

COMPARISON BETWEEN DIFFERENT TYPES OF "IN-CYLINDER" TRANSDUCERS FOR DIAGNOSTICS OF ENGINE MECHANICS BY PRESSURE¹¹

Assoc. Prof. Todor Delikostov, PhD

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistics and Chemical Technologies

“Angel Kanchev” University of Ruse

Tel.: +359 82 888 458

E-mail: delikostov@uni-ruse.bg

***Abstract:** The present paper describes the experimentation in a controlled environment using different “in-cylinder” transducers for the purpose of selecting those device, which can be employed for diagnostic of engine mechanics. Their technical characteristics and the obtained experimental dependences for the voltage change depending on the pressure are compared. In a real environment, the mechanics of gasoline and diesel internal combustion engines with a car oscilloscope are diagnosed.*

***Keywords:** In-cylinder Pressure, Internal Combustion Engine, Diagnostic, Mechanical Parts*

ВЪВЕДЕНИЕ

Техническата диагностика е едно от средствата за поддържане на надеждностните показатели на машините. Тя се използва за определяне на техническото им състояние на по време на жизнения им цикъл: при промяна на конструкцията, в производството, при контрола на технологичните процеси на производство и ремонт, при диагностика на техническото състояние по време на експлоатация (Bekana D, 2020, Kangelov P, 2019, Nikolov M., 2019). Техническото състояние на земеделската и автотранспортната техника зави най-много от надеждностните показатели на вгражданите в тях двигатели с вътрешно горене и най-вече от състоянието на механична част на ДВГ: бутало-цилиндрова група, колано-мотовилков механизъм, газоразпределителен механизъм и други механични системи.

Няколко са основните диагностични тестове, които традиционно се провеждат за определяне на техническото състояние на механичната част на двигателя (Diagnostics of mechanical malfunctions of the engine. 2012.).

Един от тях е измерването на вакуума на всмукателния колектор за да се открият проблеми с херметичността на двигателя (Oscillograms from the vacuum sensor. 2012, Baboshin A.A., A.S. Kosarev, V.S. Malyshev. 2013.). Ако има съмнения за неизправност се използват манометърът за компресия и манометърът за течове на цилиндъра за определяне на основната причина за повреда. Недостатъците на аналоговите вакуумметри са неспособността им да определят проблем, специфичен за цилиндъра. Вакууметърът измерва средния вакуум във всмукателния колектор и това не позволява откриването на проблем с уплътнението на клапана. Осцилоскоп и датчик за налягане ще покаже вакуумни „издърпвания“ на отделните цилиндри или вакуумни събития, така че е възможен по-подробен анализ.

Съществува лесен, но много добър тест на механичната част на двигателя - тестът за относителна компресия. Анализирването на двигателя се извършва в стартерен режим като се използват токови клещи около кабела на акумулатора, за да открият механични проблеми. Тестът е бърз и може да се установи дали има механични неизправности в двигателя, като всички цилиндри се тестват едновременно. Недостатък е, че с него се определя относителната разлика в компресиите между различните цилиндри в проценти.

¹¹ Докладът е представен на онлайн сесията на секция „Ремонт и надеждност“ на 29 октомври 2021 г. с оригинално заглавие на български език: СРАВНЕНИЕ НА РАЗЛИЧНИ ВИДОВЕ ДАТЧИЦИ “IN CYLINDER” ЗА ДИАГНОСТИКА НА МЕХАНИКАТА НА ДВИГАТЕЛЯ ЧРЕЗ НАЛЯГАНЕ

Когато всички цилиндри имат приблизително една и съща загуба на компресия, поради износване на части в цилиндрите, тестът за относителна компресия не може да установи това състояние.

Проблеми с херметичността на цилиндъра, причиняващи загуба на компресия са неправилно синхронизиране на клапаните от повреда на задвижване на разпределителния вал, неправилно установен момент на запалване, изместени или несинхронни сигнали на датчика за въртене на колянвия вал, съпротивления във всмукателния колектор или в изпускателната система. Тези неизправности могат да бъдат открити чрез тест на компресията в цилиндъра с осцилоскоп. За тази цел е необходим датчик с подходящ обхват на измерваното налягане.

На пазара се предлагат автомобилни осцилоскопи с подходящи датчици за налягане. Един от тях е автомобилен осцилоскопът, който има възможност да работи с датчик за налягане PX250, с обхват на измерване $0 \div 17 \text{ bar}$ ($0 \div 250 \text{ psi}$). Този датчик може да се използва за измерване на налягане в цилиндъра на бензинови двигатели. За работа с него осцилоскопът предлага интерфейс за записване на осцилограмата на изменение на налягането при 720° завъртане на колянвия вал с деления по вертикалната ос за измереното налягане.

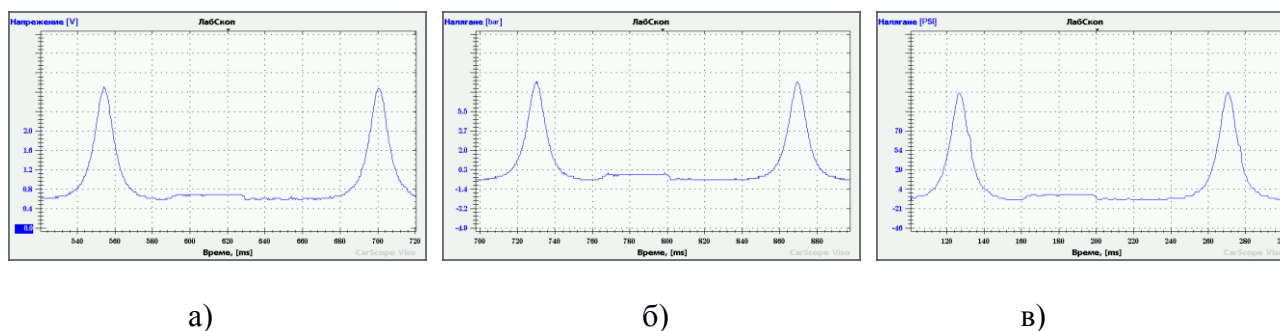
Предлага се датчик PDS500G, имащ обхват на измерване $-1 \div 34,5 \text{ bar}$ ($-14,5 \div 500 \text{ psi}$), които може да се използва и за дизелови двигатели. Но поради това, че осцилоскопът няма нужния интерфейс за работа с този датчик е проведено настоящото изследване на възможността за работа на датчика с наличния интерфейс.

Целта на работата е да се анализират характеристиките на двата датчика и да се установи характеристика, чрез която да се интерпретират показанията на интерфейса на осцилоскопа при работа с датчик PDS500G.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Интерфейсът на автомобилния осцилоскоп дава възможност за работа с датчиците в режим на „осцилоскоп“, при който се записва осцилограмата на напрежението в зависимост от изменението на налягането в цилиндъра (фиг.1, а). По този начин се регистрира изменението на налягането, но е невъзможно да се отчетат непосредствено стойностите на налягането.

Предвидена е опция за избор на вида на измервателната сонда, в който фигурират опции „преобразувател за налягане 250 psi“ или „преобразувател за налягане 17 bar“. По този начин, освен че се визуализира изменението на налягането (фиг. 1, б, в), се дава възможност и за отчитане на стойността на измереното налягане. Този интерфейс е предназначен за работа с датчик PX250, но е приложим за бензинови двигатели, поради това, че има обхват на измерваното налягане $0 \div 17 \text{ bar}$ ($0 \div 250 \text{ psi}$). За да се разшири обхватът на приложение може да се използва датчик PDS500G, чрез който може да се запише осцилограма на налягането в цилиндъра и на дизелови двигатели.



Фиг. 1. Видове интерфейс на автомобилния осцилоскоп при работа с датчик за налягане:
а – напрежение; б – налягане, bar; в – налягане, psi.

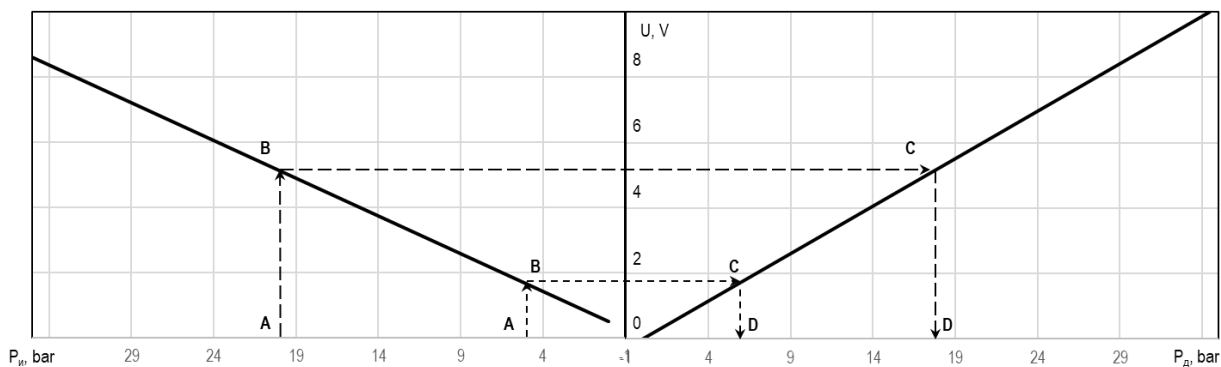
Основните характеристики на изследваните датчици са представени в табл.1.

Таблица 1. Основни характеристики на датчици за измерване на налягането в цилиндъра

Датчик	PX250	PDS500G
Вид на измерваното налягане	абсолютно	относително
Обхват на измерваното налягане	0÷17 бара (0÷250 PSI)	-1 ÷ 34.5 бара (-14,5 ÷ 500 psi)
Изходен сигнал	0.5 до 4.5V	-250 ÷ 10,000 mV
Коефициент на преобразуване на изходния сигнал	0,232+0,5	20 mV/1 psi (500 psi = 10 V)
Точност	±0.25	±1.0% от скалата
Нелинейност на налягането		±0.3%
Време за реакция	<2mS	100 μs (10% to 90% скок на налягането)
Работен температурен обхват	-40 до +125 °C	-20 to +100 °C

На базата на характеристиките на датчиците е разработен алгоритъм за определяне на действителното налягане в цилиндъра при използване на датчик PDS500G и интерфейс на осцилоскопа за датчик PX250.

При провеждане на измерване се записва осцилограма на изменението на налягането, като се използва коефициентът на преобразуване на изходния сигнал за датчик PX250. За да се определи действителната стойност на налягането е разработена номограма за преминаване от коефициент на преобразуване за датчик PX250 към коефициент на преобразуване за датчик PDS500G. На фиг.2 е представена последователността за определяне на действителната стойност на налягането при използване на датчик PDS500G и интерфейс на осцилоскопа за датчик PX250. С точка А е означена стойността на налягането от показанието на интерфейса на осцилоскопа. Чрез коефициента на преобразуване на изходния сигнал за датчик PX250 се определя големината на напрежението от датчик PDS500G (линия BC), което съответства на действителната стойност на налягането (т.Д), определена чрез неговия коефициент на преобразуване на сигнала.



Фиг. 2. Номограма за определяне на действителната стойност на налягането в цилиндъра при измерване с датчик PDS500G

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработените алгоритъм и номограма позволяват определяне на действителната стойност на налягането в цилиндъра, като се използва наличните възможности на използвания автомобилен осцилоскоп и датчик за налягане PDS500G, с обхват -1 ÷ 34.5 бара (-14,5 ÷ 500 psi), осигурявайки възможност за диагностика и на дизелови двигатели.

REFERENCES

Baboshin A.A., A.S. Kosarev, V.S. Malyshev. 2013. Evaluation of the technical condition of internal combustion engines by the pressure in the intake and exhaust manifolds. Vestnik MGTU, vol. 16, no. 1, pp. 23-32, (**Оригинално заглавие:** *Бабошин А.А., А.С. Косарев, В.С. Мальшев. Оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания по давлению во впускном и выпускном коллекторах. Вестник МГТУ, том 16, No1, стр.23-32, 2013.*)

Bekana D. (2020) Optimizing the maintenance of agro-industrial equipment, Academic Publishing House University of Ruse, p. 130, ISBN 978-954-712-800-2, (**Оригинално заглавие:** Бекана Д. (2020) Оптимизиране поддържането на аграрно-индустриалната техника, Русе: Академично издателство Русенски университет, с. 150, ISBN 978-954-712-800-2).

Diagnostics of mechanical malfunctions of the engine. 2012. (**Оригинално заглавие:** Диагностика механических неисправностей двигателя. 2012. URL: <http://motorhelp.ru/60-diagnostika-mehanicheskikh-neispravnostey-dvigatelya.html>).

Kangalov P. (2019) Rebuilding electrolytic alloys coatings. Scientific Monograph. Academic Publishing House University of Ruse, p. 170, ISBN 978-954-712-785-2 (**Оригинално заглавие:** Кангалов П. (2019) Възстановителни покрития от електролитни сплави – научна монография. Русе: Академично издателство Русенски университет, с. 170, ISBN 978-954-712-785-2).

Nikolov M, (2019) Rebuilding Overlaid Coatings Obtained Through Vibrating Arc Overlaying Process in an Atmosphere of Shielding Gas and its Mixtures - Scientific Monograph, Academic Publishing House University of Ruse, p. 144. ISBN 978-954-712-756-2 (**Оригинално заглавие:** Николов М. (2019), Възстановителни вибронаварени покрития в защитни газове и техните смеси - научна монография, Русе: Академично издателство „Русенски университет, р. 144, ISBN 978-954-712-756-2).

Oscillograms from the vacuum sensor. 2012. (**Оригинално заглавие:** Осциллограммы с датчика разряжения. 2012. URL: <http://motorhelp.ru/108-oscillogrammy-s-datchika-razryazheniya.html>).

Oscilloscope diagnostics. 2012. (**Оригинално заглавие:** Осциллографическая диагностика. 2012. URL: <http://www.b-storm.ru/viewtopic.php?f=34&t=356&start=0>).