

## ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СУЧАСНИХ БЕНЗИНОВИХ ДВЗ ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-ТЕСТЕРА

Сорокін С.П., Шкрегаль О.М., Полуденко О.А.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна*

*Розглянуто особливості діагностування сучасних бензинових двигунів внутрішнього згорання. Наведено методуку діагностування бензинового двигуна за допомогою мотор-тестера та скрипта Рх.*

**Ключові слова:** *комп'ютерне діагностування, діагностичні параметри, мотор-тестер, осцилограма, скрипт Рх*

**Вступ.** На сьогоднішній день, окрім використання традиційних методів визначення технічного стану машин, з'явилися нові методи, до яких, насамперед, можна віднести методи забезпечення функціонування об'єкта діагностування на заданих режимах або тестовий вплив на об'єкт; вимірювання та перетворення за допомогою датчиків сигналів, які відображають значення діагностичних параметрів; постановку діагнозу на підставі логічної обробки отриманої інформації шляхом зіставлення поточних значень параметрів з нормативними. Все це дозволяє визначати технічний стан машин шляхом застосування сучасних електронних діагностичних засобів і комплексів [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні на ринку України представлена велика кількість діагностичного обладнання. Загалом, на сучасному сервісі обов'язково повинні бути такі діагностичні засоби, як сканер, мотор-тестер, газоаналізатор, але вони дозволяють провести пошук не більше 90-95% несправностей. Для діагностування несправностей у зонах, які «не бачать» зазначені діагностичні прилади, потрібно мати додаткове діагностичне обладнання, наприклад: паливні манометри, компресиметр, пневмотестер, димогенератор та ін.

Проаналізувавши сучасні розробки в сфері комп'ютерної діагностики, всі сканери та мотор-тестери поділяються на діагностичне обладнання, призначене для дилерської діагностики і діагностичне обладнання для мультимарочної діагностики машин. Діагностичне обладнання для дилерської діагностики призначене для діагностування машин будь-яких моделей одного виробника або для діагностування машин, що входять в одну групу і дозволяє здійснювати роботу по пошуку несправностей на самому високому технічному рівні. Мультимарочне обладнання застосовується для різних марок і моделей. Таке обладнання для діагностики має дуже широке охоплення і багатий функціонал, що дозволяє обходитися всього одним приладом з набором адаптерів при діагностуванні різних марок машин.

Група сканерів має змогу, підключаючись до діагностичних роз'ємів різноманітних електронних систем машини, зчитувати інформацію, що зберігається у пам'яті електронних блоків керування. Дані, що доступні за допомогою сканерів – це коди помилок, або ж параметри, що отримують певні електронні блоки керування від штатних датчиків, які необхідні для забезпечення роботи конкретної системи. Виходячи з цього сканер тільки відображає інформацію, отриману від блока керування за допомогою спеціального сервісного протоколу. Тому основним недоліком визначення технічного стану машини за допомогою сканерів є те, що блок керування

отримує не всі дані, які необхідні для точної комплексної діагностики та коректний їх аналіз [2].

Для діагностики ДВЗ застосовують мотор-тестери, які не мають недоліків, притаманних сканерам. Наприклад, працездатність датчиків керування двигуном можливо оцінити тільки за допомогою мотор-тестера. Мотор-тестери, а також осцилографи з функцією мотор-тестера з високою точністю реєструють показання та після ретельного аналізу експертною системою, в якій узагальнена і формалізована у вигляді комп'ютерної програми база даних аналізує і видає вичерпну інформацію щодо стану двигуна. Одним з таких приладів є програмно-апаратний комплекс USB Autoscope здатний виконувати комплексну моторну діагностику на досить високому рівні [3,4]. Крім того USB Autoscope відрізняється стабільною синхронізацією, яка має важливе значення в роботі з приладами подібного роду, простий і зручний інтерфейс значно спрощує маніпуляції з приладом, особливо наявність великої кількості попередньо встановлених програмних модулів, які дозволяють краще відображати отримані осцилограми та автоматично виконувати їх аналіз в режимі реального часу.

Окрему увагу заслуговують спеціалізовані скрипти, за допомогою яких проводиться поглиблений автоматичний аналіз записаних осцилограм, завдяки чому істотно зменшується час на проведення тестів [3,4].

**Мета роботи** - проаналізувати методика та результати комп'ютерної діагностики бензинового двигуна за допомогою мотор тестера USB Autoscor III та скрипта Px.

**Виклад основного матеріалу.** Особливу цінність для практичного використання представляють ті методи діагностування, які прості в реалізації і при цьому володіють достатньою інформативністю і чутливістю. Осцилограма тиску в циліндрі є одним з «найбагатших джерел» діагностичної інформації.

Експериментальні дослідження проводилися на двигуні 2.0 DOHC X20SED автомобіля Daewoo Leganza.

Для запису осцилограми тиску в циліндрі використовувався датчик тиску Px35, який встановлювався в циліндрі, що підлягав діагностуванню замість свічки запалювання [3,4]. До високовольного дроту приєднувався розрядник. Синхронізація сигналу датчика тиску забезпечувалась датчиком синхронізації з комплекту осцилографа. (рис.1).



Рис.1. Встановлення датчиків на автомобілі

Після установки датчиків і приєднанні їх до відповідних входів USB Autoscop III проводився запис осцилограми згідно методики, наведеної у [3].

Для аналізу осцилограми тиску використовувався скрипт Px та Px\_Panel (рис. 2).

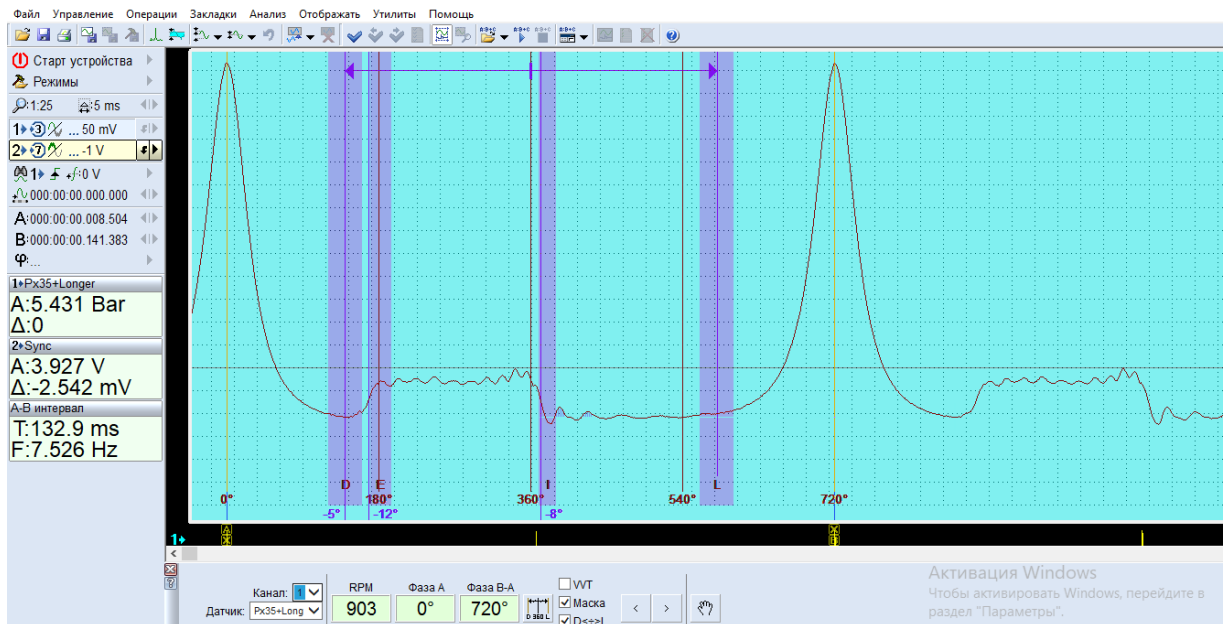


Рис.2. Осцилограма тиску в циліндрі двигуна 2.0 DOHC X20SED

Отримана осцилограма безпосередньо не відображає ті чи інші параметри механіки двигуна. Зокрема моменти відкриття, закриття або перекриття клапанів. Характерні точки газодинамічних процесів у циліндрі дають нам лише непряму інформацію. Вона відображає процес руху газів в циліндрі, за яким можна побічно робити висновки про роботу механізму газорозподілу, стан циліндропоршневої групи, прохідності випускного тракту і багато іншого.

Результати обробки інформації за допомогою скрипта Px складаються із декількох вкладок, які представлені в текстовій, табличній, графічній формі. Скрипт аналізує їх і самостійно ставе діагноз [4].

Вкладка «результати вимірювання» дозволяє: перевіряти герметичність циліндра; оцінює геометричну ступінь стиснення; автоматично вимірює реальні фази газорозподілу; в вигляді анімації показує реальний процес газообміну, який протікає в циліндрі в момент вимірювання; дозволяє виявити недостатнє наповнення циліндра свіжим зарядом і встановити його причини та інше (рис.3).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Обнаружены нетипичные фазы газораспределения
- Недостаточное наполнение цилиндра при 5500 RPM (вероятно из-за неоптимальных фаз газораспределения или геометрии впускного тракта)

### ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Комплексные потери газа при 910 RPM (15...20), %	20
Оценочная геометрическая степень сжатия (9:1...11:1)	10.7:1
Обороты холостого хода (650...950), RPM	910
Фазы газораспределения при 1070 RPM	
Угол открытия выпускного клапана (120...150), °	136
Угол закрытия выпускного клапана (350...385), °	363
Угол открытия впускного клапана (335...370), °	354
Угол закрытия впускного клапана (570...600), °	622

### ВПУСКНОЙ ТРАКТ



Наполнение цилиндра на холостом ходу при 910 RPM (20...45), %	28
Максимальное наполнение цилиндра	
при 1000 RPM (80...101), %	81
при 2000 RPM (86...107), %	89
при 3000 RPM (92...113), %	96
при 4000 RPM (98...119), %	101
при 5000 RPM (104...125), %	100
при 5500 RPM (107...128), %	95
при 6000 RPM (110...131), %	92

### ВЫПУСКНОЙ ТРАКТ



Потери мощности на такте выпуска	
при 1000 RPM (0...7), %	4
при 2000 RPM (0...11), %	5
при 3000 RPM (0...15), %	9
при 4000 RPM (0...20), %	13
при 5000 RPM (0...25), %	23
при 6000 RPM (0...30), %	29

### УГОЛ ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ



на холостом ходу при 910 RPM (5...15), °	2
на максимальной нагрузке	
при 1000 RPM (-8...3), °	3
при 2000 RPM (2...15), °	9
при 3000 RPM (7...22), °	14
при 4000 RPM (11...26), °	13
при 5000 RPM (14...29), °	17
при 6000 RPM (17...32), °	23

Рис.3. Вкладка «Результаты вимірювання»

З аналізу вкладки «результаты вимірювання» видно, що скрипт поставив діагноз «недостатне наповнення циліндру» і встановив причину «виявлені нетипові фази газорозподілення». Причиною цього, як показує подальший розгляд отриманих параметрів, є неправильна початкова установка впускного розподільного валу, так як вимірний кут закриття впускного клапану склав 622° і вийшов за межі типового діапазону 570...600°. Занадто пізнє закриття впускного клапану призводить до того, що в кінці фази впуску суттєва частина робочої суміші витісняється з циліндру назад у впускний колектор, в результаті чого, після закриття впускного клапану, в циліндрі виявляється значно менше паливо-повітряної суміші і значно більше відпрацьованих газів, що призводить, в кінцевому результаті, до зниження потужності.

Порівнюючи геометричну ступінь стиснення встановлено, що вимірне значення склало 10,7, а для випробуваного двигуна повинно складати 9,6, що свідчить про наявність великої кількості нагару на днищі поршня і поверхнях камери згоряння.

По параметру «комплексні втрати газу» встановлено, що герметичність циліндра досягла граничного значення 20%, що може говорити про: знос поршневих кілець та дзеркала циліндра; нещільного закриття, неправильного теплового зазору або прогару

клапана газорозподільного механізму; негерметичності прокладки головки блока циліндрів; тріщини в камері згоряння.

Таким чином по вкладці «результати аналізу» можна зробити висновок щодо ефективності роботи двигуна в усьому діапазоні обертів.

Для більш детального аналізу роботи двигуна і локалізації несправностей необхідно дослідити інші вкладки даного скрипта такі, як: «кількість», «фази газорозподілення», «впускний тракт», «випускний тракт» та «кут випередження запалення». Вкладка «кількість» представлена на рис.4.

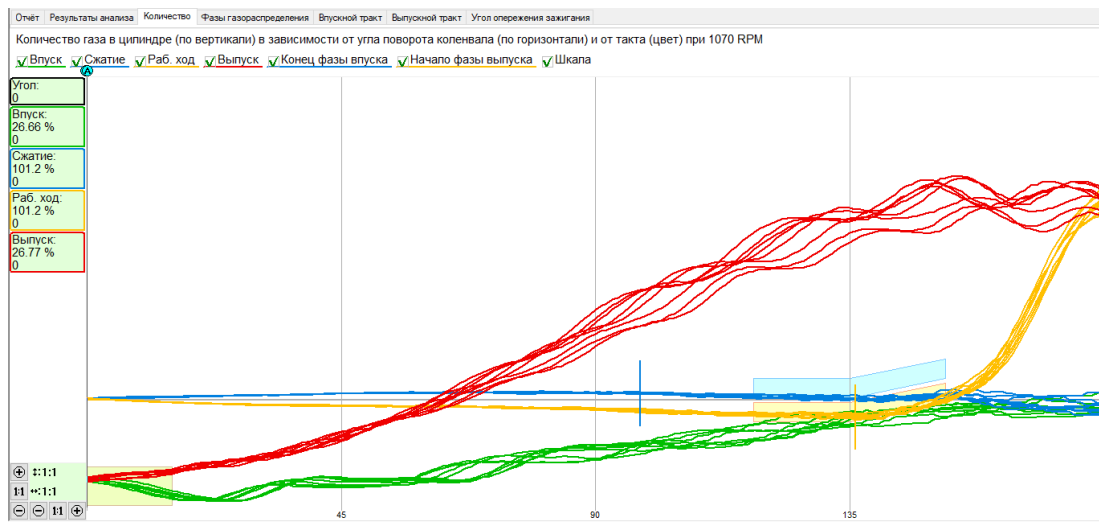


Рис.4. Кількість газу в циліндрі в залежності від положення поршня і такту його роботи

На приведеній діаграмі відображено кількості молекул повітря в циліндрі двигуна протягом декількох робочих циклів. Оперуючи даними наведеними на даному графіку, встановлені фази перекриття клапанів, момент відкриття випускного клапана і момент закриття впускного клапана, що підтверджує попередні результати щодо неправильно встановлення фази газорозподілу в досліджуваному двигуні.

Окрім цього, за допомогою скрипта Rx можна проаналізувати діаграми наповнення циліндру на такті впуску залежно від обертів колінчастого валу та залежно від навантаження, а також параметри випускної системи (рис. 5,6).

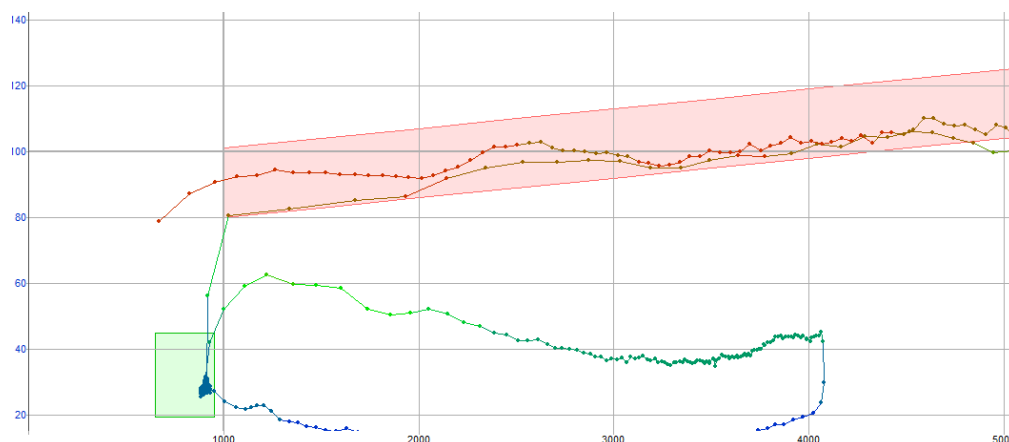
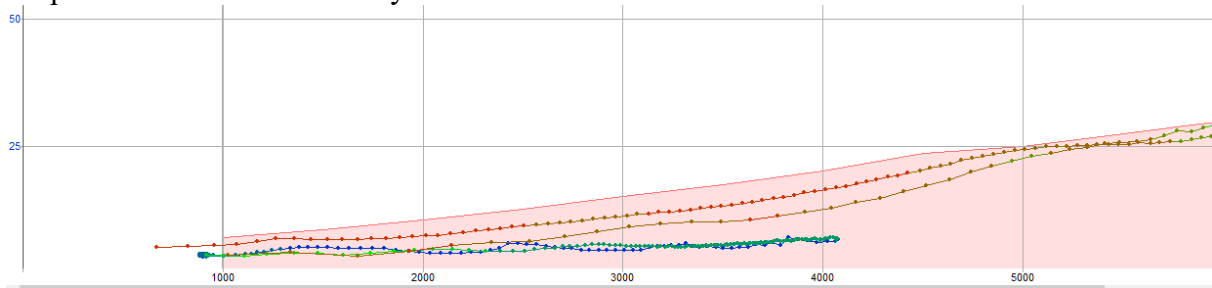


Рис.5. Наповнення циліндру на такті впуску залежно від обертів двигуна та від навантаження при повністю відкритій дросельній заслінці

Отримана діаграма дозволила визначати вплив зміни налаштувань кожного з компонентів впускного тракту на наповнення циліндру свіжим зарядом, а саме: фази газорозподілення, висоти підйому впускних клапанів, роботи системи зміни геометрії впускного колектора, прохідного перерізу та максимального кута відкриття дросельної заслінки, пропускної здатності повітряного фільтру, конфігурації резонаторів впускного тракту та інші. Отже, це дає можливість правильно їх налаштувати і, як наслідок, отримати максимальну віддачу двигуна в заданому інтервалі частоти обертання колінчастого валу.



**Рис.6. Втрати потужності в залежності від обертів двигуна і навантаження**

Як видно з отриманої діаграми вкладки «випуск» (рис.6) втрата потужності залежно від обертів колінчастого валу двигуна і навантаження, яке витрачається на очистку циліндру від відпрацьованих газів знаходиться в допустимих межах. Це говорить про те, що пропускна здатність каталітичного нейтралізатора, резонатора, глушника та інших елементів впускної системи знаходяться в справному стані.

### **Висновок**

Досліджена методика діагностування бензинових двигунів по осцилограмі тиску з використанням USB осцилографа Autoscop III та скрипта Rx говорить про можливість його застосування на практиці. Скрипт дозволяє перевіряти герметичність циліндрів; оцінює геометричну ступінь стиснення; автоматично вимірює реальні фази газорозподілу; показує реальний процес газообміну, який протікає в циліндрі в момент вимірювання; виявляти недостатнє наповнення циліндра свіжим зарядом і автоматично встановлювати його причини, визначати втрати потужності на очистку циліндра. Перевагами даного методу є його універсальність, простота реалізації, економія часу, що витрачається на пошук несправності, зменшення трудомісткості діагностичних робіт та витрат на підтримку автомобілів в технічно справному стані. Отримана з використанням даного методу інформація може також бути використана для підтвердження або спростування діагнозу, поставленого з використанням інших методів діагностування.

### **Список використаних джерел**

1. Пестриков В.М. Особенности диагностики современных автотранспортных средств / В.М. Пестриков, В.Е. Евкарпиев // Техника – технологические проблемы сервиса. - №4(30), 2014. – С14-19.
2. Аулін В.В. Удосконалення процесу технічного обслуговування автомобілів, використанням сучасних електронних методів діагностики / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, Д.Є. Панарін // Вісник Інженерної Академії України № 3-4, 2013. - С.151-157.
3. Електронний ресурс URL: [injectorservice.com.ua](http://injectorservice.com.ua)
4. Шульгин А. Скрипт Rx версії 3. Електронний ресурс URL: [a-master.com.ua](http://a-master.com.ua)

## **Аннотация**

### **ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВС С ПОМОЩЬЮ МОТОР-ТЕСТЕРА**

**Сорокин С.П., Шкрегаль А.Н., Полуденко А.А.**

*Рассмотрены особенности диагностики современных бензиновых двигателей внутреннего сгорания. Приведена методика диагностирования бензинового двигателя с помощью мотор-тестера и скрипта Rx.*

## **Abstract**

### **FEATURES OF DIAGNOSTICATION OF MODERN GAS DIVISIONS BY MOTOR-TESTER**

**Sorokin S.P, Shkragal O.M., Poludenko O.A.**

*Features of diagnostics of modern gasoline combustion engines are considered. The method of diagnosing a gasoline engine with the help of motor-tester and script Rx is given.*