

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «09» июня 2025 г. № 1153

Регистрационный № 95652-25

Лист № 1
Всего листов 8

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная ИС ДВС-004 ЯМЗ

Назначение средства измерений

Система измерительная ИС ДВС-004 ЯМЗ (далее – Система, ИС ДВС-004 ЯМЗ) предназначена для измерений основных параметров при стендовых испытаниях дизельных 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).

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 топлива AVL 733S, 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 весоизмерительного НВМ С2АС3 2t и датчика частоты вращения коленчатого AVL 333.

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 крутящего момента силы ДВС

ИК состоит из весоизмерительного датчика НВМ С2АС3 2t, преобразователя F-FEM-CON и контролера EMCON. Весоизмерительный датчик установлен в системе нагружения DYNO OMEGA 1000 1S с подмоторной плитой и системой пневмоопор. Весоизмерительный датчик имеет частотный выход, что обеспечивает минимизацию электрических помех при передаче сигнала.

Аналоговый сигнал от весоизмерительного датчика, пропорциональный крутящему моменту, поступает на аналоговый вход преобразователя F-FEM-CON. Преобразователь F-FEM-CON измеряет напряжение и передает его в цифровом виде на вход контроллера EMCON. Контролер 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 AVL 333, преобразователя F-FEM-CON и контролера EMCON. Датчик частоты вращения коленчатого вала установлен в системе нагружения DYNO OMEGA 1000 1S с подmotorной плитой и системой пневмоопор.

Принцип измерения частоты вращения коленчатого вала основан на преобразовании угла его поворота в последовательность электрических импульсов, генерируемых вследствие изменения магнитного поля при вращении зубчатого диска.

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 контролера EMCON. Контролер 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 расходомера топлива AVL 733S. Расходомер топлива работает по гравиметрическому принципу, когда топливо подается в ДВС от измеряющего бачка, вес которого непрерывно измеряется. 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 К (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 К преобразуется 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 АРТ 100. Датчики давления установлены в корпусе для модулей.

Аналоговый сигнал от датчиков АРТ 100, пропорциональный давлению, преобразуется в модулях F-FEM-AIS в цифровые коды давления. Информация о результатах измерений давления газа (воздуха), жидкости (масло) передается от модулей F-FEM-AIS через интерфейс IEEE1394 в компьютер «верхнего уровня».

Общий вид составных частей ИС ДВС-004 ЯМЗ представлены на рисунках 1-7.

Заводской номер (№ TXEQ3007389) 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;
- запираанием шкафа системы управления (рисунок 1);
- опломбированием шкафа системы управления (рисунок 2).



Рисунок 1 – Шкаф системы управления PUMA



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



Рисунок 3 – Расходомер топлива 733S

Название:	<u>Система измерительная ИС ДВС-004 ЯМЗ</u>
Зав. номер:	<u>TXEQ3007389</u>
Изготовитель:	<u>AVL List GmbH</u>
Дата изгот.:	<u>2020</u>

Рисунок 4 – Заводская маркировка

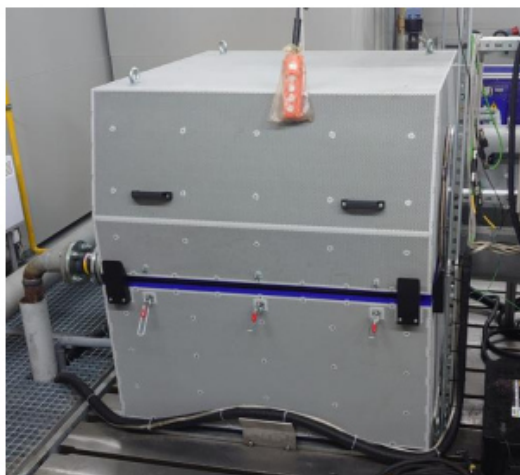


Рисунок 5 – Весоизмерительный датчик и датчик частоты вращения коленчатого вала в составе системы нагружения Dyno OMEGA 1000 1S с подmotorной плитой и системой пневмоопор



Рисунок 6 – Корпус для модулей для подключения датчиков



Рисунок 7 – Рабочее место оператора

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	9-5DF73CD3
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	Пределы допускаемой погрешностей	Кол-во ИК
Крутящий момент двигателя	Крутящий момент силы	от 300 до 2500 Н·м	Δ : ± 15 Н·м	1
Частота вращения коленчатого вала	Частота вращения	от 200 до 3400 об/мин	δ : ± 2 % от ИЗ	1
Часовой массовый расход дизельного топлива	Массовый расход	от 0 до 125 кг/ч	γ : ± 2 % от ВП	1
Температура всасываемого воздуха	Температура	от 0 °С до +50 °С	Δ : ± 2 °С	1
Температура воздуха на выходе компрессора		от 0 °С до +220 °С	Δ : ± 2 °С	1
Температура воздуха на выходе интеркулера		от 0 °С до +80 °С	Δ : ± 2 °С	1
Температура охлаждающей жидкости на выходе		от 0 °С до +150 °С	Δ : ± 2 °С	1
Температура топлива		от 0 °С до +60 °С	Δ : ± 2 °С	1
Температура масла		от 0 °С до +150 °С	Δ : ± 2 °С	1
Температура выхлопных газов		от +100 °С до +1000 °С	δ : ± 2 % от ИЗ	1
Барометрическое давление воздуха	Абсолютное давление	от 80 до 120 кПа	Δ : ± 1000 Па	1
Разрежение воздуха после воздушного фильтра	Давление разряжения	от -30 до +30 кПа	Δ : ± 600 Па	1
Давление воздуха на выходе компрессора	Избыточное давление	от 0 до 250 кПа	Δ : ± 2500 Па	1
Давление воздуха на выходе интеркулера		от 0 до 250 кПа	Δ : ± 2500 Па	1
Давление масла		от 300 до 1000 кПа	Δ : ± 20000 Па	1
Давление выхлопных газов		от 0 до 100 кПа	γ : ± 1 % от ВП	1

Примечания:

ВП – верхний предел измерения;

ИЗ – измеряемое значение;

γ – приведенная погрешность, %;

δ – относительная погрешность, %;

Δ – 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, кВт·А, не более	8
Габаритные размеры составных частей Системы, мм (длина×высота×ширина), не более:	
- Шкаф системы управления PUMA	800×2100×800
- расходомер топлива AVL 733S	510×640×280
- Корпус для модулей	300×750×750
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.
Расходомер топлива	AVL 733S	-	1 шт.
Корпус для модулей	-	-	1 шт.
Весоизмерительный датчик	HBM C2AC3 2t	-	1 шт.
Датчик частоты вращения коленчатого вала	AVL 333	-	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.
Датчик давления воздуха после воздушного фильтра	PT100	-	1 шт.
Датчик давления воздуха на выходе компрессора	PT100	-	1 шт.
Датчик давления воздуха на выходе интеркулера	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры топлива	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры масла	PT100	-	1 шт.
Датчик давления масла	APT 100	-	1 шт.

Окончание таблицы 4

Наименование	Тип/модель	Обозначение	Кол-во, шт./экз.
Датчик температуры выхлопных газов	NiCrNi (К-тип)	-	1 шт.
Датчик давления выхлопных газов	APT 100	-	1 шт.
Датчик барометрического давления воздуха	APT 100	-	1 шт.
Система измерительная ИС ДВС-004 ЯМЗ. Руководство по эксплуатации	-	ИС ДВС-004 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-004 ЯМЗ РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 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 г. № 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 6 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».

Правообладатель

Фирма «AVL List GmbH», Австрия
Юридический 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
Юридический адрес: Hans-List-Platz 1 A-8020 Graz, Austria
Адрес места осуществления деятельности: 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, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 2

Телефон: (499) 763-61-67

Факс: (499) 763-61-10

E-mail: info@ciam.ru

Web-сайт: www.ciam.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30093-11.

