

УТВЕРЖДЕНО  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от « 06 » октября 2025 г. № 2146

Регистрационный № 96581-25

Лист № 1  
Всего листов 9

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система измерительная ИС ДВС-003 ЯМЗ

#### Назначение средства измерений

Система измерительная ИС ДВС-003 ЯМЗ (далее – Система, ИС ДВС-003 ЯМЗ) предназначена для измерений основных параметров при стендовых испытаниях двигателей внутреннего сгорания (далее - ДВС): крутящего момента двигателя; частоты вращения коленчатого вала; расхода топлива; температуры газа (воздуха), жидкости (охлаждающей жидкости, топлива, масла); давления газа (воздуха), жидкости (масла); расхода картерных газов; массового расхода воздуха.

#### Описание средств измерений

Принцип работы Системы основан на преобразовании измеряемых датчиками параметров ДВС в соответствующие электрические сигналы, электрических сигналов в цифровые коды и передаче последних в персональный компьютер аппаратуры «верхнего уровня» системы для визуализации, математической обработки, контроля и записи.

Конструктивно Система состоит из шкафа системы управления PUMA, расходомера воздуха FLOWSONIX FSA 150, расходомера картерных газов модели 442S, массового расходомера топлива AVL 735S, корпуса для модулей, блоков датчиков давления и температуры, усилителей сигнала, аналогово-цифровых преобразователей, цифровой аппаратуры «верхнего уровня» (специализированные платы, компьютеры со специализированным программным обеспечением, дисплеи) и линий связи, датчика крутящего момента НВМ К-T40B-003R-MF-S-M-DU2-0 и датчика частоты вращения коленчатого вала ROD 426-2048.

Функционально Система включает в себя следующие измерительные каналы (ИК):

- ИК крутящего момента силы ДВС;
- ИК частоты вращения коленчатого вала;
- ИК расхода топлива;
- ИК температуры газа (воздуха), жидкости (охлаждающая жидкость, топливо, масло);
- ИК давления газа (воздуха), жидкости (масло);
- ИК расхода картерных газов;
- ИК массового расхода воздуха.

#### ИК крутящего момента силы ДВС

ИК состоит из датчика крутящего момента НВМ К-T40B-005R-MF-S-M-DU2-0, преобразователя F-FEM-CON и контролера EMCON. Датчик крутящего момента установлен в системе нагрузки DYNOFORCE ASM 2000/1.9-4.5 с подмоторной плитой и системой пневмоопор. Датчик крутящего момента имеет частотный выход, что обеспечивает минимизацию электрических помех при передаче сигнала.

Аналоговый сигнал от датчика крутящего момента, пропорциональный крутящему моменту, поступает на счетный вход преобразователя F-FEM-CON. Преобразователь F-FEM-CON измеряет значение частоты и передает его в цифровом виде на вход контроллера EMCON. Контроллер EMCON преобразовывает сигнал от преобразователя F-FEM-CON в цифровой код, пропорциональный крутящему моменту силы ДВС и передает его в компьютер «верхнего уровня». Контроллер EMCON и преобразователь F-FEM-CON установлены в шкафу системы управления PUMA.

#### ИК частоты вращения коленчатого вала

ИК состоит из датчика частоты вращения коленчатого вала ROD 426-2048, преобразователя F-FEM-CON и контроллера EMCON. Датчик частоты вращения коленчатого вала установлен в системе нагружения DYNOFORCE ASM 2000/1.9-4.5 с подмоторной плитой и системой пневмоопор.

Принцип измерения частоты вращения коленчатого вала основан на преобразовании угла его поворота в последовательность электрических импульсов, генерируемых оптоэлектронным методом. Число штрихов на оптических дисках датчика равно 2048.

Цифровой сигнал с выхода датчика вращения коленчатого вала поступает на счетный вход преобразователя F-FEM-CON. Преобразователь F-FEM-CON считает количество импульсов за интервал времени и передает его в цифровом виде на вход контроллера EMCON. Контроллер EMCON преобразовывает сигнал от преобразователя F-FEM-CON в цифровой код, пропорциональный частоте вращения коленчатого вала и передает его в компьютер «верхнего уровня».

#### ИК расхода топлива

ИК состоит из массового расходомера топлива AVL 735S. Принцип работы массового расходомера основан на воздействии силы Кориолиса на выбирирующую измерительную трубку при протекании через нее потока топлива, что, в свою очередь, приводит к появлению разницы фаз колебаний концов измерительной трубки. Смещение по фазе прямо пропорционально массовому расходу топлива. Информация о результатах измерений расхода топлива передается в компьютер «верхнего уровня».

#### ИК температуры газа (воздуха), жидкости (охлаждающая жидкость, топливо, масло)

ИК состоит из датчиков температур (термометры сопротивления типа PT100 и термоэлектрический преобразователь типа K (NiCrNi)) и модулей F-FEM-AIS. Модули F-FEM-AIS установлены в корпусе для модулей.

Падения напряжений на термометрах сопротивления PT100 и ЭДС термоэлектрического преобразователя типа K преобразуются в модулях F-FEM-AIS в цифровые коды температуры. Информация о результатах измерений температуры газа (воздуха), жидкости (охлаждающая жидкость, топливо, масло) передается от модулей F-FEM-AIS через интерфейс IEEE1394 в компьютер «верхнего уровня».

#### ИК давления газа (воздуха), жидкости (масло)

ИК состоит из датчиков давления CANOPEN. Датчики давления установлены в корпусе для модулей.

Информация о результатах измерений давления газа (воздуха), жидкости (масло) передается от датчиков давления CANOPEN через интерфейс CANopen DS404 в компьютер «верхнего уровня».

#### ИК расхода картерных газов

ИК состоит из расходомера картерных газов модели 442S. Принцип измерения расхода картерных газов основан на измерении перепада давления на трубке с диафрагмой, способствующей образованию перепада давления, в зависимости от параметров потока картерных газов. Перепад давления на диафрагме преобразуется в цифровой код объемного расхода картерных газов. Информация о результатах измерений расхода картерных газов передается через интерфейс RS232 в компьютер «верхнего уровня».

#### ИК массового расхода воздуха

ИК состоит из расходомера воздуха FLOWSONIX FSA 150. Принцип измерения основан на методе измерения разности времени прохождения ультразвука специальными ультразвуковыми преобразователями AVL, предназначенными для применения на испытательных стендах и способными выполнять высокодинамичные измерения с частотой дискретизации до 1 кГц.

Информация о результатах измерений массового расхода воздуха передается через интерфейс Ethernet в компьютер «верхнего уровня».

Общий вид составных частей ИС ДВС-003 ЯМЗ представлены на рисунках 1-9.

Заводской номер (№ ТХЕQ3007388) наносится в форме информационной таблички на шкаф системы управления PUMA (рисунки 2 и 4).

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

Защита от несанкционированного доступа к компонентам системы обеспечивается:

- ограничением доступа к месту установки системы;

- запиранием стойки (рисунок 1);

- опломбированием шкафа системы управления (рисунок 2).



Рисунок 1 – Шкаф системы управления  
PUMA



Рисунок 2 – Место нанесения заводского  
номера на шкафе системы управления PUMA



Рисунок 3 – Расходомер воздуха  
FLOWSONIX FSA 150

Название:	Система измерительная ИС ДВС-003 ЯМЗ
Зав. номер:	TXEQ3007388
Изготовитель:	AVL List GmbH
Дата изгот.:	2020

Рисунок 4 – Заводская маркировка

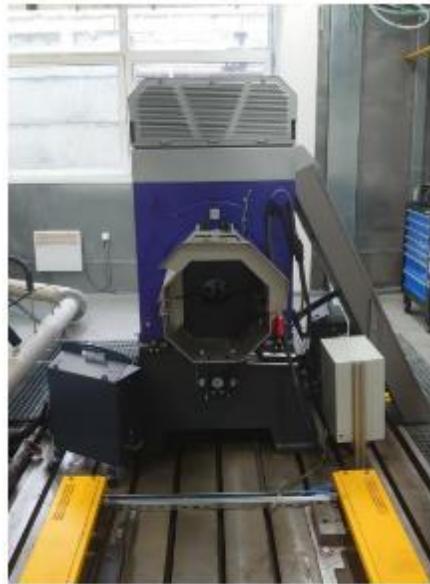


Рисунок 5 – Датчик крутящего момента и датчик частоты вращения коленчатого вала в составе системы нагружения DYNOFORCE ASM 2000/1.9-4.5 с подмоторной плитой и системой пневмоопор



Рисунок 6 – Корпус для модулей для подключения датчиков



Рисунок 7 – Рабочее место оператора



Рисунок 8 – Массовый расходомер топлива AVL 735



Рисунок 9 – Расходомер картерных газов  
модель 442S

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) не разделено на метрологически значимую и незначимую части и включает в себя специализированную программу ПО AVL PUMA 2 разработанную компанией AVL List GmbH (таблица 1). ПО поставляется на флеш-накопителе с файлом лицензии и устанавливается на аппаратуре верхнего уровня.

После установки ПО не вносит дополнительных погрешностей, поскольку вычислительные операции в системе используются только для алгебраических преобразований, а метрологические характеристики ИК нормированы в целом, с учетом работы ПО.

Идентификационными признаками служит номер версии и лицензии, которые отображаются в заголовке главного окна ПО и в специальном окне с информацией о ПО, которое может быть вызвано через главное меню ПО. Конструкция системы исключает возможность несанкционированного влияния на ПО СИ и измерительную информацию.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных воздействий в соответствии с Р 50.2.077-2014 – «средний». Используемое ПО защищено проверкой файла лицензии и паролем, с заданной периодичностью выполняется резервное копирование файлов данных. ПО не может быть модифицировано, загружено или прочитано через какой-либо интерфейс после опломбирования.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AVL PUMA 2
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	AVL PUMA 2 R5.7
Номер лицензии	9-4565E93A
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

## Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики Системы приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики Системы

Измеряемые параметры (наименование измерительных каналов)	Измеряемые величины	Диапазон измерений	Предел допускаемой погрешностей	Кол-во ИК
Крутящий момент силы ДВС	Крутящий момент силы	от 0 до 2500 Н·м	$\Delta: \pm 15 \text{ Н}\cdot\text{м}$ в диапазоне (от 0 до 500 Н·м включ.); $\delta: \pm 3 \%$ от ИЗ в диапазоне (св. 500 до 2500 Н·м включ.)	1
Частота вращения коленчатого вала	Частота вращения	от 200 до 3400 об/мин	$\delta: \pm 2 \%$ от ИЗ	1
Часовой массовый расход дизельного топлива	Массовый расход	от 0 до 125 кг/ч	$\gamma: \pm 2 \%$ от ВП	1
Массовый расход воздуха		от 100 до 3000 кг/ч	$\delta: \pm 2 \%$ от ИЗ	1
Расход картерных газов	Объемный расход	от 20 до 400 л/мин	$\gamma: \pm 5 \%$ от ВП	1
Температура всасываемого воздуха	Температура	от 0 °C до +50 °C	$\Delta: \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	1
Температура воздуха на выходе компрессора		от 0 °C до +220 °C	$\Delta: \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	1
Температура воздуха на выходе интеркулера		от 0 °C до +80 °C	$\Delta: \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	1
Температура охлаждающей жидкости на выходе		от 0 °C до +150 °C	$\Delta: \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	1
Температура топлива		от 0 °C до +60 °C	$\Delta: \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	1
Температура масла		от 0 °C до +150 °C	$\Delta: \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	1
Температура выхлопных газов		от +100 °C до +1000 °C	$\delta: \pm 2 \%$ от ИЗ	1
Барометрическое давление воздуха	Абсолютное давление	от 80 до 120 кПа	$\Delta: \pm 200 \text{ Па}$	1
Разрежение воздуха после воздушного фильтра	Давление разряжения	от -30 до +30 кПа	$\Delta: \pm 200 \text{ Па}$	1
Давление воздуха на выходе компрессора	Избыточное давление	от 0 до 250 кПа	$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП	1
Давление воздуха на выходе интеркулера		от 0 до 250 кПа	$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП	1
Давление масла		от 300 до 1000 кПа	$\Delta: \pm 20000 \text{ Па}$	1
Давление выхлопных газов		от 0 до 100 кПа	$\Delta: \pm 500 \text{ Па}$	1

Окончание таблицы 2

Измеряемые параметры (наименование измерительных каналов)	Измеряемые величины	Диапазон измерений	Предел допускаемой погрешностей	Кол- во ИК
Примечания:				
ВП – верхний предел измерения;				
ИЗ – измеряемое значение;				
$\gamma$ – приведенная погрешность, %;				
$\delta$ – относительная погрешность, %;				
$\Delta$ – абсолютная погрешность в единицах измеряемой величины.				

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания:	
- напряжение переменного тока, В	от 342 до 418
- частота переменного тока, Гц	от 49,6 до 50,4
Потребляемая мощность, кВ·А, не более	
	8
Габаритные размеры составных частей Системы, мм (длина×высота×ширина), не более:	
- Шкаф системы управления PUMA	800×2100×800
- Массовый расходомер топлива AVL 735S	770×667×342
- Расходомер воздуха FLOWSONIX FSA 150	414×374×428,4
- Расходомер картерных газов модель 442S	653×1100×257
- Корпус для модулей	730×616×792
Условия эксплуатации :	
- температура воздуха, °С	от +5 до +35
- относительная влажность воздуха (без конденсата), %	от 20 до 75
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 104

**Знак утверждения типа**

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

**Комплектность средства измерений**

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Тип/модель	Обозначение	Кол-во, шт./экз.
Шкаф системы управления	PUMA	-	1 шт.
Массовый расходомер топлива	AVL 735S	-	1 шт.
Расходомер воздуха	FLOWSONIX FSA	-	1 шт.
Расходомер картерных газов	442S	-	1 шт.
Корпус для модулей	-	-	1 шт.
Датчик крутящего момента	HBM K-T40B-003R-MF-S-M-DU2-0	-	1 шт.
Датчик частоты вращения коленчатого вала	ROD 426-2048	-	1 шт.
Датчик температуры всасываемого воздуха	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры воздуха на выходе компрессора	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры воздуха на выходе интеркулера	PT100	-	1 шт.

Окончание таблицы 4

Наименование	Тип/модель	Обозначение	Кол-во, шт./экз.
Датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры топлива	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры масла	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры выхлопных газов	NiCrNi (K-тип)	-	1 шт.
Датчик-преобразователь разрежения воздуха после воздушного фильтра	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления воздуха на выходе компрессора	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления воздуха на выходе интеркулера	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления масла	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления выхлопных газов	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь барометрического давления воздуха	CANOPEN	-	1 шт.
Система измерительная ИС ДВС-003 ЯМЗ Руководство по эксплуатации	-	ИС ДВС-003 ЯМЗ РЭ	1 экз.
Методика поверки	-	-	1 экз.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в разделе 1.4 «Устройство и работа» руководства по эксплуатации ИС ДВС-003 ЯМЗ РЭ.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средству измерений**

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «06» сентября 2024 г. № 2152 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений крутящего момента силы»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «26» сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «26» сентября 2022 года № 2356 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «19» ноября 2024 г. № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «06» декабря 2019 г. № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$  Па»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «20» октября 2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «11» мая 2022 г. № 1133 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа»

### **Правообладатель**

Фирма «AVL List GmbH», Австрия  
Адрес: Hans-List-Platz 1 A-8020 Graz, Austria  
Телефон: 43-316-787-1083  
Факс 43-316-787-1796

### **Изготовитель**

Фирма «AVL List GmbH», Австрия  
Адрес: Hans-List-Platz 1 A-8020 Graz, Austria  
Телефон: 43-316-787-1083  
Факс 43-316-787-1796

### **Испытательные центры**

Государственный научный центр Федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»

(ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)  
Адрес: 111116, Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная, 2  
Телефон: (499) 763-61-67  
Факс: (499) 763-61-10  
Адрес в Интернете: [www.ciam.ru](http://www.ciam.ru)  
E-mail: [info@ciam.ru](mailto:info@ciam.ru)

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 24.08.2015 г.

С привлечением

Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии - филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

(ВНИИР - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Адрес местонахождения: 420088, Республика Татарстан, г. Казань, ул. 2-я Азинская, д. 7 «а»

Юридический адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр-кт, д. 19

Телефон: (843) 272-70-62, факс: (843) 272-00-32

Web-сайт: [www.vniir.org](http://www.vniir.org)

E-mail: [office@vniir.org](mailto:office@vniir.org)

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц RA.RU.310592

