

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система измерительная «ИС-ДВС 001»

#### Назначение средства измерений

Система измерительная «ИС-ДВС 001» (далее - Система) предназначена для измерений основных параметров при стендовых испытаниях двигателей внутреннего сгорания: крутящего момента силы на валу двигателя внутреннего сгорания (ДВС), давления газа (воздуха), масла, температуры газа (воздуха), охлаждающей жидкости, топлива, масла, частоты вращения коленчатого вала, массового расхода топлива.

#### 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 массового расхода топлива;
- ИК давления газа (воздуха) и жидкостей;
- ИК температур отработанных газов, атмосферного воздуха, охлаждающих жидкостей;
- ИК расхода картерных газов;
- ИК частоты вращения роторов.

ИК крутящего момента силы на валу ДВС содержит следующие элементы:

- электрический тормоз DYNOROAD INDY S66-414400 на базе асинхронного двигателя, работающего в генераторном режиме и обеспечивающего нагрузку на валу ДВС;
- датчик крутящего момента силы типа НВМ К-Т40В-010R-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 массового расхода топлива включает в свой состав массовый расходомер типа AVL 733S. Принцип действия расходомера основан на измерении изменения веса жидкости в измерительной ёмкости с помощью ёмкостного датчика. Сигнал от расходомера через интерфейс RS232 передается в компьютер верхнего уровня системы.

ИК температур атмосферного воздуха на входе в двигатель, охлаждающей жидкости, масла и топлива (4 канала) содержат датчики температур типа PT100/F-FEM-AI. Падения напряжений на датчиках преобразуются в модуле F-FEM-AIN/F-FEM-AIS/FFEM-AIT в соответствующие цифровые коды температуры, которые через интерфейс IEEE1394 поступают далее в компьютер верхнего уровня системы.

ИК температуры отработавших газов содержит термопарный датчик типа К (материал датчика NiCrNi). ЭДС датчика поступает на вход модуля F-FEM-AIN/F-FEM-AIS/AIT, где преобразуется в соответствующие цифровые коды температуры с учетом температуры «холодного» спая. Далее они через интерфейс IEEE1394 поступают в компьютер верхнего уровня системы.

ИК барометрического давления во впускном тракте содержит датчик давления типа CANOPEN. Цифровые сигналы датчиков, соответствующие барометрическому или избыточным давлениям, поступают через интерфейс RS 485 в компьютер верхнего уровня. Остальные датчики давления типа APT-100 подключаются к F-FEM-AIN, сигнал аналоговый, диапазон от 4 до 20 мА.

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.

Модификации Системы отсутствуют.

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 2012» (версия 1.5.3, объем установочного файла 4.38 Гб, сертификат № Z2D 100310049) 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 (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AVL PUMA Open 2012
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Puma Open 1.5.3
Цифровой идентификатор ПО	—*
Другие идентификационные данные (если имеются).	

Примечание – \* Конструкция системы не предусматривает вычисление цифрового идентификатора ПО.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики Системы приведены в таблице 2.

Таблица 2

№	Измеряемые параметры, количество измерительных каналов (ИК), единицы измерений	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
1	2	3	4
1	Крутящий момент силы на валу ДВС, 1 ИК, Н·м	от 0 до 4400	±1 % ИЗ
2	Частота вращения вала, 1 ИК, мин <sup>-1</sup>	от 0 до 4000	±0,5 % ИЗ
3	Массовый расход топлива, 1 ИК, кг/ч	от 0,5 до 150	±1 % ИЗ
4	Температура атмосферного воздуха на входе в ДВС, 1 ИК, °С	от 0 до 60	±1
5	Температура охлаждающей жидкости, 1 ИК, °С	от 0 до 150	±2
6	Температура масла, 1 ИК, °С	от 0 до 170	±2

Продолжение таблицы 2

№	Измеряемые параметры, количество измерительных каналов (ИК), единицы измерений	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
7	Температура топлива, 1 ИК, °С	от 0 до 100	±2
8	Температура отработавших газов, 1 ИК, °С	от 0 до 1000	±20
9	Барометрическое давление, 1 ИК, кПа	от 93 до 107	±0,2
10	Давление масла, 1 ИК, кПа	от 0 до 1000	±20
11	Давление отработавших газов, 1 ИК, кПа	от 0 до 60	±3 % ВП
12	Давление во впускном тракте, 1 ИК, кПа	от 0 до 500	±0,2
13	Расход картерных газов, 1 ИК, л/мин	от 12 до 600	±1,5 % ВП

Примечания:

ВП – верхний предел диапазона измерений;

ИЗ – измеряемое значение.

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<b>Параметры электрического питания:</b>	
- напряжение переменного тока, В	От 187 до 242
- частота переменного тока, Гц	50 ±1,0
Потребляемая мощность, В·А, не более	1500
<b>Габаритные размеры составных частей Системы, мм (высота×ширина×глубина), не более:</b>	
- стойка управления	2010×800×815
- блок подключения датчиков	760×700×792
- расходомер AVL 733S	770×1630×345
- расходомер картерных газов AVL 442	340×265×102
- электрический тормоз DYNOROAD INDY S66-414400	2061×2426×620
<b>Масса составных частей, кг, не более:</b>	
- стойка управления	250
- блок подключения датчиков	50
- расходомер AVL 733S	165
- расходомер картерных газов AVL 442	11
- электрический тормоз DYNOROAD INDY S66-414400	1400
<b>Условия эксплуатации оборудования в помещении пультной</b>	
- 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
<b>Условия эксплуатации оборудования, размещенного в испытательном боксе</b>	
- 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 графическим способом на таблички, закрепленные на стойках Системы, и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

### Комплектность средства измерений

Комплектность Системы приведена в таблице 4

Таблица 4

№ п/п	Наименование	Кол.	Примечание
1	Электрический тормоз DYNOROAD INDY S66-414400	1	В составе ИК крутящего момента силы на валу ДВС
2	Датчик крутящего момента силы SHBM K-T40B-010R-MF-S-M- DU2-0-U	1	
3	Датчик частоты вращения вала ДВС типа Heidenhain ROD 26 1024	1	В составе ИК частоты вращения роторов
4	Расходомер AVL 733S	1	В составе ИК массового расхода топлива
5	Датчики температуры PT100/F- FEM-AI	4	В составе ИК температур отработанных газов, атмосферного воздуха, охлаждающих жидкостей
6	Датчик терморезистивный типа К (материал датчика NiCrNi)	1	
7	Датчик барометрического давления типа CANOPEN	1	В составе ИК давления газа (воздуха) и жидкостей
8	Датчики избыточного давления типа АРТ-100	3	
9	Расходомер картерных газов AVL 442	1	В составе ИК расхода картерных газов
10	Контроллер F-FEM-CON	1	
11	Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК)	1	
12	Соединительные кабели	1 компл.	-
13	Руководство по эксплуатации	1 экз.	-
14	Методика поверки МП ИС-ДВС 001	1 экз.	-

### Поверка

осуществляется по документу МП ИС-ДВС 001 «Система измерительная ИС-ДВС 001. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ЦИАМ им. П.И.Баранова» 19 июня 2018г.

Основные средства поверки:

- гири класса точности М<sub>1</sub> по ГОСТ OIML R 111-1-2009, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 811-08;
- калибратор давления типа DP1-615, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16347-09;
- калибратор температуры Ametek 1200SE, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 14405-95;
- калибратор температуры Ametek 140SE, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16609-97;
- калибратор температуры Ametek 650SE, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 12705-91;
- калибратор многофункциональный TRX-IIR, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 42789-09;
- весы электронные CY-6102, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 57917-14;

- секундомер СОСпр-26-2-000, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 2231-72;

- фототахометр типа АТТ-6000, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 27264-11.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой Системы с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в эксплуатационном документе.

### **Нормативные документы, устанавливающие требования к системе измерительной ИС-ДВС 001**

ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний

### **Изготовитель**

Фирма "AVL LIST GmbH", Австрия  
HANS-LIST-PLATZ 1 A-8020 GRAZ  
Тел.: 43 316 787-1083, факс: 43-316-787-1796  
VAT-Nr. ATU28752908

### **Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «АВЛ» (ООО «АВЛ»)  
ИНН 7713103410  
Юридический (почтовый) адрес 127299, г. Москва, ул. Большая академическая, дом 5,  
стр. 1  
Тел./факс: (495) 937-3286, 937-3289

### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения им П.И. Баранова (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)  
Юридический (почтовый) адрес: 111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, 2  
Тел./факс: (499) 763-5747, 763-6110  
E-mail: [avim@ciam.ru](mailto:avim@ciam.ru)  
Web-сайт: [www.ciam.ru](http://www.ciam.ru)  
Аттестат аккредитации ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 28.09.2016 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.