



УДК 621.436

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МУФТЫ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКА ТОПЛИВА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А.В. Сумманен

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

И.И. Воронцов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский Государственный Архитектурно-Строительный Университет»

М.А. Ильин

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский Государственный Агарный Университет»

Для определения надежности работы АМОВТ разработано специальное оборудование, позволяющее измерять в реальном масштабе времени частоту вращения и угол разворота полушестерен за каждый оборот кулачкового вала топливного насоса высокого давления (ТНВД). Следовательно, используя разработанную методику и оборудование на основе микропроцессорной системы для испытания автоматической муфты опережения впрыска топлива возможно определение зазоров в сопряжениях муфты и предварительного сжатия пружин, которое необходимо устанавливать при регулировке. Оценка этих параметров необходима для определения надежности работы муфты. Эти данные собираются без разборки муфты, не снимая ТНВД со стенда.

Ключевые слова: автоматическая муфта опережения впрыска топлива, топливный насос высокого давления, автотранспорт.

Для цитирования:

Сумманен А.В., Ильин М.А., Воронцов И.И. Методика диагностики автоматической муфты опережения впрыска топлива при техническом сервисе автотранспортных средств // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(19), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2019 – с.64-69. РИНЦ.

TECHNIQUE OF DIAGNOSTICS OF AUTOMATIC CLUTCH OF EXPOSURE OF FUEL INJECTION WITH A TECHNICAL SERVICE OF MOTOR VEHICLES

A.V. Summanen,

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

I.I. Vorontsov

Saint-Petersburg State Architecture and Construction University

M.A. Ilin

Saint-Petersburg State Agar University

To determine the reliability of AMOVT, special equipment has been developed that allows measuring in real time the rotational speed and the turning angle of the coupling half for each revolution of the camshaft of the high-pressure fuel pump (TNVD). Consequently, using the developed methodology and equipment based on a microprocessor system for testing an automatic fuel injection advance coupling, it is possible to determine the gaps in the coupling interfaces and pre-compression of the springs, which must be installed during adjustment. Evaluation of these parameters is necessary to determine the reliability of the coupling. These data are collected without disassembling the coupling, without removing the fuel pump from the stand.

Keywords: automatic fuel injection timing clutch, high pressure fuel pump, vehicles.

For citation:

Summanen A.V., Ilin M.A., Vorontsov I.I. Technique of diagnostics of automatic clutch of exposure injection with a technical service of motor vehicles // System analysis and logistics.: № 1(19), ISSN 2007-5687. –Russia, Saint-Petersburg .: SUAI., 2019 - p.64-69.

Большое значение для работы дизельного двигателя имеет угол начала подачи топлива. Для обеспечения максимальной эффективности процесса сгорания топлива в цилиндрах двигателя он должен принимать оптимальное значение. Устройство, отвечающее за корректировку угла – автоматическая муфта опережения впрыска топлива (АМОВТ).



Для определения надежности работы АМОВТ разработано специальное оборудование, позволяющее измерять в реальном масштабе времени частоту вращения и угол разворота полумуфт за каждый оборот кулачкового вала топливного насоса высокого давления (ТНВД). Устройство базируется на использовании микропроцессорной системы и состоит из частей: механической, электронной и программной. Электронная часть состоит из: аналого-цифрового преобразователя, интерфейса для передачи данных, персонального компьютера (ПК). Программная часть работает на базе вычислительной системы MatLab 6.5.

Устройство предназначено для работы со стендами по регулировке топливной аппаратуры дизелей.

Точность измерения угла разворота полумуфт составляет $\pm 0,01$ градуса, а частоты вращения $\pm 0,5 \text{ мин}^{-1}$, что позволяет в десятки раз точнее измерять углы разворота полумуфт, чем по ТУ [3]. Во время испытания работает модуль обработки и построения зависимости угла разворота полумуфт от частоты вращения. По мере накопления минимально необходимого количества данных, которое составляет не менее 1100 значений углов разворота полумуфт, равномерно распределенных по диапазону частоты вращения от 160 до 1300 мин^{-1} , строится зависимость (рис.1). По графику определяется частота вращения начала разворота полумуфт и их углы на соответствующих частотах вращения.

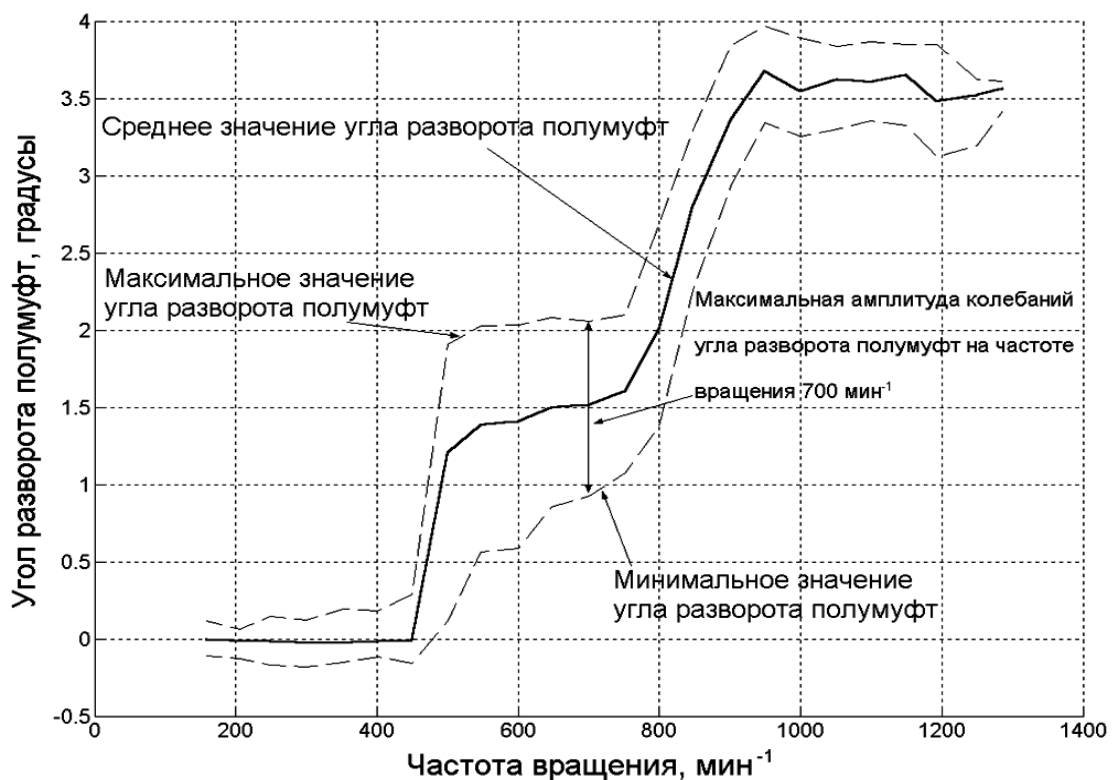


Рис. 1. Зависимость значения угла разворота полумуфт от частоты вращения вала ТНВД

Разработанная методика испытания с помощью устройства позволяет определять величину предварительного сжатия пружин муфты без ее разборки. Ошибка в определении предварительного сжатия пружин составляет $\pm 0,1$ мм, что вызывает ошибку в установке угла в $\pm 0,25$ градуса, и в два раза точнее, чем по техническим условиям (ТУ 10-05.0001.028-86). Дальнейшее повышение точности регулировки ограничено применением регулировочных шайб с шагом по толщине 0,1 мм.



Важным моментом при работе с устройством является установка дисков, прорези которых служат отметками времени. Расстояние между прорезями должно быть не менее пяти градусов, а место установки первой прорези должно быть в пределах от двух до пяти градусов после начала нагнетания топлива, которое необходимо определять методом пролива. Это связано с изменчивостью угла разворота полумуфт по повороту вала ТНВД, из-за колебаний крутящего момента [1,2]. Диапазон установки отметок определен экспериментально, согласно графику на рисунке 2. Выполнение этих условий позволяет получать достоверные данные при испытании муфты не только предлагаемым методом, но и при испытании, согласно ТУ 10-05.0001.028-86.

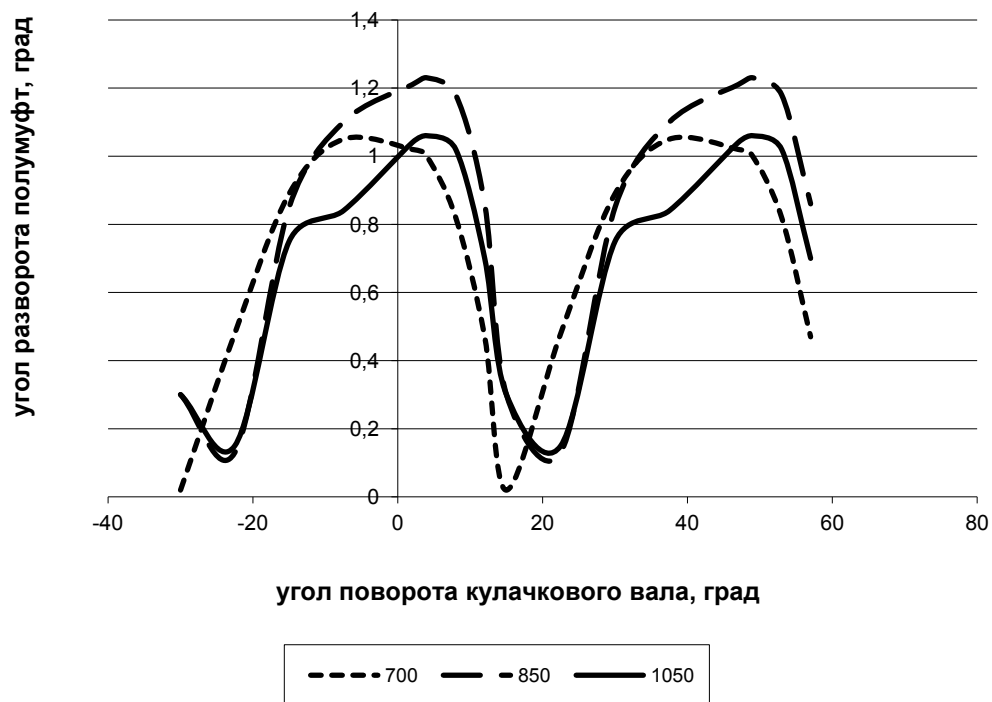


Рис. 2. Зависимость величины угла взаимного разворота полумуфт автоматической муфты опережения впрыска топлива от угла поворота кулачкового вала насоса

Зависимость между предварительным сжатием пружин y_c и частотой вращения начала разворота полумуфт (рис. 3) описывается линейным уравнением с доверительной вероятностью 0,95:

$$y_c = 0,0106 \cdot x_i - 3,1481, \quad (1)$$

где x_i – частота вращения начала разворота полумуфт i -й муфты, мин^{-1} [300...500 мин^{-1}].

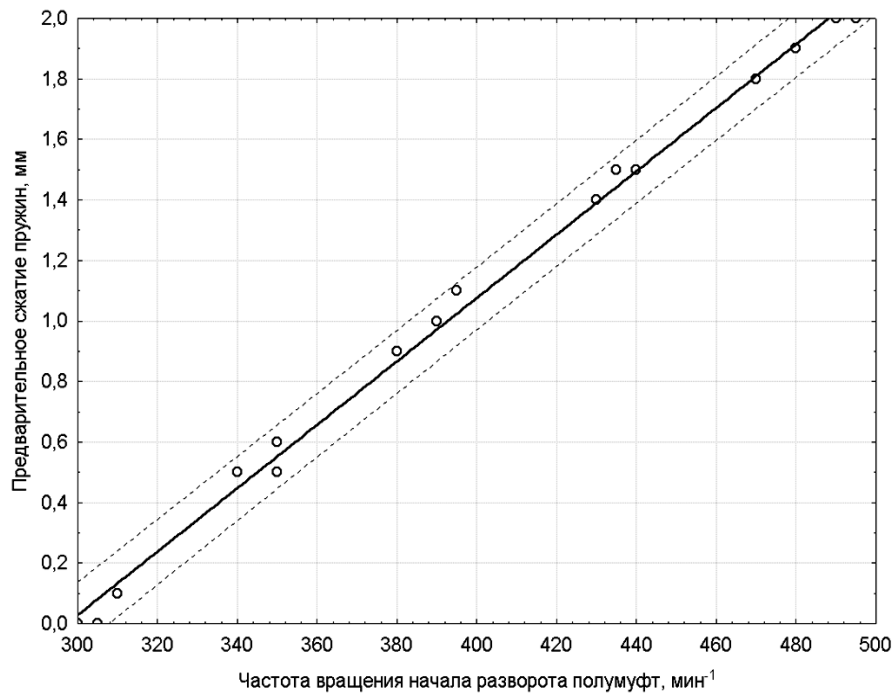


Рис. 3. Зависимость предварительного сжатия пружин от частоты вращения, соответствующей началу разворота полумуфт

Частота вращения начала разворота полумуфт определяется с помощью графика (рис. 1) путем определения частоты вращения, которая соответствует началу изменения угла на величину не менее 0,3 градуса.

Но при испытании не достаточно определять величину предварительного сжатия пружин. Необходимо оценивать состояние деталей муфты, которые влияют на надежность ее работы. Для возможности этой оценки проведены исследования зависимости зазора в сопряжении палец ведомой полумуфты – груз, предварительным сжатием пружин и площадью спектра мощности колебаний амплитуды угла разворота полумуфт на частоте вращения вала 700 мин⁻¹. Определено, что при износе этого сопряжения остальные сопряжения изнашиваются пропорционально ему.

На основе исследований определена зависимость 2 зазора в сопряжении палец ведомой полумуфты – груз от площади спектра мощности, которая описывается полиномом второй степени (рис. 4). Ошибка в определении зазора при испытании динамическим методом составляет не более $\pm 0,02$ мм в диапазоне его изменения от 0,06 до 0,25 мм, что позволяет без разборки муфты определять величину зазора.

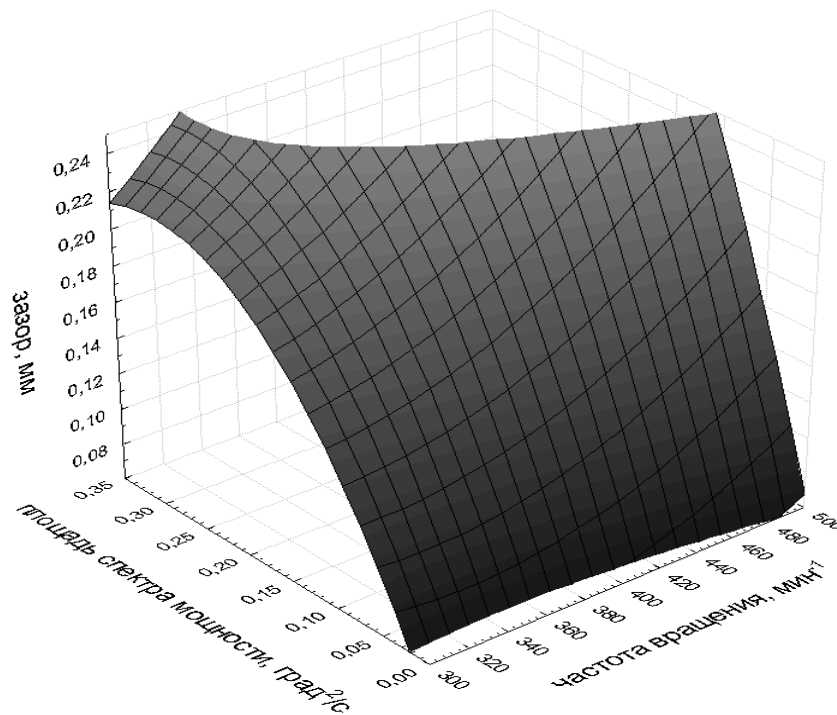


Рис. 4. Зависимость зазора в сопряжении палец ведомой полумуфты-груза от частоты начала разворота полумуфт и площади спектра мощности

По значениям частоты вращения начала разворота полумуфт и площади спектра мощности определяется величина зазора y в сопряжении палец ведомой полумуфты – груз с доверительной вероятностью 0,95, по формуле:

$$y = 0,3224 - 0,0016 \cdot x_1 + 0,2074 \cdot x_2 + 2,24 \cdot 10^{-6} \cdot x_1^2 + 0,0034 \cdot x_1 \cdot x_2 - 2,0399 \cdot x_2^2, \quad (2)$$

где x_1 – частота вращения начала разворота полумуфт, мин^{-1} [300...500]; x_2 – площадь спектра мощности, $\text{град}^2/\text{с}$ [0...0,35]

Следовательно, используя разработанную методику и оборудование на основе микропроцессорной системы для испытания автоматической муфты опережения впрыска топлива, возможно определение зазоров в сопряжениях муфты и предварительного сжатия пружин, которое необходимо устанавливать при регулировке. Оценка этих параметров необходима для определения надежности работы муфты. Эти данные собираются без разборки муфты, не снимая ТНВД со стенда.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Колупаев, В.Я.* Методика испытаний и исследований центробежных автоматических муфт опережения впрыска топлива на безмоторном стенде // Труды ЦНИТА. - Выпуск 68. - 1976. – С. 53-57.
2. *Пожаров, М.А.* Устройства для автоматического изменения угла опережения впрыска в топливных насосах автотракторных дизелей / М.А. Пожаров, Н.М. Четвериков. - М.: НИИНавтосельхозмаш, 1964. – 62 с.
3. Топливная аппаратура двигателей ЯМЗ в 6-, 8- 12-цилиндровом исполнении. Руководство по ремонту. - М.: ГОСНИТИ, 1990. – 138 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сумманен Александр Викторович –

доцент, кандидат технических наук

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: 89215728754@mail.ru

Воронцов Иван Иванович –

профессор, доктор технических наук

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский Государственный Архитектурно-Строительный Университет»

190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

E-mail: vorontsov.52@mail.ru

Ильин Михаил Алексеевич –

доцент, кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский Государственный Аграрный Университет»

196601, Россия, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

E-mail: 4030796@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Summanen Aleksandr Viktorovich –

associate professor, candidate of technical sciences

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: 89215728754@mail.ru

Vorontsov Ivan Ivanovich –

professor, doctor of technical sciences

Saint-Petersburg State Architecture and Construction University

Building 4, 2nd Krasnoarmeyskaya, Saint-Petersburg, 190005, Russia

E-mail: vorontsov.52@mail.ru

Ilin Mikhail Alekseevich –

associate professor, candidate of technical sciences

Saint-Petersburg State Agrar University

Building 2, Petersburg Highway, Pushkin, Saint-Petersburg, 196601, Russia

E-mail: 4030796@mail.ru