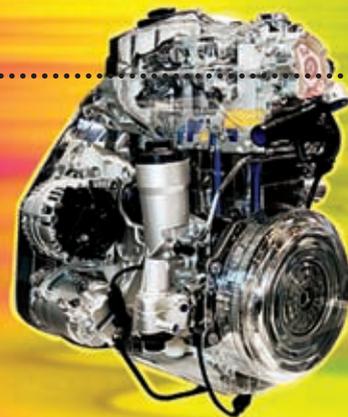


ДАТЧИКИ ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ: ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ "ГЛОБАЛТЕСТ"



Одна из сфер применения датчиков динамического давления – системы диагностики двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Среда, в которой проводятся измерения, характеризуется давлением от 0 до 16 мПа и температурой от 20 до 2 000°К, причем эти параметры изменяются с частотой до 100 Гц. Поэтому датчики для измерения давления в ДВС должны обладать чувствительным элементом, способным работать при высоких температурах, а также выдерживать большие механические и термические напряжения корпусных элементов, изменяющиеся с большой частотой и амплитудой. Такие датчики разрабатывают и производят в компании "ГлобалТест".

ТИПЫ ДАТЧИКОВ

На сегодняшний день модельный ряд датчиков динамического давления ООО "ГлобалТест" включает два типа пьезоэлектрических датчиков. Они различаются наличием усилителя, который преобразует заряд на пластинах пьезоэлектрического чувствительного элемента в напряжение. В датчиках первого типа – с зарядовым выходом PS01, PS01-01, PS02, PS02-01 (рис.1а-в, табл.1) – нет встроенного усилителя. Поэтому для их подключения к измерительной аппаратуре нужен внешний усилитель заряда с входным сопротивлением не менее 10^{12} Ом (например, AP5000 и AQ02 производства "ГлобалТест"). Датчик второго типа – PS2001 (рис.1г, табл.2) – содержит встроенный усилитель заряда. К измерительной аппаратуре он подключается через специализированные блоки питания (например, AS01). Наличие встроенного усилителя в датчике PS2001 обеспечивает большую помехозащищенность по сравнению с датчиками с зарядовым выходом. За счет этого он может работать с линиями связи длиной до 500 м.

В конструкции датчиков применяются оригинальные технические решения, которые обеспечивают хорошую ли-

А.Кирпичев, к.т.н., А.Симчук, Ю.Тищенко
mail@globaltest.ru

нейность характеристики (нелинейность не более 2% во всем диапазоне измерения). Наличие кварцевого чувствительного элемента гарантирует высокую и долговременную стабильность в рабочем диапазоне температур.

Датчики давления, производимые "ГлобалТест", по своим техническим характеристикам не уступают зарубежным аналогам фирм AVL, PCB, Kistler. В этом можно убедиться на примере типовых индикаторных диаграмм ДВС Камаз-5320, полученных с помощью датчика PS01 и датчика GM12D фирмы AVL GmbH (Австрия), специализирующейся на испытаниях двигателей (рис.2, 3).

Данные получены с помощью измерительной системы "Алмаз", которая применяется в исследовательском боксе моторных испытаний ОАО "Язда" (изготовитель ЗАО "Локомотив"). Измерения проводились синхронно. Датчики устанавливались непосредственно в камеру сгорания дизеля с помощью специальных адаптеров. Для проведения измерений использовалось специальное отверстие в камере сгорания двигателя – индикаторный канал, который снаб-



Рис. 1. Датчики динамического давления: а – PS01, б – PS01-01, в – PS02, г – PS2001



Таблица 1. Параметры датчиков без встроенных усилителей заряда

Параметр	PS01 (PS01-01)	PS02 (PS02-01)
Чувствительность ($\pm 20\%$), пКл/бар	20	4
Измеряемый диапазон, бар	0,1–250	1–2500
Резонансная частота, кГц	>120	>200
Нелинейность, % от полной шкалы	≤ 2	≤ 2
Чувствительность к ускорению, бар/г	< 0,0015	< 0,001
Рабочий диапазон температур, °С	-50...200	-50 ...200
Полярность	Положительная	Положительная
Электрическая ёмкость, пФ	7–11	20
Сопротивление изоляции в нормальных условиях, Ом	$\geq 5 \cdot 10^9$	$\geq 5 \cdot 10^9$
Чувствительный элемент	Кварц	Кварц
Материал корпуса	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Материал мембраны	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Тип соединителя	10-32 UNF или BNC	10-32 UNF или BNC
Масса (без кабеля и соединителя), г	35	12

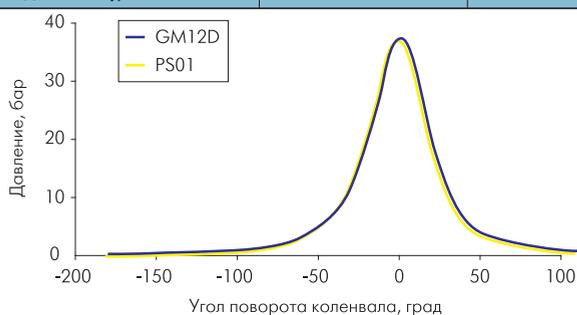


Рис.2. Индикаторные диаграммы двигателя Камаз-5320. Работа без подачи топлива на частоте 600 об/мин

жен индикаторным краном, обеспечивающим открытие-закрытие доступа газов к датчику давления.

Наблюдается хорошее совпадение диаграмм, полученных при помощи датчиков PS01 и GM12D.

Датчики PS01 и GM12D не требуют системы водяного охлаждения, которую обычно применяют при высокотемпературных измерениях. Это делает их незаменимыми при проведении диагностических работ на ДВС. Однако использование

Таблица 2. Параметры датчика PS2001 с встроенным усилителем заряда

Параметр	Значение
Чувствительность ($\pm 20\%$), мВ/бар	200
Измеряемый диапазон, бар	0,1 – 50
Резонансная частота, кГц	>120
Нелинейность, % от полной шкалы	≤ 2
Чувствительность к ускорению, бар/г	< 0,0015
Рабочий диапазон температур, °С	-40...125
Полярность	Положительная
Выходное сопротивление, Ом	<500
Питание:	
◊ напряжение, В	+ (15–30)
◊ ток, мА	2–20
Уровень постоянного напряжения на выходе, В	8–11
Материал корпуса	Нержавеющая сталь
Материал мембраны	Нержавеющая сталь
Тип соединителя	BNC
Масса (без кабеля и соединителя), г	40

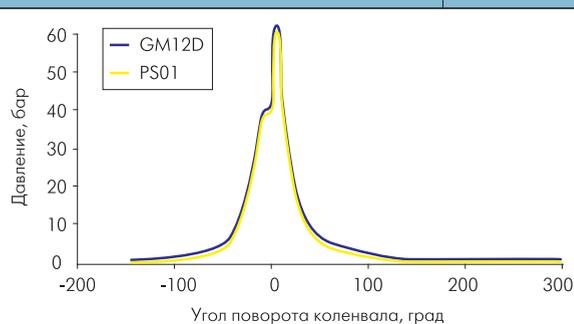


Рис.3. Индикаторные диаграммы двигателя Камаз-5320. Работа с подачей топлива на частоте 600 об/мин

датчиков в камерах сгорания при установке непосредственно в камеру или на индикаторные краны высокофорсированных дизелей требует специальных конструктивных решений: теплоизолятора, воздушного радиатора и гасителя пламени. Специальный адаптер для дизелей с индикаторным каналом разработан ЗАО "Локомотив" (рис.4). Такой адаптер позволяет эксплуатировать датчик при полной нагрузке высокофорсированного дизеля без ограничения времени его нагружения.

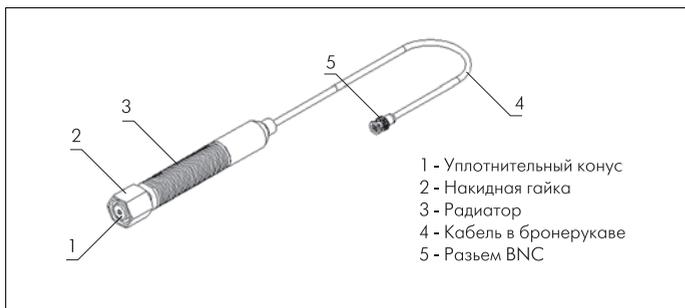


Рис.4. Специальный адаптер для дизелей с индикаторным каналом, разработанный ЗАО "Локомотив"



Рис.5. Установка на базе грузопоршневого манометра МП-600: 1 – грузопоршневой манометр МП-600, 2 – колонка, 3 – прецизионные грузы, 4 – датчик

Датчики PS01 успешно применяются в ЗАО "Локомотив" (г. Ярославль) для диагностики ДВС.

Помимо ДВС, датчик PS01 и его модификацию PS01-01 в герметичном исполнении с неразъемным кабелем используют при регистрации быстропротекающих импульсных процессов, в том числе под водой. Конструкция PS01-01 позволяет проводить измерения на глубине до 50 метров, притом что кабель (за исключением выходного разъема) находится в воде.

Датчик PS2001 в герметичном исполнении со встроенным усилителем также может быть установлен на глубине до 50 м.

Сейчас завершается разработка и освоение производства датчика PS02 (PS02-01), рассчитанного на высокие давления – до 2 500 бар. Его предполагаемые сферы применения – контроль давления в топливной аппаратуре дизельных двигателей и регистрация высокоскоростных импульсных процессов детонационного типа. Испытания опытных экземпляров подтвердили заявленные технические характеристики (см. табл.1).

КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ

Калибровка датчиков динамического давления типа PS производится собственной метрологической службой ООО "ГлобалТест" с помощью нескольких видов оборудования.



Рис.6. Импульсный калибратор 913B02 фирмы РСВ: 1 – станция, 2 – поршень, 3 – направляющая труба, 4 – эталонный датчик, 5 – калибруемый датчик



Рис.7. Установка низкого давления. 1 – датчик давления

Установка на базе грузопоршневого манометра МП-600. Основой установки (рис.5) является грузопоршневой манометр МП-600 (класс точности 0,05). Статическое давление в диапазоне 1–600 бар реализуется нагружением гидравлической системы (касторовое масло) прецизионными грузами через колонку. Высокая точность давления – 0,05% – гарантируется прецизионной парой "поршень-цилиндр", а также подбором массы грузов с учетом местного значения ускорения силы тяжести.



Таблица 3. Данные калибровки датчика PS01 №7003 с использованием манометра МП-600.

Давление		Чувствительность		Сигнал, пКл		Нелинейность*
атм	бар	пКл/атм	пКл/бар	Измеренный (X _и)	Аппроксимация (X _а)	% от полной шкалы
25	25,3	19,6	19,3	490,0	519,3	-0,6
50	50,7	19,9	19,6	995,0	1038,6	-0,8
100	101,3	20,2	19,9	2020,0	2077,2	-1,1
150	152,0	20,5	20,2	3075,0	3115,7	-0,8
200	202,7	20,8	20,5	4160,0	4154,3	0,1
250	253,3	20,9	20,6	5225,0	5192,9	0,6

* Нелинейность (%) = $100 \cdot (X_i - X_a) / X_{max}$

Динамическое нагружение обеспечивается методом сброса давления масла с помощью специального клапана. Калибруемый датчик устанавливают в специальный переходник. Установка оснащена компьютером с автоматизированной системой регистрации и программным обеспечением собственной разработки. Параметры установки: давление 1–250 бар; длительность импульса 1 мс; точность калибровки 2%.

Импульсный калибратор 913B02 фирмы РСВ.

Калибратор (рис.6) состоит из размещенного на станине пистона, на котором расположена направляющая труба. В пистон, заполненный силиконовой жидкостью, устанавливают эталонный и калибруемый датчики. Груз сбрасывается с различной высоты и ударяет по поршню, создавая в пистоне импульсное давление. Калибровка производится методом сличения с показаниями эталонного датчика. В калибраторе используется турмалиновый эталонный датчик 136А фирмы РСВ с чувствительностью 3 пКл/бар, динамическим диапазоном 1400 бар и нелинейностью характеристики менее 0,5%. Параметры установки: давление 10–1400 бар; длительность импульса 5–6 мс; точность калибровки 2%.

Установка низкого давления. Установка низкого давления (рис.7) состоит из задатчика давления, который обеспечивает точную установку статического давления газа, специального приспособления с одноразовой разрывной мембраной и персонального компьютера с программным обеспечением. Измерения производятся абсолютным методом. Динамическое давление обеспечивается путем разрыва мембраны, которая может состоять из различных материалов – в зависимости от величины давления. Параметры установки: давление 0,01–30 бар; длительность импульса 3–15 мс; точность калибровки 2%.

Результаты калибровки (табл.3, рис.8) наглядно демонстрируют хорошую линейность характеристики датчика динамического давления.

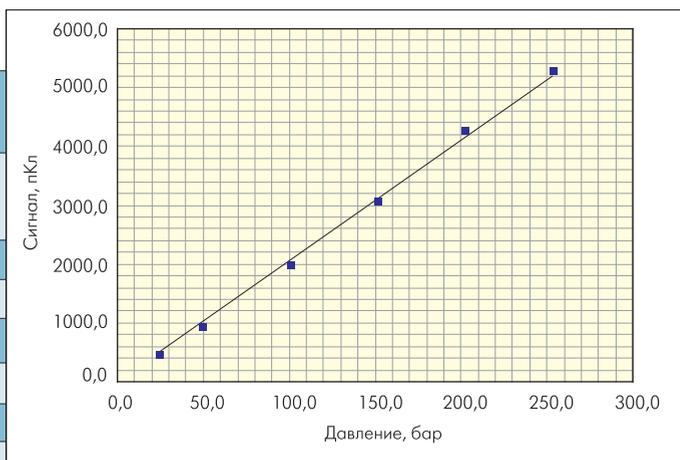


Рис.8. Калибровочная кривая датчика PS01 №7003

При необходимости возможно проведение прецизионной (до долей процента) калибровки в нужном амплитудном диапазоне.

В дальнейшем компания "ГлобалТест" планирует разработку и производство новых конструкций датчиков динамического давления с соответствующим расширением метрологической базы. Также компания продолжает поиск новых сфер применения датчиков в соответствии с потребностями заинтересованных предприятий. ○