

А.В. САВЧЕНКО, Д.В. МЕШКОВ, канд. техн. наук, доцент

Расчёт погрешности индицирования ДВС при использовании датчика давления пьезоэлектрического типа

Вследствие того, что к частотным характеристикам звеньев индикаторных систем, предназначенных для индицирования рабочих ходов высокооборотных двигателей, предъявляются жесткие требования, практически невозможно использовать для этой цели индикаторы механического типа. Частота свободных колебаний подвижной части таких индикаторов невысока (500—1000 гц) и может быть увеличена лишь путем уменьшения масштаба регистрации давлений и площади индикаторной диаграммы буквально до микроскопических размеров (микроиндикаторы), что чрезвычайно затрудняет расшифровку и обработку диаграмм. Поэтому для индицирования рабочих ходов высокооборотных двигателей применяются главным образом индикаторы электрического, пьезоэлектрического и электропневматического типа.

Наиболее ответственным узлом индикатора является датчик давления, к которому предъявляются жесткие требования, основные из них следующие: достаточно высокая собственная частота, высокий уровень выходного сигнала и линейная зависимость его от давления, минимальная чувствительность к изменению температуры, малая чувствительность к вибрации, минимальные размеры, стабильность характеристик во времени и достаточный ресурс работы.

Эти требования противоречивы, поэтому при разработке и изготовлении датчиков приходится принимать компромиссные решения.

Частотный диапазон, чувствительность и нелинейность имеют определённую взаимосвязь. Частотный диапазон датчика определяется процессами, которые необходимо зарегистрировать.

Наилучшими динамическими качествами обладают датчики давления, у которых упругим элементом является мембрана, не имеющая механической связи с преобразователем. Собственная частота их определяется частотой свободных колебаний заземленной мембраны. Примером может служить емкостный датчик, в котором мембрана является подвижным электродом конденсатора преобразователя. Близкие свойства имеют тензометрические датчики давления с тензometрами, расположенными непосредственно на мембране.

Нелинейность характеристики датчика возникает вследствие наличия зазоров в передаточных звеньях и элементов с переменной жесткостью (тензометрические датчики, пьезодатчики) или из-за нелинейности преобразования входного параметра в электрический сигнал (емкостные, индуктивные датчики). В первом случае нелинейность устраняют

предварительным натягом чувствительного элемента и уменьшением жесткости мембраны, а во втором - уменьшением перемещения мембраны или выполняют датчики по дифференциальной схеме (обычно индуктивные).

Температурная чувствительность. При разработке, изготовлении и эксплуатации датчиков давления любого типа особую важность приобретает вопрос о сведении к минимуму влияния температуры. Необходимо различать два вида температурного воздействия: от прогрева датчика до некоторой средней температуры, соответствующей условиям теплового равновесия при установке датчика на двигатель, и от циклических колебаний температуры датчика около этой средней величины во время рабочего процесса двигателя.

Объектом исследования является четырехтактный 4-х цилиндровый дизель 4ЧН12/14, заводская марка СМД-19Т.06. Двигатель разработан в ГСКБД (г. Харьков), его модификации устанавливаются на тракторы, комбайны и автобусы. Данный двигатель - дизель жидкостного охлаждения с непосредственным впрыскиванием топлива в цилиндрическую камеру сгорания в поршне. Дизель оснащен турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха.

Особенностью пьезокварцевого датчика давления в цилиндре дизеля является невозможность регистрации постоянного давления, а только приращения за регистрируемый промежуток времени. С целью учета данной особенности, в методике обработки сигнала датчика давления введена коррекция нулевой линии или расчет термодинамической погрешности.

В основе метода подсчета погрешности лежит уравнение политропы. Ошибка при регистрации давления в цилиндре подсчитывается исходя из уравнения политропы, минимум для 2-х измеренных значений давления при различных углах поворота коленчатого вала φ_1 и φ_2 .

Наряду со стандартным рассмотрено несколько альтернативных методов определения погрешности, возникающей при индицировании давления пьезоэлектрическими преобразователями: метод двухступенчатого расчёта, метод расчёта со стартовым значением и метод усреднения погрешности по нескольким рабочим циклам.

Проведён сравнительный анализ альтернативных методов определения погрешности, по результатам которого видно, что наилучшие результаты даёт использование метода усреднения погрешностей по нескольким рабочим циклам. В то же время анализ показал, что использование двух других альтернативных методов определения погрешности дали абсолютно идентичный со стандартным методом результат.

Список литературы:

1. Стефановский Б.С., Скобцов Е.А., Корси Е.К. Испытания двигателей внутреннего сгорания – М., «Машиностроение» 1972, 368 с.
2. Виглеб Г. Датчики. Устройство и применение: Пер с нем. – М.: Мир, 1989. – 196 с.