляемого по отдельному заказу. Для этого необходимо выбрать функцию

ДЕТЕКТОР САЖИ


ВСТАВЬТЕ ФИЛЬТР  
ИЗМЕРЕНИЕ - ENTER

ПРОКАЧЕН ОБЪЕМ

→ 0.67 ЛИТРА

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАКОНЧЕНО

НАЖМИТЕ КЛАВИШУ

измерения содержания сажи «Детектор сажи» в функциональном меню. Необходимо вставить фильтровальную бумагу, предназначенную для измерения сажи и нажать клавишу . После этого прибор включает насос и прокачивает 1.63 литра газа, необходимого для определения содержания сажи. Объем прокаченного газа индицируется на дисплее. По окончании измерения прибор выключает насос и переходит в состояние ожидания нажатия клавиатуры. После нажатия клавиши газоанализатор переходит в функциональное меню. Для определения содержания сажи рекомендуется провести по меньшей мере трехкратное измерение

						Лист
						13
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	ГА 500.100 РЭ	

и взять среднюю величину. Точки измерения на фильтровальной бумаге сравниваются со шкалой сравнения Бахараха. Измерение содержания сажи производилось правильно, если фильтровальная бумага:

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





### 5.2.3 Коррекция значения $T_i$

Значение температуры воздуха, поступающего на горение ( $T_i$ ), необходимо для расчета величины потерь с уходящими газами ( $q_2$ ). Одновременное измерение температуры и концентраций газовых компонент уходящих газов с измерением температуры воздуха, поступающего на горение, сложно про-

ВЫХОД  
ИЗМЕРЕНИЕ  $T_i$  ←  
РУЧНАЯ КОРРЕКЦ.  
УСТАНОВКА  $T_i=T_g$

извести из-за большого расстояния точек измерения. Поэтому измерение  $T_i$  производится отдельно. Начальное значение  $T_i$  получает после калибровки. Если эта значение не соответствует температуре воздуха,

поступающего на горение топливной установки, то можно изменить  $T_i$ , выбрав в основном функциональном меню «Коррекция  $T_i$ » одну из следующих функций:

- **Установка  $T_i=T_g$**  - величине  $T_i$  приравнивается текущее значение  $T_g$ ;
- **Ручная коррекция** - величину  $T_i$  можно ввести с клавиатуры с помощью клавиш  и  последовательно для каждой цифры, подтверждая значение клавишей .
- **Измерение  $T_i$**  - необходимо ввести зонд в воздуховод, дождаться стабилизации температуры и подтвердить значение клавишей .

## 5.3 Параметры прибора

### 5.3.1 Состояние прибора

Для того чтобы вывести меню состояния прибора необходимо выбрать «Состояние прибора» в меню «Параметры прибора». На дисплей выдается информация при работе от аккумулятора о напряжении на нем в вольтах и процентах от полного заряда ( $U_{accu}=6.19 - 77\%$ ), при работе от внешнего источника питания выдается сообщение - **Внешний адаптер**, производительности насоса - **Qm**, текущая **Дата** и **Время**. Производительность насоса позволяет судить о возможности проведения замера (если из-за разряжения в газовом канале или перегиба шланга подачи пробы производительность становится ниже 0.3 л/м, результаты замера могут быть некорректными).

### 5.3.2 Выбор единиц измерения

Для того, чтобы изменить единицы измерения, необходимо выбрать «Единицы измерения» в меню «Параметры прибора».





ppm  
mg  
mg K O2ref \*  
NOx K NO2 \* <

Результат измерения может выводиться в объемных частях **ppm**, в **mg** на нормальный кубометр, в **mg** на нормальный кубометр приведенных к стандартному содержанию кислорода **mg K O2ref**.

Для **NOx** в при включенном пересчете в **mg** или **mg K O2ref** возможно включение и выключение пересчета **NOx K NO2**.

При выводе результатов измерения на дисплей или принтер краткое обозначение единиц измерения отображается в соответствии с п.3.4.

									Лист
									14
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата					

Для изменения режима клавишами  и , необходимо переместить указатель «<» на нужную строку и подтвердить выбор клавишей . Выбранные единицы измерения (подтвержденная строка) отмечается знаком «★». Для выхода в измерительное меню необходимо нажать клавишу .

### 5.3.3 Выбор топлива

После окончания процесса калибровки прибор переходит в меню выбора вида топлива с 10 стандартными и 2 свободнопрограммируемыми видами топлива. Выбор вида топлива отвечает за правильный расчет величины  $CO_2$  и  $q_A$  на остальные величины влияния не оказывает. Если пользователя не устраивает характеристики стандартных видов топлива, то он может их изменить или запрограммировать один из свободно-программируемых видов топлива «Персонал. топливо А» и «Персонал. топливо В» (см. п.п.5.3.4).




Выбор осуществляется клавишами  и , а подтверждается клавишей . Выбранное топливо отмечается знаком «<». После выбора вида топлива прибор переходит в меню «Параметры прибора». Используемые в приборе стандартные виды топлива и их характеристики сведены в таблицу 5.1., а в таблице 5.2 приведены характеристики запрограммированных топлив, зависящих от температуры продуктов сгорания.

Таблица 5.1

Топливо	$CO_2$ max %	В	$T'_{max}$ , °C	Р, ккал/м <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> 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
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	20.5	0.75	1610	875	3
Торф	19.5	0.86	1970	930	3

где:  $CO_2$  max - теоретическое максимальное содержание  $CO_2$ ;  
 $T'_{max}$  - жаропроизводительность топлива, с учетом содержания в воздухе влаги;  
 Р - количество теплоты, выделяемое при полном сжигании при  $\alpha=1$ , отнесенное к 1м<sup>3</sup> сухих продуктов сгорания;  
 В - соотношение объемов влажных и сухих продуктов сгорания;  
 O<sub>2</sub> ref - стандарт O<sub>2</sub> для мг/м<sup>3</sup>.




Таблица 5.2

$T_g$ , °C	Топливо табл. 5.1 кроме доменного газа, дров и торфа		Доменный газ, дрова и торф	
	С'	К	С'	К
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  $\alpha=1$  в интервале температур от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $T_i$  к их теплоемкости в интервале температур от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $T_{\max}$ ;  
 $K$  - отношение объемной теплоемкости воздуха в интервале температур от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $T_i$  к объемной теплоемкости продуктов сгорания при  $\alpha=1$  в интервале температур от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $T_{\max}$ .

Пользователь по отдельному заказу сам может определить те виды топлива и их коэффициенты, которые ему необходимы.




### 5.3.4 Установка параметров топлива

Для того, чтобы изменить параметры топлива, необходимо выбрать «Уст.топлив.коэфф.» в меню «Параметры прибора». На дисплей выводится выбранный вид топлива и последовательно все параметры этого вида топлива (смотри п.п. 5.3.3). Причем параметры вводятся в соответствии со множителями:  $\text{CO}_2\text{max}$  (%),  $V$ ,  $C'$  и  $K \bullet 1000$ ;  $T'_{\max}$ ,  $P$  и  $\text{O}_2\text{ ref} \bullet 1$ . Установка осуществляется клавишами  и , а подтверждается клавишей  последовательно для каждого параметра и вводимой цифры.




Коэффициенты  $C'$  и  $K$  задаются для температуры уходящего газа  $200^{\circ}\text{C}$  и автоматически вычисляются в зависимости от измеренной величины  $T_g$ .

Измененные характеристики стандартных видов топлива **сохраняются до выключения прибора или смены типа топлива**, а у дополнительных свободнопрограммируемых видов топлива сохраняются в памяти и могут быть использованы при последующих замерах.

### 5.3.5 Просмотр памяти


Для сохранения информации о замерах в приборе предусмотрена энергонезависимая память, емкость которой достаточно для сохранения 200 блоков замеров. Информация о количестве свободных ячеек памяти выводится на дисплей в измерительном меню. Для просмотра содержания памяти необходимо выбрать функцию «Просмотр памяти». Вывод информации аналогичен измерительному меню, за исключением дополнительного экрана, который содержит информацию о дате и времени замера. Номер блока «№ зап» и общее количество блоков замеров «всего» выводятся на нижней строке дисплея. Окна с измененными величинами переключаются нажатием клавиши . Клавиша  уменьшает, а клавиша  увеличивает номер выводимого замера. Просмотр всегда начинается с последнего замера. Если данный блок сообщения содержит информацию об измерении давления, то количество экранов с информацией сокращается до двух с дополнительной информацией и результатом замера давления (н.р.  $p: 0.23\text{ hPa}$ ). Если в память запись не производилась, то просмотр игнорируется и выводится сообщение «ПАМЯТЬ ПУСТА».

Вывод тек. ячейки	
Вывод всей памяти	<
Стирание тек. ячейки	
Стирание всей памяти	

Нажав клавишу , можно вызвать меню вывода и удаления сохраненных данных (выход без совершения действий клавиша ). Вывод производится на текущий приемник (RS-232 или принтер), перезапись в память игнорируется. Стирание всей памяти требует повторного подтверждения клавишей .





Для выхода из меню просмотра памяти необходимо нажать клавишу .

### 5.3.6 Выбор приемника для регистрации информации

Выбор приемника для регистрации позволяет производить запись текущей информации при нажатии клавиши  на одно из следующих устройств :




Память	
Интерфейс RS-232	<
Внешний принтер	
Внешнее управление	

- в память **П200**;
- на интерфейс **ИНТФ**;
- на внешний принтер **ПРНТ**.




Выбор регистратора осуществляется выбором функции «**Выбор приемника**» в функциональном меню и нажатием клавиш  и  (отмечается символом «<>»), клавишей  подтверждение ввода. Выбранный регистратор будет активным и после выключения питания при последующих замерах. В измерительном меню активный регистратор отображается в четвертой строке справа. Если выбрана память, то количество свободных ячеек для записи данных выводится на дисплей в измерительном меню. Цифра говорит о номере последней записанной ячейки. При заполнении всех ячеек памяти **П200**, запись в память становится невозможной. В этом случае прибор запрашивает разрешение на стирание всех записанных данных - «**Память заполнена, стереть-Enter**». При подтверждении клавишей , все ячейки памяти свободны для записи **П 0**.

### 5.3.7 Защита датчиков

Продолжительность работы электрохимических датчиков, применяемых в приборе, во многом зависит от концентрации газа, измеряемого прибором. В приборе, в целях увеличения ресурса датчиков, предусмотрена защита от попадания на датчик газа высокой концентрацией. В случае превышения измеряемой величины диапазона измерения или порога защиты, прибор выключает насос и выводит информацию о перегрузке датчика: «**ПЕРЕГРУЖЕН НАСОС ВЫКЛЮЧЕН**».

На предприятии изготовителе в качестве порога защиты введены пределы измерения. Для того, чтобы изменить порог защиты, необходимо выбрать «**Защита датчиков**» в меню «**Параметры прибора**» и ввести величину порога защиты. Величина порога защиты задается в ppm. Он может лежать в пределах 100 .. max для CO, NO, SO<sub>2</sub> и от 10 до max для NO<sub>2</sub>. Для датчика O<sub>2</sub> порог защиты не задается. Выбор осуществляется клавишами  и , а подтверждается клавишей  для каждого датчика и цифры величины порога последовательно (корректируемая цифра мигает). После ввода порога защиты прибор переходит в предыдущее меню.

### 5.3.8 Установка даты и времени

Для того, чтобы изменить дату и время, которые нужны для регистрации результатов измерения, необходимо выбрать «**Установка даты/время**» в меню «**Параметры прибора**». Установка даты и времени осуществляется клавишами  и , а подтверждается клавишей . Корректируемая цифра мигает. После ввода секунд прибор переходит в предыдущее меню.

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						17
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

## 6 Основные формулы для расчета

### 6.1 Избыток воздуха

На практике невозможно 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 должно обеспечиваться полное сгорание топлива.

Он рассчитывается следующим образом:  $A_{lf} = N_2 / [ N_2 - 3.76 \cdot ( O_2 - 0.5 \cdot CO ) ]$  ;

где :  $O_2$  ,  $CO$  - измеренное значение компонентов в процентах;

$N_2$  - содержание азота в отходящих газах:  $N_2 = 100 - RO_2 - O_2 - CO$ .

Расчет избытка воздуха начинается в случае если величина  $O_2$  меньше 19 % . Если расчет избытка воздуха не ведется, тогда на дисплей вместо значения выводится "----".

### 6.2 Содержание $CO_2$ в отходящих газах

Содержание  $CO_2$  в отходящих газах зависит от доли углерода и водорода в топливе. Чтобы добиться меньших потерь у топливной установки, должно быть по возможности большее содержание  $CO_2$  в отходящих газах. Прибор **ДАГ-500** непосредственного измерения  $CO_2$  не производит, а вычисляет, исходя из содержания кислорода и угарного газа по характеристике  $CO_2 \max$  - теоретическое максимальное содержание углекислого газа при стехиометрическом горении топлива. Содержание  $CO_2$  рассчитывается следующим образом:

$$CO_2 = \frac{CO_2 \text{ макс. топ.} ( 100 - 4.76 \cdot (O_2 \text{ изм.} - 0.4 \cdot CO \text{ изм.}) )}{100} - CO \text{ изм.}$$

### 6.3 Теплотери при сгорании

В энергосистемах всегда 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-500** производит расчет по методике М. Б. Равича в соответствии с формулой:

$$q_2 = \frac{(T_g - T_i) [ C' + (h-1) \cdot B \cdot K ] \cdot 100}{T'_{\max}} \quad ( h = CO_2 \max / (CO_2 + CO) );$$

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 °С, которые вводятся при установке топливных коэффициентов (см. п.п. установка параметров топлива).

					ГА 500.100 РЭ	Лист
						18
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

- Потери тепла, связанные с **химической неполнотой сгорания топлива** ( $q_3$ ), обусловленные содержанием в продуктах сгорания горючих компонентов (окиси углерода). Прибор производит расчет по формуле:  $q_3 = (30.2 \cdot CO \cdot 100 \cdot h) / P$ ;

где: CO - содержание оксида углерода в уходящих газах в объемных процентах;  
P - количество теплоты, выделяемое при полном сжигании 1 м<sup>3</sup> сухих продуктов сгорания.

- **Общие** потери тепла ( $q_A$ ) рассчитываются как сумма предыдущих потерь:  $q_A = q_{2n} + q_3$ ;
- Потери вследствие **теплоизлучения** (величина потери вследствие теплоизлучения зависит от конструкции и изоляции котла и составляет от 0.5 до 4 %) и **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. Чтобы определить общие потери установки, эти потери должны быть просуммированы с общими потерями  $q_A$ , рассчитанные прибором. Потери из-за механической неполноты сгорания топлива можно приближенно оценить по таблице 5.3.

Таблица 5.3

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 высокозольные	9 - 11
	антрацит несортированный	14 - 18

Расчет потерь начинается в случае, если величина CO<sub>2</sub> больше 1.0 % и разность между температурой газа и температурой воздуха больше 20°C. Если расчет потерь не ведется, то на дисплей вместо значений выводится "—".

## 6.4 Расчет NOx

На NO приходится 95-98% всех окислов азота в точке отбора. NO соединяется с O<sub>2</sub>, обычно вне дымовой трубы. Если в газоанализаторе **ДАГ-500** установлены датчики NO и NO<sub>2</sub>, тогда NOx рассчитывается по формуле  $NOx = NO + NO_2$ , если установлен только датчик NO, то доля NO<sub>2</sub> рассчитывается  $NO_2 = NO \cdot 0.05$ .

В зависимости от единиц измерения NOx рассчитывается как:

Единицы измерения	Без пересчета NOx к NO <sub>2</sub>	С пересчетом NOx к NO <sub>2</sub>
ppm	NO + NO <sub>2</sub>	-
mg	NO • 1.34 + NO <sub>2</sub> • 2.053	(NO + NO <sub>2</sub> ) • 2.053
mg K O2ref	(20.9-O <sub>2</sub> B) / (20.9-O <sub>2</sub> M) • (NO • 1.34 + NO <sub>2</sub> • 2.053)	(20.9-O <sub>2</sub> B) / (20.9-O <sub>2</sub> M) • (NO + NO <sub>2</sub> ) • 2.053

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>19</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

## 6.5 Пересчет объемных долей газов в весовые

Для пересчета объемных величин (ppm) в весовые (mg - миллиграмм/нормальный кубометр при температуре газа 0°C и нормальном атмосферном давлении) используются следующие коэффициенты пересчета: **CO - 1.256 mg/ppm; NO - 1.34 mg/ppm; NO<sub>2</sub> - 2.053 mg/ppm; SO<sub>2</sub> - 2.926 mg/ppm.**

Согласно многим нормативным документам, результат измерений должен быть представлен в mg/Nm<sup>3</sup> соотнесенных с определенным % кислорода, для предотвращающим занижение выбросов за счет увеличения избытка воздуха. Поэтому величины измерения должны быть пересчитаны по формуле: **EB = ( 20.9 - O<sub>2</sub>B ) / ( 20.9 - O<sub>2</sub>M ) • EM,**

где: EM - измеренная эмиссия; EB - эмиссия, соотнесенная с содержанием кислорода;

O<sub>2</sub>M - измеренное содержание кислорода %; O<sub>2</sub>B-эталонное содержание кислорода %.

Газоанализатор автоматически пересчитывает измеряемые величины с учетом концентрации кислорода, если выбран режим пересчета **mg к O<sub>2</sub>ref** (см. п.п. единицы измерения).

## 7 Обслуживание прибора и уход за ним

### 7.1 Уход за прибором

Для безотказной долговременной работы необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

- Своевременно заменять фильтры очистки от пыли по мере их загрязнения (почернения);
- Опоражнять 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;
- Ни в коем случае не хранить прибор с разряженным аккумулятором;
- Регулярно, **НЕ РЕЖЕ ЧЕМ РАЗ В ДВЕ НЕДЕЛИ , ПОДКЛЮЧАТЬ ПРИБОР К СЕТИ** (примерно на 5 часов). Это необходимо, поскольку некоторые датчики должны находиться под напряжением, чтобы быть готовыми к измерению в любое время , а также для сохранения установочных значений, записанных в память данных и показаний времени.
- При загрязнении сам прибор чистить влажной тряпкой, не применяя растворители и моющие средства.

### 7.2 Контроль за прибором с использованием контрольных тест-газов

Проверка прибора **ДАГ-500** может быть произведена пользователем в любое время. Она производится соответствующими тест-газами. Концентрации газов должны быть в пределах диапазона измерений! При проверке следует обратить внимание на следующие пункты:

- Газ должен подаваться обязательно **без давления** !
- Погрешность концентрации должна быть не более 0.3 от погрешности прибора.
- Стабильность во времени берется из данных сертификата. Ни в коем случае нельзя использовать газ, у которого истек срок годности.
- Датчикам требуется для окисления остаточное количество кислорода в 0,5 %. Поэтому заполнение контрольным газом не должно продолжаться 20 мин. Если проверка проводится несколькими газа-

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>20</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

ми, то измерительный прибор должен между контрольными проверками восстанавливаться (регенерировать). Для этого достаточно продуть датчики свежим воздухом до тех пор, пока не будет достигнута нулевая отметка.

- Для того, чтобы получить стабильные показания измеренной величины, рекомендуется заполнять прибор контрольным газом не менее 3х минут, но не более 5 минут.

Показания прибора можно прямо сравнивать с сертификатом контрольного газа. При этом следует учитывать точность измерения газоанализатора и точность тест-газа.

### 7.3 Техническое обслуживание прибора

Газоанализатор **ДАГ-500** является сложным прибором с гаммой измеряемых параметров. Применение электрохимических датчиков, других устройств, обеспечивающих точные измерения, требуют регулярного технического обслуживания со специальным оборудованием. Сообщение о техническом обслуживании выдается самим прибором, исходя из даты последней калибровки и часов работы с ним.

Поверка газоанализатора должна производиться лицами с квалификацией государственного поверителя по методике “Газоанализатор ДАГ-500. Методика поверки”, утвержденной ВНИИМ им. Менделеева, с межповерочным интервалом 12 месяцев. Рекомендуется проводить ежегодное техническое обслуживание и поверку на предприятии изготовителя.

### 7.4 Сообщения о неисправностях и ошибках

Применение средств самодиагностики газоанализатора **ДАГ-500** позволяет сразу определить неисправность прибора и некорректные действия оператора, которые могут вызвать увеличение погрешности измерения или неисправность прибора. Сообщения о неисправностях и ошибках сведены в таблицу 7.1.

Таблица 7.1

Режим	Сообщение прибора	Способ устранения
Включение	Тест прибора № -- Ошибка !	Появляются, при неисправностях РЭ. Продолжение работы невозможно. Обратитесь в службу сервиса.
	error xx xxxx	Появляются, когда результат расчетов имеет неопределенную величину или произошел аппаратный сбой. Обратитесь в службу сервиса.
	<b>ЗАРЯДИТЕ БАТАРЕЮ</b>	Напряжение аккумулятора ниже 5.8 V, подключите сетевой блок питания.
Калибровка	<b>НЕОБХОДИМ СЕРВИС ВНИМАНИЕ!</b>	Прибор эксплуатировался больше 1000 часов или больше года без перекалибровки. Прибор необходимо отправить в службу сервиса.
	<b>Зонд НЕ ПОДКЛЮЧЕН!</b>	Правильно подключите зонд к прибору.
	Td = -1 °C <b>ВНИМАНИЕ!</b>	Величина должна находиться в диапазоне 6..+40 °C. Не соблюдены условия эксплуатации прибора.
	Tg = 150°C <b>ВНИМАНИЕ!</b>	Величина должна находиться в диапазоне 0..+50°C. Проверьте, находится ли зонд на чистом воздухе?
	Qm = 0.2 лит/мин <b>НАСОС НЕИСПРАВЕН</b> <b>*** НЕИСПРАВЕН</b>	Причина: загрязнился насос или непроходимость газового тракта (перегиб шланга, засорился фильтр). Причина: неисправность датчика (устраняется службой сервиса) или калибровка не на чистом воздухе.
Измерение	<b>ЗАРЯДИТЕ БАТАРЕЮ</b>	Напряжение аккумулятора стало ниже 5.7 Вольт, заканчивайте измерения и зарядите аккумулятор.
	<b>ПЕРЕОХЛАЖД. ПРИБОРА</b> <b>ПЕРЕГРЕВ ПРИБОРА</b>	Температура внутри прибора не соответствует условиям эксплуатации.
	<b>*** ПЕРЕГРУЖЕН</b> <b>НАСОС ВЫКЛЮЧЕН</b>	Превышение диапазона измерения или порога защиты. Немедленно прекратите измерения и продуйте прибор чистым воздухом.
	<b>*** НЕИСП.</b>	Причина: неисправность датчика или неправильная калибровка.
	<b>*** ПЕРЕГР.</b>	Превышение диапазона измерения датчика.
	<b>НИЗКИЙ ПОТОК!</b>	Недостаточная производительность насоса. Причина: перегиб, непроходимость газового шланга или большое разряжение в газовом канале.
Изм. сажи	<b>НИЗКИЙ ПОТОК</b>	Недостаточная производительность насоса для проведения измерения.
	<b>р НЕИСПРАВЕН</b>	Результат неисправности датчика или неправильной калибровки.
Измерение давления	<b>р : over</b>	Превышение диапазона измерения или порога защиты. Немедленно прекратите измерение.

Режим	Сообщение прибора	Способ устранения
Память	ПАМЯТЬ ПУСТА	Выберите память в качестве приемника информации, запишите данные в память.
	ПАМЯТЬ ЗАПОЛНЕНА	Сотрите старые данные в памяти.
Интерфейс	НЕТ ГОТОВНОСТИ!	Компьютер не подключен, не загружена программа поддержки приема данных или неисправен интерфейсный кабель.
	ОШИБКА ПРИЕМА	Данные поступают в отличном от ДАГ-500 стандарте.

## 8 Указания мер безопасности

К работе с газоанализатором допускаются лица, ознакомленные со всей документацией, прилагаемой к газоанализатору. При работе с газоанализатором должны быть соблюдены правила и требования безопасной работы с электрооборудованием. Запрещается сброс анализируемой пробы или поверочных газовых смесей в помещении не оборудованном вытяжной вентиляцией. Все подключения кабелей и жгутов разрешается производить только при отключенном питании компьютера, монитора, принтера и газоанализатора.

## 9 Описание газоанализатора ДАГ-500

### 9.1 Электрохимические датчики

Принцип измерения анализируемых газов основан на использовании электрохимических ячеек. Они являются основой 2<sup>x</sup>, 3<sup>x</sup> и 4<sup>x</sup> электродных датчиков, применяемых в приборе. Датчики хотя и обладают высокой селективностью на один из измеряемых газов, но и обнаруживают ряд перекрестных влияний по отношению к другим газам, которые устраняются при пересчете напряжений, выдаваемых датчиками в значения концентраций. Эти преобразования осуществляются встроенным компьютером, которая также компенсирует температурную зависимость напряжений датчиков, исходя из внутренней температуры прибора. Атмосферное давление не имеет большого значения, но скорость поступления газа в зонд играет большую роль для электрохимических датчиков. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы измеряемый газ подавался **без давления**. Датчики установлены на измерительная камера, изготовленной из высококачественного, устойчивого к дымовым газам поликарбоната. Это дорогостоящий блок, состоящий из несколько последовательно соединенных камер гашения энергии и камер обратной тяги для измеряемых газов. Смонтированные на измерительной камере датчики заполняются газом через точно рассчитанные отверстия. Все датчики заполняются газом параллельно, одновременно и непрерывно. Для гарантии оптимального, надежного измерения нужно всегда обращать внимание на то, чтобы в измерительную камеру не попали пыль, сажа и конденсат. Поэтому необходимо своевременно заменять фильтр и освободить ловушки конденсата от жидкости.

### 9.2 Измерительные зонды

Для газоанализатора **ДАГ-500** поставляются зонды забора газа следующих модификаций:

- Зонд типа А (стандартная комплектация). Зонд состоит из металлической трубки длиной 750 мм и рукоятки из теплостойкой резины, к которой подсоединены газоотводный шланг длиной 2 метра и компенсирующий провод той же длины. Провод подключается к термопаре, встроенной в металлическую трубку. На этой трубке также находится передвижной конус для фиксирования зонда в трубе отходящего газа.

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						22
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

• Зонд типа В (поставляется по заказу). Зонд типа В предназначен для измерения содержания сажи. Отличается от зонда типа А наличием фиксатора для фильтровальной бумаги, с помощью которой измеряют содержание сажи.

**ВНИМАНИЕ !** 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.

Примечание: По заказу трубки к зондам типа А и В могут поставляться длиной 300-750-1500 мм. По особому заказу изготавливаются трубки любой длины до 2500 мм для всех типов зондов. По заказу газоотводящий шланг и компенсационный провод поставляются любой длины до 10 м.

### **9.3 Шланги, ловушка для конденсата и фильтры**

Все газопроводящие шланги вне и внутри газоанализатора сделаны из кремнеорганической резины. Шланги всегда должны содержаться в чистоте и быть сухими. Нужно обращать внимание на то, чтобы шланги с необходимой плотностью сидели на ниппеле. Следует избегать механических повреждений шлангов или ниппелей, т.к. это вызовет поступление побочного воздуха и некорректные замеры.

Для защиты пылевого фильтра тонкой очистки и самого прибора от конденсата прибор снабжен специальной ловушкой, совмещенной с фильтром предварительной очистки, через которую проходит измерительный газ. Ловушка врезается в газоподводящий шланг. Перед каждым измерением необходимо проверять ее и при необходимости заменить фильтр предварительной очистки, а после измерения опораживать, причем при наличии конденсата, желателен просушить ловушку в разобранном виде.

**ВНИМАНИЕ !** Ловушка должна быть собрана очень плотно, чтобы избежать попадания побочного воздуха, что приведет к искажению данных измерения. Необходимо проверять состояние всех резиновых уплотнений.

#### **НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПЕРЕЛИВ КОНДЕНСАТА И ПОПАДАНИЕ ВОДЫ В ПРИБОР.**

Если это произошло, нужно разобрать ловушку конденсата, затем "высушить" прибор путем "прополаскивания" свежим воздухом (по меньшей мере в течение 2-х часов). Если после этого (по опыту работы) измерения неточные, то прибор следует отправить для проверки, чистки, при необходимости замены датчиков и новой калибровки на предприятие-изготовитель или в соответствующий сервис-центр.

Для надежной защиты датчиков и насоса измеряемый газ пропускается после ловушки конденсата и предварительного фильтра через фильтр тонкой очистки. Фильтр тонкой очистки должен быть заменен не реже раза в год при очередном сервисном обслуживании прибора. Замена должна производиться только на фильтр **АНАЛОГИЧНОГО ТИПА**.


### **9.4 Насос**

Газоанализатор оснащен высококачественным, устойчивым к агрессивным средам дымового газа мембранным насосом. Насос снабжен электронным управлением для поддержания постоянной

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>23</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

мощности подачи газа и защитой, которая может отключать насос, когда разряжение в трубе превышает 100 hPa. Поэтому при полной непроходимости газового канала насос может отключиться.

## 9.5 Дисплей



Для визуального контроля за всеми измеряемыми величинами, а также для возможности работы с прибором в диалоговом режиме и индикации режимов работы прибора и возможных ошибок в приборах **ДАГ-500** установлен жидкокристаллический дисплей. По дополнительному заказу устанавливается дисплей с подсветкой или с расширенным температурным диапазоном. Подсветка включается нажатием клавиши , выключается повторным нажатием этой клавиши.

## 9.6 Электроника

Электроника прибора собрана на двух функционально законченных частей: аналоговой и цифровой. Аналоговая часть служит для обеспечения согласования датчиков с входами цифрового блока, в котором осуществляются основные расчеты и преобразования измеряемых величин, а также управление всеми устройствами прибора. Электронику прибора следует оберегать от конденсата, воды, пыли и резких перепадов температуры. Следует обращать внимание на температурный режим: при эксплуатации от + 10 °С до + 40 °С, при хранении от - 20 °С до + 50 °С.

## 9.7 Аккумулятор

Прибор снабжен высококачественным аккумулятором на 6 Вольт. Полная зарядка аккумулятора достаточна на 5 часов работы с учетом работы подсветки дисплея. При выключенном насосе время работы возрастает в два раза. Аккумулятор заряжается автоматически в то время, когда прибор подключен к сети через сетевой адаптер.

При подсоединении сетевого адаптера к выключенному газоанализатору, прибор автоматически включается и индицирует процесс зарядки аккумулятора. Прибор можно выключить нажатием клавиши , либо прибор выключится сам при снятии внешнего питания. Для начала работы в режиме индикации заряда нужно нажать клавишу .

**ВНИМАНИЕ !** Если прибор обычно эксплуатируется с питанием от аккумулятора, то необходимо подключать его к сети для подзарядки после проведения измерений, это также необходимо делать не реже **раза в две недели**, даже если прибор не эксплуатируется.

В приборе установлена защита аккумулятора от перезарядки, поэтому можно оставлять аккумулятор на зарядке более 24 часов.

При работе от аккумулятора, если его напряжение становится ниже **5.7 В**, прибор предупреждает о его разрядке миганием сообщения **«ЗАРЯДИТЕ БАТАРЕЮ»** на дисплее. Прибор еще будет работать около 30 минут. Необходимо или подключить сетевой блок питания или заканчивать измерения в течении 20 минут. **При первой возможности не забудьте зарядить аккумулятор!** Если работа с прибором продолжается и напряжение на аккумуляторе снизится до **5.3 В**, прибор автоматически производит запись в память последних измеренных значений и выключается. В этом случае необходимо поставить на подзарядку. Рекомендуем контролировать напряжение на аккумуляторе (функциональное меню ⇒ Параметры прибора ⇒ Состояние прибора ⇒ Uaccu), чтобы знать степень разряда аккумулятора.

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>24</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

## 9.8 Интерфейс RS 232

**ВНИМАНИЕ !** Перед подключением интерфейса проверьте наличие заземления у компьютера, и правильность распайки интерфейсного жгута. Интерфейс RS 232 (V24) имеет стандартную 9<sup>™</sup> контактную розетку. Расположение контактов ДАГ-500 и IBM PC совместимого компьютера показано в таблице 9.1. Если не использовать возможности внешнего управления газоанализатором необходима программная поддержка на персональном компьютере), для подключения к достаточно трех проводов.

Таблица 9.1

ДАГ-500 (RS 232)		IBM PC (COM2 25 контактов)	
Наименование сигнала	Номер контакта	Наименование сигнала	Номер контакта
CTS	6	RTS	4
GND	7	GND	7
TXD	9	RXD	3
Сигналы, необходимые для внешнего управления газоанализатором.			
RXD	5	TXD	2
RTS	3	CTS	5

Прибор передает данные только, если на сигнал **RTS → CTS** имеет уровень от +5 до +12 Вольт. Формат данных: **9600 Бод, восемь бит плюс стоп-бит**. Данные передаются в ASCII кодах, с окончаниями CR, LF (0DH, 0AH). Рекомендуется пользоваться интерфейсным кабелем нашего производства. Заказывая кабель, необходимо подробно описать компьютер, к которому будет подключен прибор.

## 9.9 Программное обеспечение

Программное обеспечение обеспечивает взаимодействие между отдельными компонентами газоанализатора, расчет измеряемых величин и вывод результатов измерений на дисплей и внешние интерфейсы. Газоанализатор имеет встроенное программное обеспечение, размещенное в специализированной микросхеме (ПЗУ с УФ стиранием).

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных измерений «высокий» в соответствии с Р50.2.077-2014.

Идентификационные данные программного обеспечения представлены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Dag500nw.pal *
Номер версии ПО	1.3-02 *
Цифровой идентификатор	C55BB426
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

\* Данные недоступны, так как встроенное ПО не может быть модифицировано, переустановлено или прочитано через какой-либо интерфейс после первичной загрузки изготовителем

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

## 9.10 Сетевой адаптер

Блок питания предназначен для работы прибора от сети (стандартно 220 V, по заказу 127 V) и подзарядки встроенного аккумулятора. Если с адаптера поступает напряжение, то при его подсоединении к выключенному газоанализатору, прибор автоматически включается и индицирует процесс зарядки аккумулятора. Прибор начинает работать от сети даже при полностью разряженном аккумуляторе, через 15 минут после его подключения, когда напряжение на аккумуляторе достигнет 5.8 V. Вместе с блоком питания прибор по дополнительному заказу может комплектоваться кабелем для работы и зарядки аккумулятора от бортовой сети автомобиля =12V с заземленным “минусом”.

						Лист
						25
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

## 10. Гарантийные обязательства

1. Гарантия действительна в течение 12 месяцев, начиная со дня его поставки.

2. Гарантия фирмы "Дитангаз" исходит из соответствующего технического состояния проданного прибора, бездефектности материалов и исполнения. Для всех частей, которые устанавливаются в течение гарантийного срока, гарантия кончается вместе с гарантией прибора.

3. В течении гарантийного срока ремонт приборов производится бесплатно. Замененные части переходят в собственность предприятия-изготовителя.

4. Гарантия не распространяется на работы по техническому обслуживанию (уходу) и установке, а также на иные необходимые для функционирования прибора расходуемые материалы и другие быстроизнашиваемые части, за исключением тех, что непосредственно необходимы для гарантийной работы.

5. Гарантия действительна в том случае, если :

- прибор изготовления фирмы "Дитангаз" находится на техническом обслуживании предприятия - изготовителя.
- прибор используется строго в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 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".

Тел. ( 831 ) 466-84-05, 466-54-51.

Факс ( 831) 462-76-72.

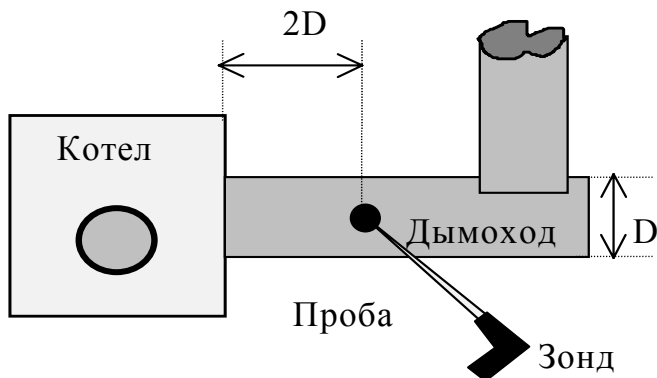
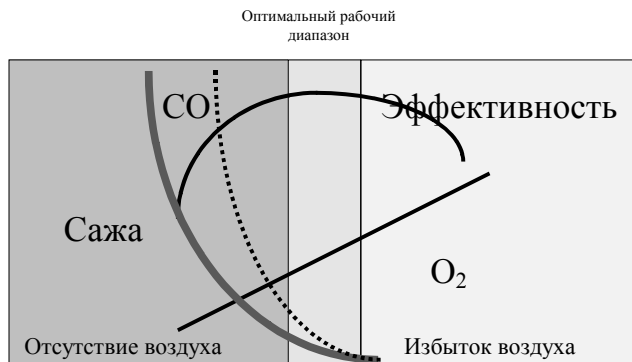
e-mail: [market@ditangaz.ru](mailto:market@ditangaz.ru)

<http://www.ditangaz.ru>

					<b>ГА 500.100 РЭ</b>	Лист
						<b>26</b>
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

# Приложение А

## Диаграмма оптимального сжигания топли-



ва. Схема расположения зонда в газоходе котла

```

===== PROTOCOL DAG-500 =====
05.12.98 12.21.10
-----
Tg 100C   O2 20.9%
CO  0p    NO  0p
NO2 0p    SO2 0p
CO2 0%    NOx 0p
Alf ---   qA  ---
Ti  20C   Ta  21C
Natural gas
=====
    
```

Пример протокола измерения

```

===== PROTOCOL DAG-500 =====
05.12.98 13.01.10
Block memory №123
-----
Tg 100C   O2 20.9%
CO  0p    NO  0p
NO2 0p    SO2 0p
CO2 0%    NOx 0p
Alf ---   qA  ---
Ti  20C   Ta  21C
Natural gas
=====
    
```

Пример протокола печати из памяти

```

===== PROTOCOL DAG-500 =====
05.12.98 12.27.15
-----
p : 23.92 hPa
=====
    
```

Пример протокола измерения давления/разряжения

```

===== PROTOCOL DAG-500 =====
05.12.98 13.24.10
Block memory 124
-----
p : 23.92 hPa
=====
    
```

Пример протокола измерения давления из памяти



**СОГЛАСОВАНО**  
**Главный метролог**  
**ФБУ «Нижегородский ЦСМ»**  
**Т. Б. Змачинская**  
**16 июля 2024 г.**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Газоанализаторы ДАГ-500**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 1600-0304-2024**

2024 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на газоанализаторы ДАГ-500 (в дальнейшем – газоанализаторы), предназначенные для измерений концентраций окиси углерода, кислорода, двуокиси серы, окиси азота, двуокиси азота, измерения температуры, давления/разрежения и содержания сажи в газовых выбросах топливосжигающих установок, и устанавливает методы первичной поверки до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

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»;

ГЭТ23-2010 «ГПЭ единицы давления-паскаля» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2653 от 20 октября 2022 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

ГЭТ35-2021 «ГПЭ единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23.12.2022 «Об утверждении 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 № 3253 от 23.12.2022 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – прямой метод измерений.

## 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 первичной (периодической) 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 средства измерений	7	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
4.1. Определение основной погрешности измерений содержания газовых компонентов	10.1	да	да
4.2. Определение погрешности измерения разности давлений и избыточного давления – разрежения	10.2	да	да
4.3. Определение основной погрешности измерений температуры	10.3	да	да
5. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
6. Оформление результатов поверки	12	да	да

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

### 3 Контроль условий поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 91 до 105 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 прибор 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 (эталонные 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 <sup>1)</sup>
Контроль условий поверки (п. 8.1)	Средства измерений температуры окружающего воздуха. Диапазон измерений температуры от +10 °С до +30 °С, пределы допускаемой погрешности измерений ±0,5 °С	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
	Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха. Диапазон измерений относительной влажности от 25 % до 90 %, пределы допускаемой погрешности измерений ±3 %.	
	Средства измерений атмосферного давления. Диапазон измерений от 85 до 106 кПа, пределы допускаемой погрешности измерений ±0,5 кПа	
Определение основной погрешности измерений содержания газовых компонентов (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. № 2315<sup>2)</sup>.</i> Диапазон воспроизведения объемной (молярной) доли целевого компонента от 1,0·10 <sup>-6</sup> % до 99 %, пределы допускаемой относительной погрешности ±(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 <sup>3</sup> /ч, пределы допускаемой погрешности измерений ±4,0 %	Ротаметр 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 избыточного давления разрежения (п. 10.2)	<i>Рабочие эталоны единицы давления 4-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта № 2653 от 20 октября 2022 г</i> Диапазон измерений от –5,0 до +5,0 кПа, пределы допускаемой основной погрешности ±0,5 %	Барометр образцовый переносной БОП-1М-1, рег. № 26469-04; Калибратор многофункциональный МС5-Р, рег. № 22237-06; Измерители давления цифровые ИДЦ-2, рег. № 25320-03
	Диапазон задаваемых давлений от –90 до +250 кПа.	Помпа ручная пневматическая «П-0,25»
Определение основной погрешности	<i>Рабочие эталоны единицы температуры 3-го разряда и выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253<sup>3)</sup></i>	Преобразователи термоэлектрические платиноводород-платиновые

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки <sup>1)</sup>
измерений температуры (п. 10.3)	<i>(диапазон измерений от -20 °С до +800 °С, пределы допускаемой основной погрешности ± 0,2 °С).</i>	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 ±0,10 °С	Термостат Julabo FP50-ME

<sup>1)</sup> Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик газоанализатора с требуемой точностью;

<sup>2)</sup> Должно быть обеспечено соотношение точностей между рабочими эталонами 2-го разряда и средствами измерений не более 1/2;

<sup>3)</sup> Отношение границы доверительной погрешности эталона и предела допускаемой погрешности поверяемого средства измерений должны быть не более 0,4 (1:2,5).

### 6 Требования 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», утвержденным приказом Федеральной службой 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:

- 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 и сроки годности средств поверки.

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

Включить приточно-вытяжную вентиляцию. Выдержать прибор 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, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> от 0 до 1 млн<sup>-1</sup>;
- по каналу O<sub>2</sub> от 20,8 % до 20,9 % об.

## **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, установленными при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанными в описании типа СИ на газоанализатор.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные совпадают.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Dag500nw.pal
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.3-O2
Цифровой идентификатор ПО	C55BB426
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение основной погрешности измерений содержания газовых компонентов

Подключить газоанализатор к баллону в соответствии с рисунком 10.1. Использовать максимально короткие отрезки трубки ПВХ.

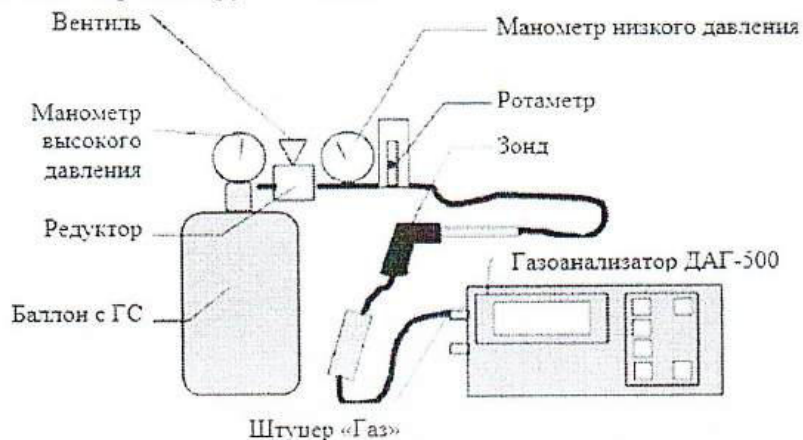


Рисунок 10.1. Схема соединений при проведении поверки газоанализаторов с помощью ГС в баллонах под давлением

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 снятия 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 дм<sup>3</sup>/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 ppm или % об.);
- закрывают баллон с ГС.

### 10.2 Определение погрешности измерения избыточного давления – разрежения.

Перед определением погрешности должна быть произведена проверка герметичности соединений в канале измерения избыточного давления / разрежения и разности давлений. 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  $\pm 0,5$  °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 5,0 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 0,64 кПа.

Погрешность каналов измерения избыточного давления / разрежения и разности давлений определять в точках диапазона: минус 49 гПа, минус 25 гПа, минус 2 гПа, 2 гПа, 25 гПа и 49 гПа 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  $15 \pm 2,0$ ); ( $250 \pm 2,0$ ); ( $520 \pm 2,0$ ); ( $790 \pm 2,0$ ) °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 не менее трех отсчетов с газоанализатора и эталонного СИ и вычислить среднее арифметическое значение.

10.3.2 Определение погрешности канала измерений температуры окружающей среды проводят с помощью эталонного термометра. Измеряют температуру  $T_0$  вблизи штуцера «Газ» и сравнивают с показаниями поверяемого канала 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:

$$\Delta_o = [A_i - A_o],$$

или 
$$\delta_o = [A_i - A_o] / A_o \times 100 \%$$

где:  $A_i$  - показания газоанализатора, % об. (ppm);

$A_o$  - действительное значение содержания измеряемого компонента в проверяемой точке, указанное в паспорте на ГС, % об. (ppm).

Значения основной абсолютной погрешности  $\Delta_a$  в каждой точке измерения абсолютного давления вычислять по формуле:

$$\Delta_a = [D_i - D_0],$$

где:

$D_i$  - показание газоанализатора, кПа;

$D_0$  - 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:

$$\Delta_d = [D_i - D_o],$$

или 
$$\delta_d = [D_i - D_o] / D_o \times 100 \%$$

где:  $D_i$  - показание газоанализатора, гПа;

$D_o$  - показание измерителя давления, гПа.

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:

$$\Delta_T = [T_g - T_0],$$

или 
$$\delta_T = [T_g - T_0] / T_0 \times 100 \%$$

где:  $T_g$  - 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:

$$\Delta_t = [T_a - T_0],$$

где:  $T_a$  – значение температуры, измеренное газоанализатором, °С;

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

Полученные значения основной погрешности для каждого определяемого компонента, температуры и давления, не должны превышать значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4 - Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности газоанализаторов.

Объект измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	
O <sub>2</sub> кислород	от 0 до 20,9 % об.	±0,2 % об.	
CO угарный газ	от 0 до 500 ppm от 0 до 1000 ppm от 0 до 2000 ppm от 0 до 6000 ppm от 0 до 30000 ppm	±5 %	- приведенная к верхнему пределу поддиапазона в пределах от 0 % до 20 % от диапазона измерений, - относительная в пределах от 20 % до 100 % диапазона измерений
SO <sub>2</sub> сернистый газ	от 0 до 4000 ppm от 0 до 2000 ppm от 0 до 1000 ppm от 0 до 500 ppm	±10 %	
NO окись азота	от 0 до 2000 ppm от 0 до 1000 ppm от 0 до 500 ppm от 0 до 250 ppm	±10 %	
NO <sub>2</sub> двуокись азота	от 0 до 100 ppm от 0 до 50 ppm	±15 %	- приведенная к верхнему пределу диапазона
Температура воздуха	от - 20 до + 60 °С	±2 °С	
Температура газа	от - 20 до + 800 °С	±3 °С (от - 20 до + 300 °С); ±1 % (от 300 до 800 °С)	
Давление/ разряжение	от - 50 до + 50 гПа	±0,2 гПа (от 0 до 4 гПа); ±5 % (от 4 до 50 гПа)	

## 12 Оформление результатов поверки

12.1. Результаты поверки заносят в протокол.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы 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. 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 измерений, объемная доля	№ ГС	Содержание компонента в ГС, объемная доля	Пределы допускаемой погрешности аттестации компонента в ГС	Номер рекомендуемой ГС по реестру ГСО или источник ГС
Кислород (O <sub>2</sub> )	от 0 до 20,9 %	1	0 %	±2,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 2,1 %		ГСО 10546-2014 (O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
		2	от 9,4 до 11,5 %		
3	от 18,8 до 20,9 %				
Оксид углерода (CO)	от 0 до 30000 ppm	1	0 %	±2,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74
			от 0 до 3000 ppm		ГСО 10546-2014 (CO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
		2	от 13500 до 16500 ppm		
	3	от 27000 до 30000 ppm			
	от 0 до 6000 ppm	1	0 %	±2,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74, ГСО 10546-2014 (CO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 600 ppm		
		2	от 2700 до 3300 ppm		
	3	от 5400 до 6000 ppm			
	от 0 до 2000 ppm	1	0 %	±2,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (CO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 200 ppm		
		2	от 900 до 1100 ppm		
	3	от 1800 до 2000 ppm			
	от 0 до 1000 ppm	1	0 %	±2,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (CO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 100 ppm		
		2	от 450 до 550 ppm		
	3	от 900 до 1000 ppm			
	от 0 до 500 ppm	1	0 %	±2,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (CO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 50 ppm		
2		от 225 до 275 ppm			
3	от 450 до 500 ppm				
Оксид азота (NO)	от 0 до 2000 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (NO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 200 ppm		
		2	от 900 до 1100 ppm		
	3	от 1800 до 2000 ppm			
	от 0 до 1000 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (NO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
от 0 до 100 ppm					
2	от 450 до 550 ppm				

Компонент	Диапазон измерений, объемная доля	№ ГС	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 500 ppm	3	от 900 до 1000 ppm	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (NO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
		1	0 %		
			от 0 до 50 ppm		
			от 225 до 275 ppm		
		3	от 450 до 500 ppm		
		2	от 225 до 275 ppm		
	от 450 до 500 ppm				
	от 450 до 500 ppm				
	от 0 до 250 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (NO/N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 25 ppm		
			от 112,5 до 137,5 ppm		
		2	от 112,5 до 137,5 ppm		
3		от 225 до 250 ppm			
3		от 225 до 250 ppm			
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	от 0 до 100 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (NO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 10 ppm		
			от 45 до 55 ppm		
		2	от 45 до 55 ppm		
		3	от 90 до 100 млн <sup>-1</sup>		
		3	от 90 до 100 млн <sup>-1</sup>		
	от 0 до 50 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10546-2014 (NO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 5 млн <sup>-1</sup>		
			от 22,5 до 27,5 ppm		
		2	от 22,5 до 27,5 ppm		
		3	от 45 до 50 ppm		
		3	от 45 до 50 ppm		
Сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> )	от 0 до 4000 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10536-2014 (SO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 400 ppm		
			от 1800 до 2200 ppm		
		2	от 1800 до 2200 ppm		
		3	от 3600 до 4000 ppm		
		3	от 3600 до 4000 ppm		
	от 0 до 2000 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10536-2014 (SO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 200 ppm		
			от 900 до 1100 ppm		
		2	от 900 до 1100 ppm		
		3	от 1800 до 2000 ppm		
		3	от 1800 до 2000 ppm		
	от 0 до 1000 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10536-2014 (SO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> ); ГГС-Р
			от 0 до 100 ppm		
			от 450 до 550 ppm		
		2	от 450 до 550 ppm		
3		от 900 до 1000 ppm			
3		от 900 до 1000 ppm			
от 0 до 500 ppm	1	0 %	±3,5 %	Азот (N <sub>2</sub> ) ГОСТ 9293-74 ГСО 10536-2014 (SO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> ); ГГС-Р	
		от 0 до 50 ppm			
		от 225 до 275 ppm			
	2	от 225 до 275 ppm			
	3	от 450 до 500 ppm			
	3	от 450 до 500 ppm			