

Mechanical Engineering and Sciences, 2019, Volume 14, Issue 2, pp. 6557-6569. DOI: <https://doi.org/10.15282/jmes.14.2.2020.03.0515>.

4. Khrulev A., Sarayev O. Building a mathematical model of the destruction of a connecting rod-piston group in the car engine at hydraulic lock. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022. 3/7 (117), pp. 40–49. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259454>

5. Goodnight N., Van Gelder K. Automotive Engine Repair. CDX Master Automotive Technician Series. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2018. 694 p.

6. Greuter E., Zima S. Engine Failure Analysis. Internal Combustion Engine Failures and Their Causes. Warrendale: SAE International, 2012. 582 p.

7. Kozuba J., Wieszala R., Mendala J., Roszak M., Pakieła W. Selected tribological parameters for silumin alloy used for engine piston. Archives of Materials Science and Engineering, 2021. Vol.107. Issue 2, pp. 64-71. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0243>.

8. Petko I.V., Bondarenko M.Y., Kostrytskyi V.V. Calculation and design of electromechanical devices. Kyiv: KNUTD, 2016. 328 p.

Сараєва Ірина Юріївна, канд. техн. наук, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. Говорущенко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [sarayeva9@gmail.com](mailto:sarayeva9@gmail.com)

Рудаков Олександр Андрійович, аспірант кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. Говорущенко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Суханов Михайло Юрійович, Андрійовича – аспірант кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. Говорущенко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Жилін Олексій Борисович – магістрант, здобувач другого рівня вищої освіти гр. А-62-22, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ**

Системі діагностування, обслуговуванню та ремонту двигунів приділяється постійна увага з боку інженерних розробок та наукових досліджень [1-9].

Як показує практика технічного обслуговування й ремонту автомобільних двигунів найбільш поширеними, доступними і достовірними залишаються методи технічної діагностики циліндро-поршневої групи (ЦПГ), що дають загальну оцінку герметичності надпоршневого простору з вірогідністю, яка не перевищує 50%, за допомогою різних засобів діагностування: компресометра, компресографа, мотортестера.

Проаналізована можливість реалізації діагностичної моделі на сучасному рівні із застосуванням цифрової техніки. Програма для обробки цифрової інформації забезпечує відтворення функції тиску в циліндрі двигуна й одночасно розраховує частоту обертання колінчатого валу виходячи з того, що

інтервалу часу між двома екстремумами функції відповідає два оберти колінчатого валу (рис. 1, рис. 2). Розроблений діагностичний стенд дозволяє проводити вимір тиску в циліндрі двигуна із частотою 3200 Гц при кожному градусі повороту колінчатого валу з погрішністю, що не перевищує 1,67 %.

Експериментально встановлено, що на величину темпу наростання компресії значний вплив чинить не тільки технічний стан циліндро-поршневої групи, але й початкове положення поршня та клапанів у момент старту, тому темп наростання компресії в циліндрі пропонується оцінювати, як різницю між максимальним за величиною сплеском компресії і другим за рахунком, що у справних циліндрів не перевищує 0,25МПа.

На основі вдосконаленого методу діагностування, що оцінює технічний стан циліндро-поршневої групи та герметичність клапанів двигуна за трьома діагностичними параметрами: різниця компресії між циліндрами, темп наростання компресії, тиск картерних газів, - розроблена статистична модель, що дозволяє на відміну від існуючих детермінованих моделей, по-перше, локалізувати несправність циліндро-поршневої групи та герметичності клапанів двигуна, по-друге, формалізувати процес автоматизованої постановки технічного діагнозу; по-третє, забезпечити коефіцієнт безрозбірного діагностування на 25 % вище, ніж у відомих аналогів.

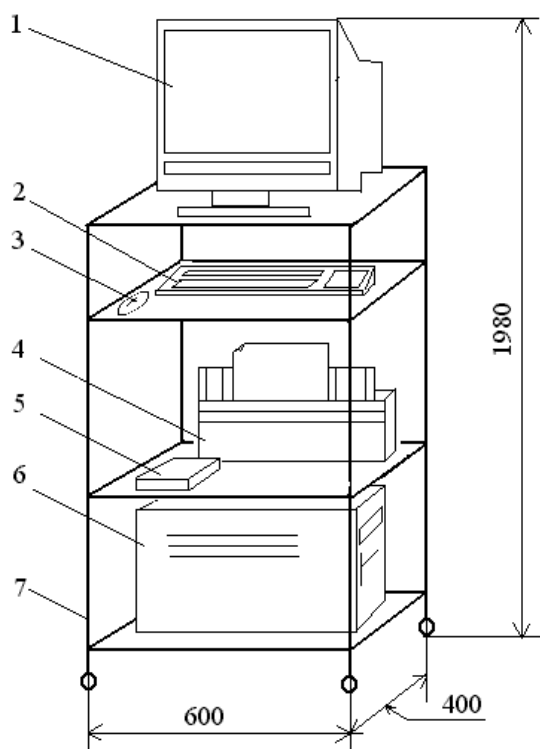
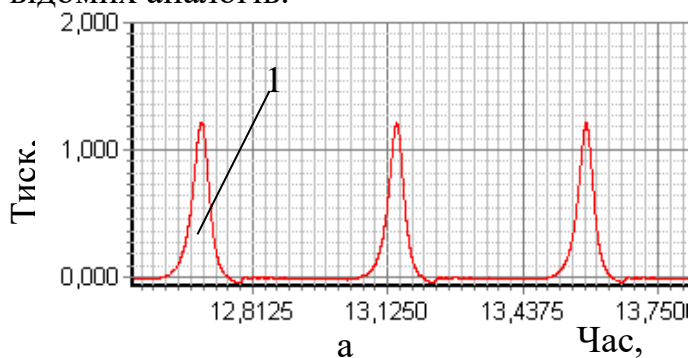


Рисунок 1. Діагностичний стенд:  
1 - монітор, 2 - клавіатура,  
3 - маніпулятор, 4 - принтер,  
5 - модем, 6 - системний блок, 7 – стійка



Максимумы			
1>	1,22000	tk: 0[0]	x: 40621 y: 100
2>	1,20900	tk: 274[700]	x: 42065 y: 99
3>	1,20900	tk: 277[694]	x: 43466 y: 99
4>	1,22000	tk: 277[694]	x: 44855 y: 100
5>	1,24200	tk: 277[692]	x: 46243 y: 100
6>	1,26400	tk: 278[690]	x: 47627 y: 100
7>	1,26400	tk: 278[691]	x: 49007 y: 100
8>	1,27500	tk: 277[692]	x: 50389 y: 100
9>	1,28600	tk: 285[673]	x: 51773 y: 100

Рисунок 2. Вимір тиску в циліндрі двигуна: графічне відображення (а); цифрове відображення (б); 1 - функція тиску від часу; 2 – максимальні екстремуми тиску (компресія), МПа; 3 – частота обертання колінчатого валу, хв<sup>-1</sup>; 4 – координати крапки екстремуму

Для оцінки якості діагностичного параметра, як випадкової величини стохастичного об'єкта, а не детермінованої функції, пропонуються наступні критерії: при оцінці чутливості діагностичного параметра оцінювати не відносну зміну граничного й номінального значень параметра, а відносну зміну середньостатистичного значення випадкової величини в межах її допустимих значень; діагностичний параметр вважати стабільним, якщо виконується умова, при якій абсолютна величина допустимого відхилення від середньостатистичного значення не перевершує „трьох сигм”; інформативним вважати той діагностичний параметр, у якого відношення різниці середньостатистичного значення випадкової величини параметра при справному й несправному стані об'єкта до різниці середньоквадратичних відхилень перевищує 1.

### **Висновок**

Розроблена автоматизована система діагностування циліндро-поршневої групи та герметичності клапанів двигуна, що на відміну від існуючих вітчизняних і закордонних аналогів дозволяє: фіксувати й відтворювати діагностичну інформацію в цифровому, графічному та текстовому виді; довгостроково зберігати діагностичну інформацію; фіксувати зміну тиску в циліндрі при кожному градусі повороту колінчатого вала; забезпечувати вимір динамічних процесів із частотою 3200 Гц .

### **Література**

1. MAHLE (2016) Engine Components and Filters: Damage profiles, Probable Causes and Prevention, Technical Information MS3-1109, Farmington Hills, MAHLE Aftermarket Inc., 76.
2. Missan G.S., Keswani I.P. (2016) Analysis of Causes of Engine Overheating due to Cooling System Failure Using Pareto Principle.– International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), Volume 36, Number 5, 242–248.
3. Henning P., Walsh D., Yurko R. et. al. (2017) Predictive Equipment Maintenance. Oil Analysis Handbook. Third Edition. Chelmsford, Spectro Scientific, 120.
4. Greuter E., Zima S. (2012) Engine Failure Analysis. Internal Combustion Engine Failures and Their Causes. SAE International, 568.
5. MS Motorservice (2016) Piston damage – Recognizing and rectifying. Service tips & infos. Article No. 50003 973–02. Neuenstadt: MS Motorservice International GmbH, 92.
6. Khrulev, A.E., Saraiev, O.V. (2021) Local Abrasive Wear in Automobile Internal Combustion Engines. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing, Chisinau, 70.
7. Хрулев А.Э., Кочуренко Ю.В. (2017) Методика определения причины неисправности ДВС при тяжелых эксплуатационных повреждениях. Двигатели внутреннего сгорания, №1, 52–60. DOI: 10.20998/0419–8719.2017.1.10. Khrulev A.E., Kochurenko Yu.V. (2017) Metodika opredeleniya prichiny neispravnosti DVS

- pri tyajelykh ekspluatazhionnykh povrejdeniyakh. Internal combustion engines, No.1, 52-60. DOI: 10.20998/0419–8719.2017.1.10 [in Russian]
8. Хрулев А.Э. (2020) Методика составления и использования истории транспортных средств при исследовании их технического состояния в задачах определения причин неисправностей узлов и агрегатов. Криміналістика і судова експертиза, Вып. 65, 594-605. DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise>.  
Khrulev A.E. (2020) Metodika sostavleniya i ispolzovaniya istorii transportnykh sredstv pri issledovanii ikh tekhnicheskogo sostoyaniya v zadachakh opredeleniya prichin neispravnostei uzlov i agregatov. [in Russian]
  9. Khrulev A.E., Saraiev O.V. (2021) The method of expert assessment of the technical condition of an automobile engine after overheating. Автомобільний транспорт, 48, 5-16. DOI: <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2021.48.0.5>.