

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «27» июня 2025 г. № 1298

Регистрационный № 95752-25

Лист № 1
Всего листов 10

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная ИС-ДВС КАМАЗ 005

Назначение средства измерений

Система измерительная ИС-ДВС КАМАЗ 005 (далее – Система, ИС-ДВС КАМАЗ 005) 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 (охлаждающей жидкости, топлива, масла); расхода картерных газов; массового расхода воздуха; относительной влажности 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, расходомера картерных газов модель 442S, балансового расходомера топлива, корпуса для модулей, термогигрометра измерения температуры и влажности, 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-005R-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 (охлаждающая жидкость, топливо, масло);
- ИК расхода картерных газов;
- ИК массового расхода воздуха;
- ИК относительной влажности 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 EMCN. Датчик крутящего момента установлен в системе нагружения DYNOFORCE ASM 3000/1.8-4.5 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 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 3000/1.8-4.5 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 балансного расходомера топлива AVL 733S. Балансовый 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 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 К 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 (охлаждающая жидкость, топливо, масло)

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

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

ИК расхода картерных газов

ИК состоит из расходомера картерных газов модель 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. 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».

ИК относительной влажности воздуха

ИК состоит из термогигрометра измерения температуры и влажности НМТ330. Информация о результатах измерений относительной влажности воздуха передается в аналоговом виде на вход модуля F-FEM-AIS и далее через интерфейс IEEE1394 в компьютер «верхнего уровня».

Общий вид составных частей ИС-ДВС КАМАЗ 005 представлены на рисунках 1-10.

Заводской номер (№ 134966) 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



Рисунок 4 – Заводская маркировка



Рисунок 5 – Датчик крутящего момента и датчик частоты вращения коленчатого вала в составе системы нагружения DYNOFORCE ASM 3000/1.8-4.5 с подмоторной плитой и системой пневмоопор



Рисунок 6 – Корпус для модулей для подключения датчиков



Рисунок 7 – Рабочее место оператора



Рисунок 8 – Термогигрометр измерения температуры и влажности в составе отдельного модуля



Рисунок 9 – Балансовый расходомер топлива



Рисунок 10 – 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	9-354AD08A
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 двигателя	Крутящий момент силы	от 0 до 3000 Н·м	$\delta: \pm 1\% \text{ от ИЗ}$	1
Частота вращения коленчатого вала	Частота вращения	от 200 до 2950 об/мин	$\delta: \pm 0,5\% \text{ отИЗ}$	1
Расход топлива	Массовый расход	от 0,5 до 150 кг/ч	$\delta: \pm 1\% \text{ от ИЗ}$	1
Массовый расход воздуха		от 0 до 3000 кг/ч	$\delta: \pm 1,5\% \text{ отИЗ}$	1
Расход картерных газов	Объемный расход	от 12 до 600 л/мин	$\gamma: \pm 1,5\% \text{ отВП}$	1

Окончание таблицы 2

Измеряемые параметры (наименование измерительных каналов)	Измеряемые величины	Диапазон измерений	Предел допускаемой погрешностей	Кол- во ИК
Температура атмосферного воздуха на входе в двигатель	Температура	от 0 °C до +60 °C	Δ: ±1 °C	1
Температура охлаждающей жидкости на выходе из двигателя		от 0 °C до +150 °C	Δ: ± 2 °C	1
Температура охлаждающей жидкости на входе в двигатель		от 0 °C до +150 °C	Δ: ± 2 °C	1
Температура масла		от 0 °C до +170 °C	Δ: ± 2 °C	1
Температура топлива		от 0 °C до +100 °C	Δ: ± 2 °C	1
Температура отработавших газов		от 0 °C до +1000 °C	Δ: ± 20 °C	1
Температура наддувочного воздуха после турбокомпрессора		от 0 °C до +300 °C	Δ: ± 2 °C	1
Температура наддувочного воздуха после стенового теплообменника охлаждения наддувочного воздуха		от 0 °C до +300 °C	Δ: ±2 °C	1
Барометрическое давление		Абсолютное давление	от 80 до 110 кПа	Δ: ±200 Па
Влажность окружающего воздуха	Относительная влажность	от 0 % до 100 %	δ: ±2 % от ИЗ	1
Разряжение воздуха на входе в турбокомпрессор	Давление разряжения	от -15 до +5 кПа	Δ: ±200 Па	1
Давление масла	Избыточное давление	от 0 до 1000 кПа	Δ: ±20 кПа	1
Давление отработавших газов		от 0 до 60 кПа	γ: ± 3 % от ВП	1
Давление наддувочного воздуха после стенового теплообменника охлаждения наддувочного воздуха		от 0 до 250 кПа	Δ: ±200 Па	1
Давление наддувочного воздуха после турбокомпрессора		от 0 до 250 кПа	Δ: ±200 Па	1
Давление картерных газов		от 0 до 60 кПа	Δ: ±200 Па	1
Давление охлаждающей жидкости на входе в водяной насос		от 0 до 250 кПа	Δ: ± 500 Па	1
Давление охлаждающей жидкости на выходе из двигателя		от 0 до 250 кПа	Δ: ± 500 Па	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, кВ·А, не более	8
Габаритные размеры составных частей Системы, мм (длина×высота×ширина), не более:	
- Шкаф системы управления PUMA	800×2100×800
- Расходомер воздуха FLOWSONIX FSA	414×374×428,4
- Расходомер картерных газов модель 442S	510×1485×433
- Балансовый расходомер топлива	510×640×280
- Корпус для модулей	579×519×300
- Термогигрометр измерения температуры и влажности	77×116×183
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	+UH5010	1 шт.
Расходомер воздуха	FLOWSONIX FSA	FSA150 PLUS MK	1 шт.
Расходомер картерных газов	442S	AVL 442S	1 шт.
Балансовый расходомер топлива	733S.18	733S.18	1 шт.
Корпус для модулей	-	+UC2610	1 шт.
Термогигрометр измерения температуры и влажности	Vaisala HUMICAP серии HMT330	-	1 шт.
Датчик крутящего момента	HBM K-T40B-005R-MF-S-M-DU2-0	-	1 шт.
Датчик частоты вращения коленчатого вала	ROD 426-2048	-	1 шт.
Датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе из двигателя	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры охлаждающей жидкости на входе в двигатель	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры масла	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры топлива	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры отработавших газов	NiCrNi (К-тип)	-	1 шт.
Датчик-преобразователь барометрического давления	CANOPEN BARO	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления масла	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь противодавления отработавших газов	CANOPEN	-	1 шт.

Окончание таблицы 4

Наименование	Тип/модель	Обозначение	Кол-во, шт./экз.
Датчик-преобразователь давления наддувочного воздуха после теплообменника	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления наддувочного воздуха после турбокомпрессора	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь разряжения воздуха на входе в двигатель	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик температуры воздуха наддувочного воздуха после турбокомпрессора	PT100	-	1 шт.
Датчик температуры наддувочного воздуха после теплообменника	PT100	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления картерных газов	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления охлаждающей жидкости на входе в ДВС	CANOPEN	-	1 шт.
Датчик-преобразователь давления охлаждающей жидкости на выходе из ДВС	CANOPEN	-	1 шт.
Система измерительная ИС-ДВС КАМАЗ 005.Руководство по эксплуатации	-	ИС-ДВС КАМАЗ 005 РЭ	1 экз.
Методика поверки	-	-	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 1.4 «Устройство и работа» руководства по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Системе измерительной ИС-ДВС КАМАЗ 005

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»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2023 г. № 2415 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов»;

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
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.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии - филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени 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
E-mail: office@vniir.org
Web-сайт: www.vniir.org
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.310592.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Москве и Московской области» (ФБУ «Ростест-Москва»)

Адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, д. 31

Телефон: +7(495)544-00-00

Факс: +7(499)124-99-96

E-mail: info@rostest.ru

Web-сайт: rostest.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.310639.

