

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «26» августа 2021 г. № 1847

Регистрационный № 82778-21

Лист № 1
Всего листов 7

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная «ИС-ДВС 002»

Назначение средства измерений

Система измерительная «ИС-ДВС 002» (далее – Система) предназначена для измерений основных параметров при стендовых испытаниях двигателей внутреннего сгорания: крутящего момента силы на валу двигателя внутреннего сгорания (ДВС); частоты вращения коленчатого вала; часового массового расхода топлива; массового расхода природного газа; массового расхода воздуха; объемного расхода картерных газов; температуры газа (воздуха), охлаждающей жидкости, топлива, масла; давлений газа (воздуха), масла; относительной влажности воздуха.

Описание средств измерений

Принцип работы Системы заключается в преобразовании измеряемых физических величин первичными измерительными преобразователями в электрические сигналы, функционально связанные с измеряемыми физическими величинами, с последующим преобразованием, нормализацией и передачей их по каналам связи в измерительные модули Системы.

Конструктивно Система состоит из: пульта и стойки управления, блоков датчиков давления и температуры, нормализаторов сигнала, усилителей-преобразователей, источников питания и линий связи, измерителя крутящего момента силы на базе асинхронного двигателя и датчика крутящего момента, расходомеров топлива и картерных газов.

Измерительные модули и блоки питания размещены в стандартной стойке. Оборудование ввода-вывода информации вынесено на пульт оператора.

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

- ИК крутящего момента силы на валу ДВС;
- ИК частоты вращения вала;
- ИК часового массового расхода дизельного топлива;
- ИК массового расхода природного газа;
- ИК массового расхода воздуха;
- ИК расхода картерных газов;
- ИК температуры газа (воздуха), охлаждающей жидкости, топлива, масла;
- ИК давления газа (воздуха), масла;
- ИК относительной влажности воздуха в боксе.

ИК крутящего момента силы на валу ДВС содержит следующие элементы:

- электрический тормоз DYNOforce ASM 3000/1.8-4.5 на базе асинхронного двигателя, работающего в генераторном режиме и обеспечивающего нагрузку на валу ДВС;
- датчик крутящего момента силы типа НВМ К-Т40В-005R-S-MF-S-M-DU2-0-U с частотным выходом, что обеспечивает минимизацию электрических помех в условиях передачи сигнала крутящего момента силы к контроллеру EMCON 400.

Крутящий момент силы на валу ДВС уравнивается моментом реакции датчика крутящего момента. Его выходной частотный сигнал, пропорциональный крутящему моменту, преобразуется в пропорциональный цифровой код в контроллере EMCON 400. Информация о результатах измерений крутящего момента отображается на дисплее, расположенном на лицевой панели EMCON 400, а также передается в компьютер верхнего уровня.

ИК частоты вращения коленчатого вала включает в свой состав датчик Heidenhain ROD 426 1024. Принцип измерения частоты вращения вала основан на преобразовании угла его поворота в последовательность электрических импульсов, генерируемых оптоэлектронным методом. Число штрихов на оптических дисках датчика равно 1024. Частотный сигнал с выхода датчика поступает в модуль контроллера EMCON 400, представляющий собой счетчик импульсов. Цифровой код частоты вращения с выхода контроллера передается в компьютер верхнего уровня системы.

ИК часового массового расхода топлива включает в свой состав массовый расходомер типа AVL 735S. Принцип действия расходомера основан на действии силы Кориолиса на вибрирующую U-образную трубку датчика при протекании через нее топлива. Фазовый сдвиг вибраций противоположных элементов трубки, возникающий под действием упомянутой силы, определяет массовый расход топлива. При данном способе измерения расхода топлива отпадает необходимость дополнительного измерения температуры и плотности топлива. В дальнейшем сигнал от расходомера через интерфейс RS232 поступает на верхний уровень системы.

ИК массового расхода природного газа включает в свой состав массовый расходомер типа Promass F. Принцип действия расходомера основан на действии силы Кориолиса на вибрирующую U-образную трубку датчика при протекании через нее топлива. Фазовый сдвиг вибраций противоположных элементов трубки, возникающий под действием упомянутой силы, определяет массовый расход топлива. При данном способе измерения расхода топлива отпадает необходимость дополнительного измерения температуры и плотности топлива. В дальнейшем аналоговый сигнал от расходомера в диапазоне от 4 до 20 мА преобразуется в модуле F-FEM-AIN в соответствующие цифровые коды и поступает на верхний уровень системы.

ИК массового расхода воздуха включает в свой состав расходомер AVL FLOWSONIX Air 150. Принцип действия расходомера основан на методе измерения разности времени прохождения ультразвука специальными ультразвуковыми преобразователями AVL, разработанными для применения на испытательном стенде, благодаря чему возможно измерение расхода всасываемого воздуха с частотой дискретизации более 1 кГц. В дальнейшем сигнал от расходомера через интерфейс RS232 поступает на верхний уровень системы.

ИК расхода картерных газов включает в свой состав расходомер AVL 442, работающий на базе сужающего устройства (расходомерной диафрагмы). Перепад давления на диафрагме преобразуется в цифровой код объемного расхода картерного газа, который через интерфейс RS232 передается далее в компьютер верхнего уровня системы.

ИК температуры газа (воздуха), охлаждающей жидкости, топлива и масла содержат датчики температур на базе термометров сопротивления типа PT100/F-FEM-AI и датчики на базе термоэлектрических преобразователей типа К (ТХА). Падения напряжений на датчиках PT100 и ЭДС термоэлектрических датчиков преобразуются в модулях F-FEM-AIN/F-FEM-AIS/FFEM-AIT и F-FEM-AIN/F-FEM-AIS/AIT соответственно в цифровые коды температуры, которые через интерфейс IEEE1394 поступают далее в компьютер верхнего уровня системы.

ИК давлений газа (воздуха) и масла содержат датчики давления типа CANOPEN. Цифровые сигналы датчиков, соответствующие барометрическому или избыточным давлениям, поступают через интерфейс RS 485 в компьютер верхнего уровня.

ИК относительной влажности воздуха в боксе представлен термогигрометром HMT330, аналоговый сигнал от которого в диапазоне от 4 до 20 мА преобразуется в модуле F-FEM-AIN в соответствующие цифровые коды и поступает на верхний уровень системы.

Общий вид Системы и место пломбировки от несанкционированного доступа представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид Системы и место пломбировки от несанкционированного доступа

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) не разделено на метрологически значимую и незначимую части и включает в себя специализированную программу «AVL PUMA Open 2» разработки фирмы AVL LIST GmbH, которое поставляется на DVD диске 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 СИ 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.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AVL PUMA Open 2
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	3.4
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

Метрологические и технические характеристики

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

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Измеряемые параметры (наименование измерительных каналов)	Измеряемые величины	Диапазон измерений/ (показаний)	Предел допускаемой погрешностей	Кол-во ИК
Крутящий момент силы на валу ДВС	Крутящий момент силы	(от 0 до 300 Н·м)	–	1
		от 300 до 3000 Н·м	$\delta: \pm 1 \% \text{ ИЗ}$	
Частота вращения вала	Частота вращения	от 200 до 3500 об/мин	$\delta: \pm 0,5 \% \text{ ИЗ}$	1
Часовой массовый расход дизельного топлива	Массовый расход	от 5 до 125 кг/ч	$\delta: \pm 1 \% \text{ ИЗ}$	1
Массовый расход топлива (природного газа)		от 0 до 150 кг/ч	$\delta: \pm 1 \% \text{ ИЗ}$	1
Массовый расход воздуха		от 100 до 3000 кг/ч	$\delta: \pm 2 \% \text{ ИЗ}$	1
Расход картерных газов	Объемный расход	от 20 до 400 л/мин	$\gamma: \pm 3 \% \text{ ВП}$	1
Температура всасываемого воздуха	Температура	от 0 до 50 °С	$\Delta: \pm 1 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура воздуха на выходе компрессора		от 0 до 220 °С	$\Delta: \pm 2 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура воздуха на выходе интеркулера		от 0 до 80 °С	$\Delta: \pm 2 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура охлаждающей жидкости на выходе		от 0 до 150 °С	$\Delta: \pm 2 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура топлива		от 0 до 60 °С	$\Delta: \pm 2 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура масла		от 0 до 150 °С	$\Delta: \pm 2 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура выхлопных газов		от 300 до 1000 °С	$\delta: \pm 1 \% \text{ ИЗ}$	1
Давление воздуха на выходе компрессора		Избыточное давление	от 0 до 250 кПа	$\gamma: \pm 0,3 \% \text{ ВП}$
Давление воздуха на выходе интеркулера	от 0 до 250 кПа		$\gamma: \pm 0,3 \% \text{ ВП}$	1
Давление масла	от 300 до 1000 кПа		$\Delta: \pm 20 \text{ кПа}$	1
Давление выхлопных газов	от 0 до 60 кПа		$\Delta: \pm 0,2 \text{ кПа}$	1
Разрешение воздуха после воздушного фильтра	Давление разрежения	от -30 до 30 кПа	$\gamma: \pm 0,3 \% \text{ ВП}$	1
Барометрическое давление воздуха	Абсолютное давление	от 80 до 120 кПа	$\Delta: \pm 0,1 \text{ кПа}$	1
Относительная влажность воздуха в боксе	Относительная влажность	от 0 до 100 %	$\Delta: \pm 3 \%$	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 187 до 242
- частота переменного тока, Гц	50±1,0
Потребляемая мощность, В·А, не более	1500
Габаритные размеры составных частей Системы, мм (высота×ширина×глубина), не более:	
- стойка управления	2010×800×815
- блок подключения датчиков	760×700×792
- расходомер AVL 735S	770×1630×345
- расходомер картерных газов AVL 442	340×265×102
- электрический тормоз DYNOFORCE ASM 3000/1.8-4.5	2000×2350×664
Масса составных частей, кг, не более:	
- стойка управления	250
- блок подключения датчиков	50
- расходомер AVL 735S	165
- расходомер картерных газов AVL 442	11
- электрический тормоз DYNOFORCE ASM 3000/1.8-4.5	1550
Условия эксплуатации оборудования в помещении пультовой	
- температура воздуха, °С	от +10 до +30
- относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 106
Условия эксплуатации оборудования, размещенного в испытательном боксе	
- температура воздуха, °С	от -40 до +40
- относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %	до 90
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 106

Знак утверждения типа

наносится на эксплуатационную документацию типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)	Кол-во	Примечание
Электрический тормоз DYNOFORCE ASM 3000/1.8-4.5	1	В составе ИК крутящего момента силы на валу ДВС
Датчик крутящего момента силы НВМ К-Т40В-005R-S-MF-S-M-DU2-0-U с интерфейсным модулем TIM40	1	
Датчик частоты вращения вала ДВС типа Heidenhain ROD 426 1024	1	В составе ИК частоты вращения роторов
Расходомер AVL 735S	1	В составе ИК часового массового расхода дизельного топлива
Расходомер Promass F	1	В составе ИК массового расхода топлива (природного газа)
Расходомер воздуха FlowSonix 150	1	В составе ИК массового расхода воздуха
Расходомер картерных газов AVL 442	1	В составе ИК расхода картерных газов

Продолжение таблицы 4

Комплект датчиков измерения температуры	1	В составе ИК температуры газа (воздуха), охлаждающей жидкости, топлива, масла
Комплект датчиков измерения давления	1	В составе ИК давления газа (воздуха), масла
Термогигрометр НМТ330	1	В составе ИК относительной влажности воздуха
Контроллер F-FEM-CON	1	-
Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК)	1	-
Комплект соединительных кабелей	1	-
Верхний уровень системы AVL PUMA Open 2, фирмы AVL List GmbH	1	-
Руководство по эксплуатации	1 экз.	-
Методика поверки	1 экз.	МП ИС-ДВС 002

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в разделе 4 руководства по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерительной ИС-ДВС 002

ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний;

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры;

ГОСТ Р 8.752-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений крутящего момента силы;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2900 от 6 декабря 2019 г. 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 07 февраля 2018 г. № 256 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 29 июня 2018 г. № 1339 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа;

Техническая документация фирмы-изготовителя «AVL LIST GmbH», Австрия.

Изготовитель

Фирма «AVL LIST GmbH», Австрия

Адрес: HANS-LIST-PLATZ 1 A-8020 GRAZ

Телефон: 43 316 787-1083, факс 43-316-787-1796

Испытательный центр

Государственный научный центр Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)

Адрес: 111116, Россия, Москва, ул. Авиамоторная, 2

Телефон: (499) 763-61-67, факс (499) 763-61-10

Адрес в Интернете: www.ciam.ru

E-mail: info@ciam.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 28 сентября 2016 г.

