

Определение режимов УЭИ выполненных на примере дросселя постоянного расхода

Линейный дроссель НУ5810-40М-1 представляет собой многокамерное лабиринтное сопротивление и предназначается для поддержания постоянного минимального расхода рабочей жидкости в линии нагнетания.

Расчёт дросселя на прочность проводился по трём методикам: по классической теории прочности, по методике используемой разработчиком (калькодержателем) данного изделия (ОАО «Агрегат», г.Самара), и при помощи пакета программ «Ansys». После проведения всех расчётов, результаты представлены в табл. 1.

Для назначения режима ускоренных эквивалентных испытаний (УЭИ) выполнен расчёт коэффициентов запаса по прочности для среднего давления 10, 15, 20,25 МПа, каждому среднему значению соответствуют значения амплитудных давлений 5; 10; 15; и 20 МПа.

Таким образом, получено 16 значений коэффициентов запаса, табл.2.

Результаты показывают избыточную прочность корпуса дросселя даже для предельного режима нагружения  $25,0 \pm 20,0$  МПа, и по оценкам разработчика показывают невозможность исчерпания сопротивления усталости без нарушения подобия процессов накопления усталостных повреждений при УЭИ.

Для подтверждения данной теории проведена серия испытаний дросселя на прочность с использованием методики УЭИ. С этой целью разработана следующая гидравлическая схема испытаний, с возможностью одновременного испытания нескольких изделий подключённых к общей полости меньшего объёма. Оценка напряжений возникающих в корпусе дросселя показала справедливость рассчитанных режимов УЭИ.

Таблица 1. Коэффициенты запаса прочности в различных сечениях дросселя

№сечения	1	2	3
Запас прочности по классической теории	$n^1 = 22; n_{-1}^1 = 6,6$	$n^2 = 35; n_{-1}^2 = 10,2$	$n^3 = 4,34$
Запас прочности по альтернативной теории	$n^1 = 27$	$n^2 = 15,3$	$n^1 = 8,7; n_{-1}^1 = 1,76$
Запас прочности по программе «Ansys»	$n_{Ansisc}^1 = 4,4$	$n_{Ansisc}^1 = 5,5$	$n_{Ansisc}^1 = 2,4$

Таблица 2. Зависимость коэффициентов запаса от среднего и амплитудного давлений

Амплитудное значение/ Среднее значение	P <sub>A</sub> =5 МПа	P <sub>A</sub> =10 МПа	P <sub>A</sub> =15 МПа	P <sub>A</sub> =20 МПа
P <sub>cp</sub> =10 МПа	6,2	3,8	2,7	2,1
P <sub>cp</sub> =15 МПа	5,3	3,4	2,5	2,0
P <sub>cp</sub> =20 МПа	4,6	3,1	2,3	1,9
P <sub>cp</sub> =25 МПа	4,1	2,8	2,2	1,8

УДК534.08

## ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© 2012 А.А. Кирпичев, А.А. Симчук

ООО «ГлобалТест», Саров, Нижегородской обл.

### USE OF DYNAMIC PRESSURE SENSORS IN THE INDUSTRY

Kirpichev A.A., Simtchuk A.A. (GlobalTest Ltd., Sarov, N.Novgorod region). The paper treats characteristics of piezoelectric transducers produced by GlobalTest Ltd. and the results of using the transducers in the industry. The transducers of the PS type are recommended for measurement of parameters of pressure of a wide range of physical processes in amplitude ranges of 0, 0001... 10 000 bar, at temperatures up to 33°C.

В настоящее время ООО «ГлобалТест» предлагает следующие типы датчиков динамического давления (ДДД) [1, 2] с выходом по

заряду PS01, PS01-01, PS01-02, PS01-03, PS02, PS02-01, PS03, PS04, PS05 и со встроенным усилителем PS2001 (табл. 1).

Таблица 1. Параметры датчиков со встроенными усилителями заряда

Параметр	PS2001-5 (PS2001-5-01)	PS2001-50 (PS2001-50-01)	PS2001-250 (PS2001-250-01)
Чувствительность, мВ/бар	1000	100	20
Измеряемый диапазон, бар	0,0001 – 5	0,0001 – 50	0,0001 – 250
Резонансная частота, кГц		> 30	
Нелинейность, %		< 2	
Температурный диапазон, °С		-40...125	
Масса, г		40	

Применение чувствительных элементов из пьезокристаллов кварца и ниобата лития обеспечивает высокую долговременную и температурную стабильность в рабочем диапазоне температур. Конструкция датчиков PS01-01, PS01-02, PS02-01, PS2001 герметична и позволяет проводить измерения на глубине до 50 метров при нахождении кабеля (за исключением выходного разъема) в воде.

Датчики PS01-01 применялись в составе пневматических источников упругих волн разработки ООО «Пульс» (г. Геленджик) [3], применяемых при сейморазведочных работах на море, в мелководных и транзитных зонах. Датчик используется для контроля срабатывания пневмоисточника. Количество срабатываний датчиков PS01-01 только за год составляет более 100000. Наблюдается высокая надежность и повторяемость сигнала.

ДДД востребованы в сфере диагностики двигателей внутреннего сгорания, при отработке изделий ракетно-космической техники, во взрывных экспериментах, при исследовании газодинамических процессов в стволах артиллерийских пушек, при исследованиях механизмов кавитации в жидкости [4].

На рис. 1 представлены типовые индикаторные диаграммы двигателя внутреннего сгорания – КАМАЗ-5320, полученные с помощью датчи-

ка PS01 ООО «ГлобалТест» и GM12D фирмы AVL GMBh (Австрия). Измерения производились синхронно. Датчики устанавливались непосредственно в камеру сгорания дизеля с использованием специальных адаптеров. Данные получены с помощью измерительной системы АЛМАЗ, использующейся в исследовательском боксе моторных испытаний ОАО «ЯЗДА» (изготовитель ЗАО «Локомотив») [5]. Внедрено более 50 испытательных комплексов АЛМАЗ на предприятиях РЖД, дизелестроения.

С помощью датчика PS03 и измерительного комплекса НПП «Мера» (г. Королев) зарегистрированы импульсы давления в артиллерийском стволе при давлениях до 400 атм. Экспериментальные результаты согласуются с расчетами. В дальнейшем планируется провести опыты при давлениях до 5000 кгс/см<sup>2</sup>.

Датчики PS01-01 используются при регистрации давления в полигонных экспериментальных исследованиях взрывных процессов.

Для оснащения системы контроля быстропеременного давления картерных газов разработан канал измерения давления в составе датчик PS01-02 и усилителя AQ05/1000 с коэффициентом усиления 1000 мВ/пКл. Данный измерительный канал позволяет регистрировать пульсации давления 200...400 Па. Канал используется в системе контроля дизель-гене-

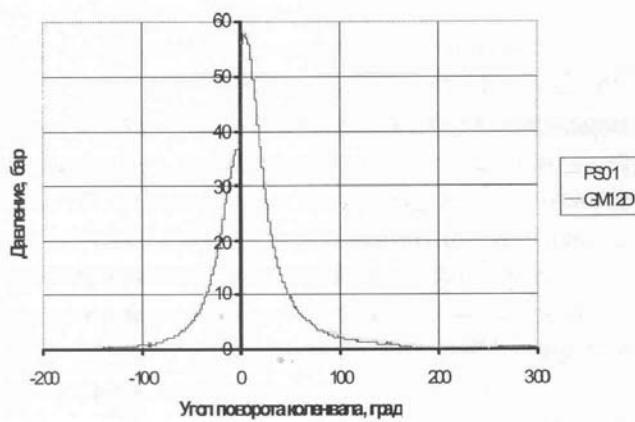
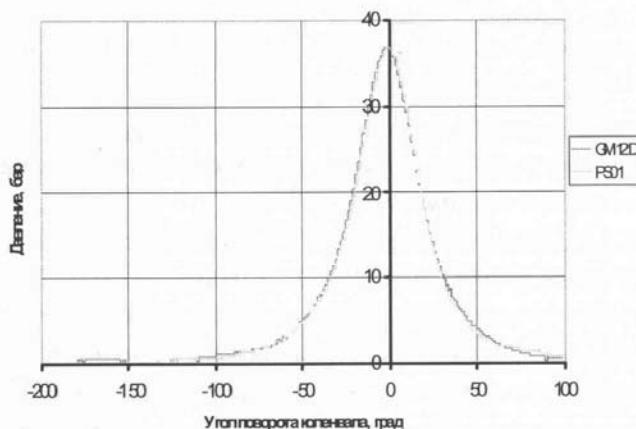


Рис. 1. Индикаторные диаграммы двигателя Камаз-5320 без подачи топлива (слева) и с подачей топлива (справа) на частоте 600 об/мин.

ратора ДГ-30 производства «Электроагрегат» (г. Курск) для измерения давления в картере двигателя. Условия эксплуатации от минус 40 °C до плюс 60 °C. В настоящий момент проводится цикл приемо-сдаточных испытаний системы, первый этап которых прошел успешно.

В ЦНИИМАШ (г. Королев) датчики PS2001 применяются при измерении давления в ударных и детонационных волнах, в волнах горения в газовых средах, а также в волнах давления в жидких средах. Датчики обладают устойчивостью и высокой стабильностью характеристик при воздействии импульсов давления до  $5 \cdot 10^6$  Па и тепловых импульсов 1000 °C в течение 0,01 с.

В СГАУ им. С.П. Королева и ОАО «Кузнецова» (г. Самара) датчики PS2001 используются при исследованиях пульсационного состояния газотурбинных двигателей для уточнения границы устойчивости компрессоров, начала вибрационного горения в камере сгорания. Также PS2001 используются для иссле-

дований процессов магнитноимпульсной штамповки.

### Библиографический список

1. Каталог «Виброизмерительная аппаратура», Саров: ООО «ГлобалТест», 2010.
2. Симчук А.А. Разработка пьезоэлектрических датчиков динамического давления с улучшенными метрологическими характеристиками: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: Московский государственный университет приборостроения и информатики, 2011.
3. Web-сайт предприятия ООО «Пульс», г. Геленджик. URL: <http://pulsgel.ru/> (дата обращения 4.06.2012).
4. Кирпичев А.А., Симчук А.А. Применение датчиков динамического давления // Приборы. 2010. №8. С.30-34.
5. Кирпичев А.А., Симчук А.А., Тищенко Ю.В. Датчики динамического давления разработки ООО «ГлобалТест» // Тезисы докладов «Механометрика-2008». Сузdalь, 2008.

УДК 534.08

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА В ВОДЕ

© 2012 В.Е. Аблесимов<sup>1</sup>, А.Н. Павлов<sup>1</sup>, А.А. Симчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ЗАО «БИНАР», Саров, Нижегородской обл

<sup>2</sup> ООО «ГлобалТест», Саров, Нижегородской обл

### USE OF PIEZOELECTRIC DYNAMIC PRESSURE SENSORS

### TO MEASURE PARAMETERS OF SHOCK WAVE OF AN ELECTRIC DISCHARGE IN WATER

Ablesimov V.E.<sup>1</sup>, Pavlov A.N.<sup>1</sup>, Simchuk A.A.<sup>2</sup> (<sup>1</sup> "BINAR", Sarov, Nizhniy Novgorod region, <sup>2</sup> "GlobalTest" Ltd., Sarov, Nizhniy Novgorod region). The use of PS02-01 sensors to measure pressure at the front of a shock wave produced during an electric discharge in water is described. The results of the conducted measurements demonstrated a possibility of practical application of PS02-01 sensors to measure the parameters of a shock wave within a few microseconds.

Пьезоэлектрические датчики давления PS02-01 [1] были применены для измерения параметров ударной волны электрического разряда в воде. Разряд создавался с помощью погружного электроразрядного аппарата ЭРА-1 [2] в ёмкости, заполненной водой.

Характеристики проведения испытаний:

- ёмкость накопительного конденсатора аппарата ЭРА-1 С=2 мкФ,
- напряжение срабатывания коммутатора ~ 30 кВ,
- энергозапас около 800 Дж,
- геометрия электродов – катод и анод

конической формы 60° с основанием Ш46 мм,

- поверхность анода вплоть до вершины конуса покрыта изолятором,

- рабочая ёмкость для растворов – нержавеющий бак ёмкостью 40 л.

Датчики давления размещались диаметрально противоположно от разрядного промежутка величиной 15 мм на расстоянии 7 см от оси разряда. Напряжение на разрядном промежутке контролировалось с помощью емкостного делителя, ток разряда – поясом Роговского с чувствительностью 1.4 кА/В. Напряжение, ток разряда и сигналы датчиков давления ре-