

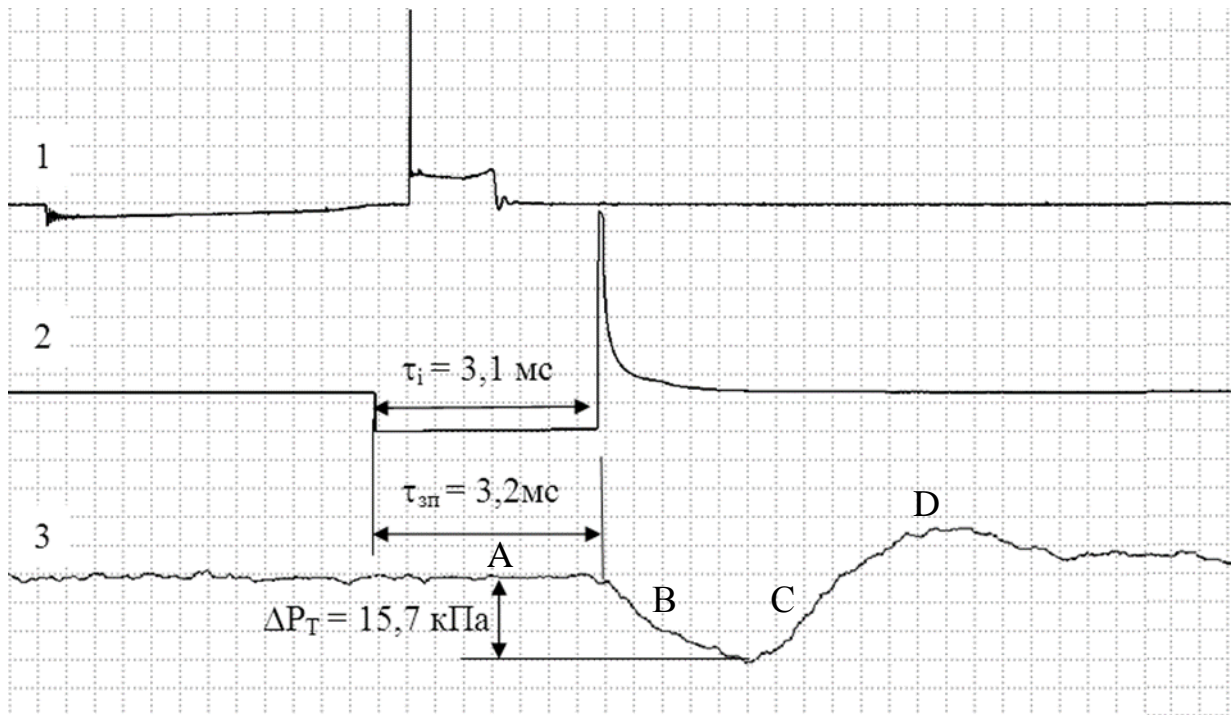
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ ТИСКУ ПАЛИВА В ПАЛИВНІЙ РАМПІ ДВИГУНІВ З ВПОРСКУВАННЯМ У ВПУСКНИЙ КОЛЕКТОР

Толкачов В. О.

Науковий консультант: Зенкін Є. Ю., доцент, к.т.н.

На рис. 1.1 представлені осцилограми сигналів, зареєстрованих за один робочий цикл на двигуні автомобіля VW Golf. Осцилограми показують, що після керуючого імпульсу, поданого електронним блоком управління (ЕБУ) на обмотку електромагніту форсунки, має місце коливання тиску палива в рампе. Аналіз процесів, що відбуваються в системі, дозволяє виділити кілька важливих особливостей, що носять діагностичну інформацію. На кривих (рис.2) виділені парних ділянок. Ділянка «А» – період затримки відкриття клапана по відношенню до моменту початку подачі керуючого електричного сигналу на катушку електромагніту форсунки. Як показали виміри, проведені при різному тривалості керуючого сигналу від 2 до 30 мс, період затримки є незмінним. Він не залежить від тривалості керуючого імпульсу. Длительність затримки вприскування є слідством інерційності форсунок. Інерційність форсунок залежить від індуктивності електромагніту, сили жорсткості пружини. Очевидно, що при виникненні дефектів відбувається зміна тривалості затримки. Наприклад, зменшення жорсткості пружин під дією циклічних навантажень і температур, міжструмові замикання в обмотці електромагніту приводить до зміни індуктивності обмотки та сили, розвивається магнітом. Износ нагнетателя призводить до перекосу та прикріплення голки у її верхній частині. Накладання на поверхню клапана лакофарбових відкладень призводить до зміни його маси та, як слідство, до зростання інерційності системи.

Проведення порівняння еталонних сигналів з вимірами на автомобілі дозволить оцінити технічний стан окремих елементів форсунок.



1 – імпульси системи запалювання; 2 – сигнал управління форсункою; 3 – сигнал датчика тиску

Рисунок 1.1 – Визначення моменту впорскування

На ділянці «В» добре простежується закономірність – чим більше циклічна подача, тим більше величина провалу тиску на осцилограмі. Оскільки тривалість імпульсу однакова для всіх чотирьох форсунок, то в разі реєстрації різних амплітуд коливань тисків можна зробити висновок про забруднення форсунки. Очевидно, чим менше амплітуда – тим більше лакових відкладень усередині форсунки. Як показали розширені експерименти, ця залежність неоднозначна і має лінійну характеристику тільки до певної величини тривалості впорскування. Така закономірність проявляється внаслідок впливу регулятора тиску. Оскільки регулятор тиску включає підпружинену мембрану і механічний клапан, то він інерційний. Внаслідок цього на ділянці осцилограми «В» клапан ще закритий. Таким чином, вплив регулятора тиску відсутній і тому залежність величини провалу тиску від тривалості впорскування однозначна. Через певний час затримки від початку падіння тиску регулятор долає сили інерції і починає переміщатися, закриваючи прохідний перетин лінії зворотного зливу. Внаслідок цього, навіть якщо уприскування ще не завершився, тиск в рампі починає рости.

Ділянка «С» на рис. 1.1 відповідає закінченню впорскування, отже, тиск повинен стабілізуватися. Однак внаслідок інерційності регулятора тиск спочатку підвищується (ділянка «D»). Це відбувається до тих пір, поки клапан регулятора не встановиться на колишній рівень. Залежно від конструкції регулятора після піку тиску «D» рівень тиску може повернутися на вихідну позицію плавно, або статися коливальний процес з декількох чергуються провалів і підвищень тиску (рис. 1.2). Даний коливальний процес може характеризувати технічний стан регулятора (забрудненість, старіння мембрани, заклинювання клапана, зміна жорсткості пружини).

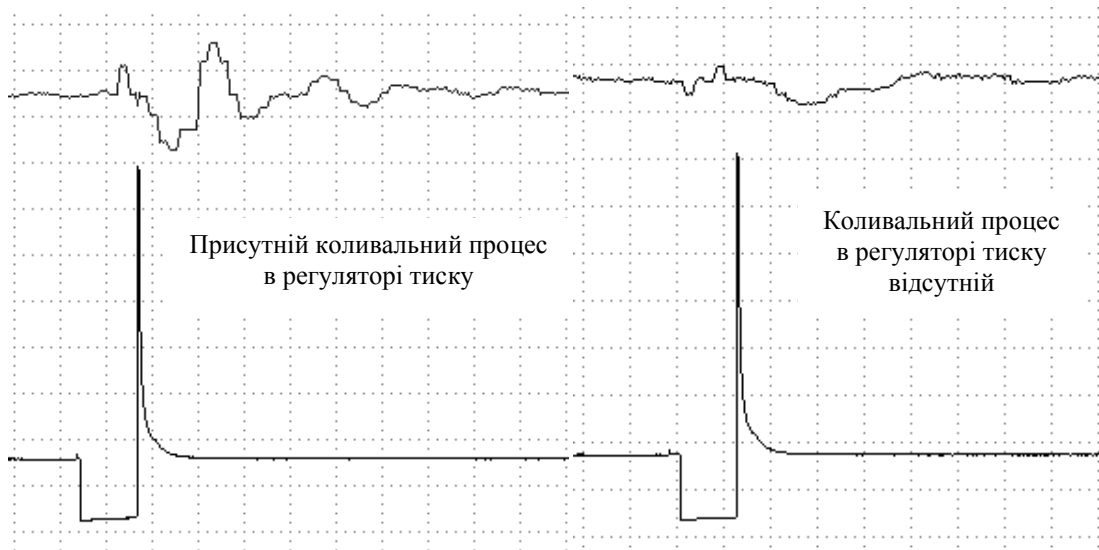


Рисунок 1.2 – Вплив зміни технічного стану регулятора тиску на процес, що відбувається в паливній рампі

Вироблені вимірювання коливання тиску палива в рампі в залежності від тривалості впорскування (рис. 1.2) показали наступне. До тривалості впорскування 5 мс вплив регулятора тиску палива на величину провалу тиску відсутній внаслідок його інерційності. Після 5 мс вплив регулятора настільки велике, що будь-яка зміна тривалості впорскування не призводить до зміни амплітуди коливань тиску рис. 1.3.

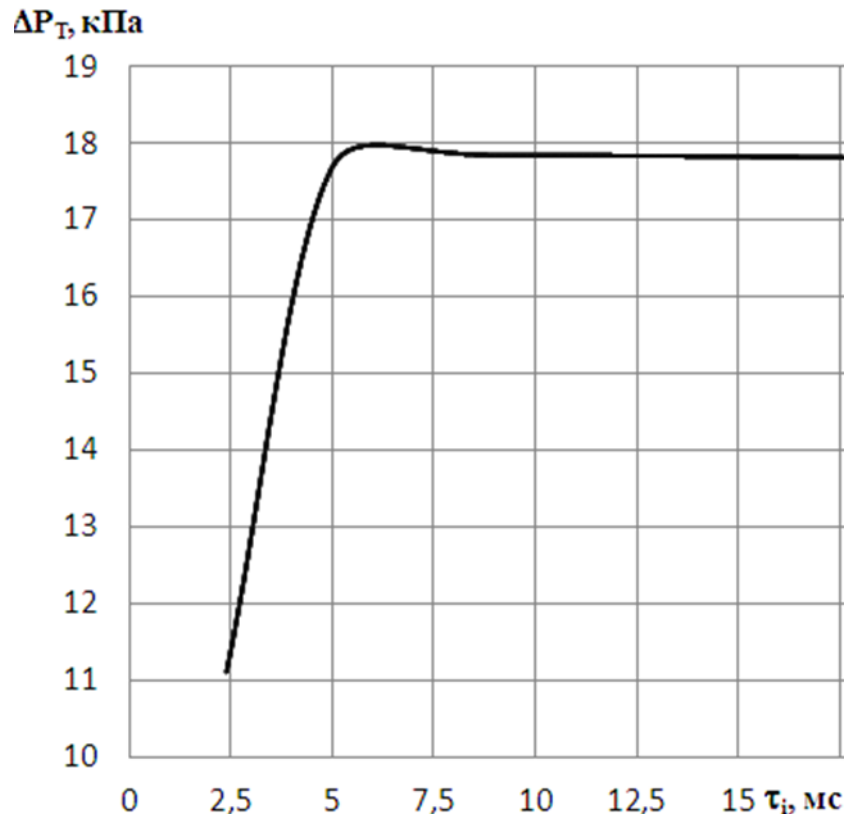


Рисунок 1.3 – Залежність амплітуди колювання тиску палива ΔP_T від тривалості керуючого імпульсу τ_i

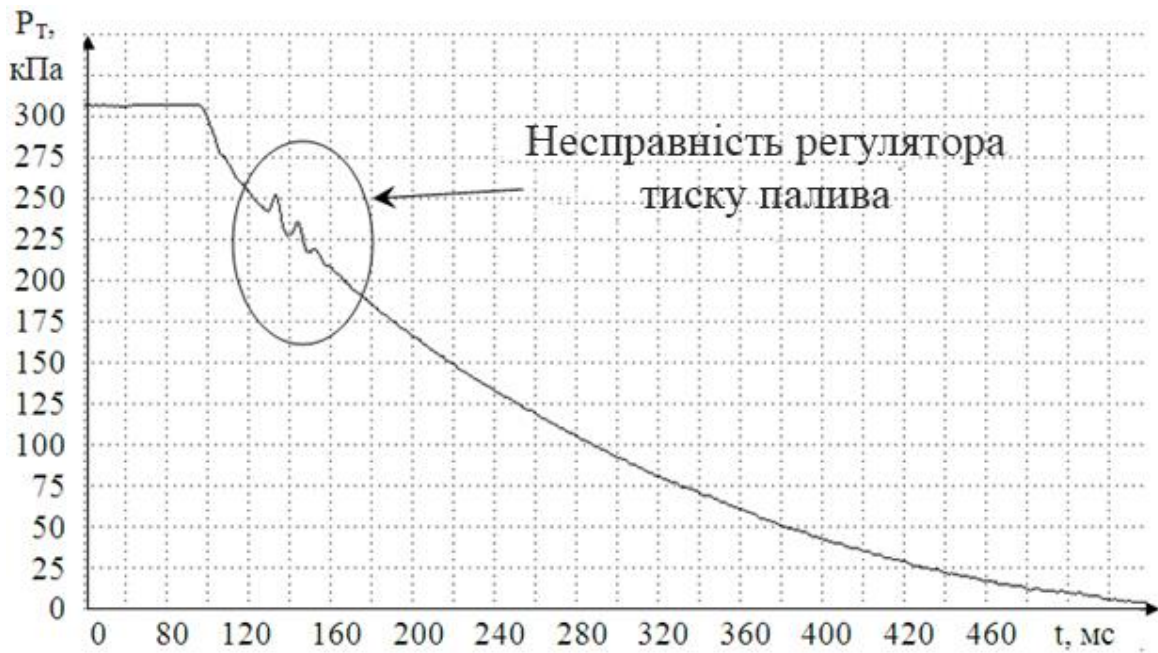


Рисунок 1.4 – Виявлення несправності регулятора тиску палива при скиданні тиску після вимкнення двигуна

Дослідження показало, що на різних режимах роботи двигуна тривалість імпульсу до 5 мс забезпечує топливоподачу на режимі холостого ходу і часткових навантажень. Саме на режимі холостого ходу можлива нерівномірність циклових подач внаслідок забруднення розпилювача найбільш позначається на стійкості роботи двигуна.

Відомо, що крім схеми, існують схеми з розташуванням регулятора на паливному фільтрі і безпосередньо в баку. Слід зауважити, що і в такому випадку пропонується метод оцінки стану форсунок по коливаннях тиску ефективний.

Аналіз осцилограми падіння тиску при виключенні двигуна показав, що при підклинюванні клапана регулятора тиску відбудуться характерні спотворення на кривій (рис. 1.4). При тиску 250..225 кПа спостерігається нестабільна робота регулятора, що супроводжується коливальним процесом. Таким чином, дефект регулятора можна виявити ще до виявлення бортовою системою діагностування (причому з ймовірністю виявлення тільки 50% зі зміни сигналу λ -зонда).

Експеримент показав, що оцінка технічного стану паливного насоса по сигналу тиску в рампі також можлива. Для цього достатньо проаналізувати швидкість наростання тиску палива при запуску двигуна. У період пуску можна визначити відносну продуктивність насоса. На рис. 6.19 показано, що тиск в паливній рампі на заданий рівень піднімається приблизно за 0,3 с. Маючи еталонну характеристику швидкості наростання тиску палива можна оцінити продуктивність насоса і розрахувати залишковий ресурс крильчатки або шиберного елемента насоса (рис. 1.5).

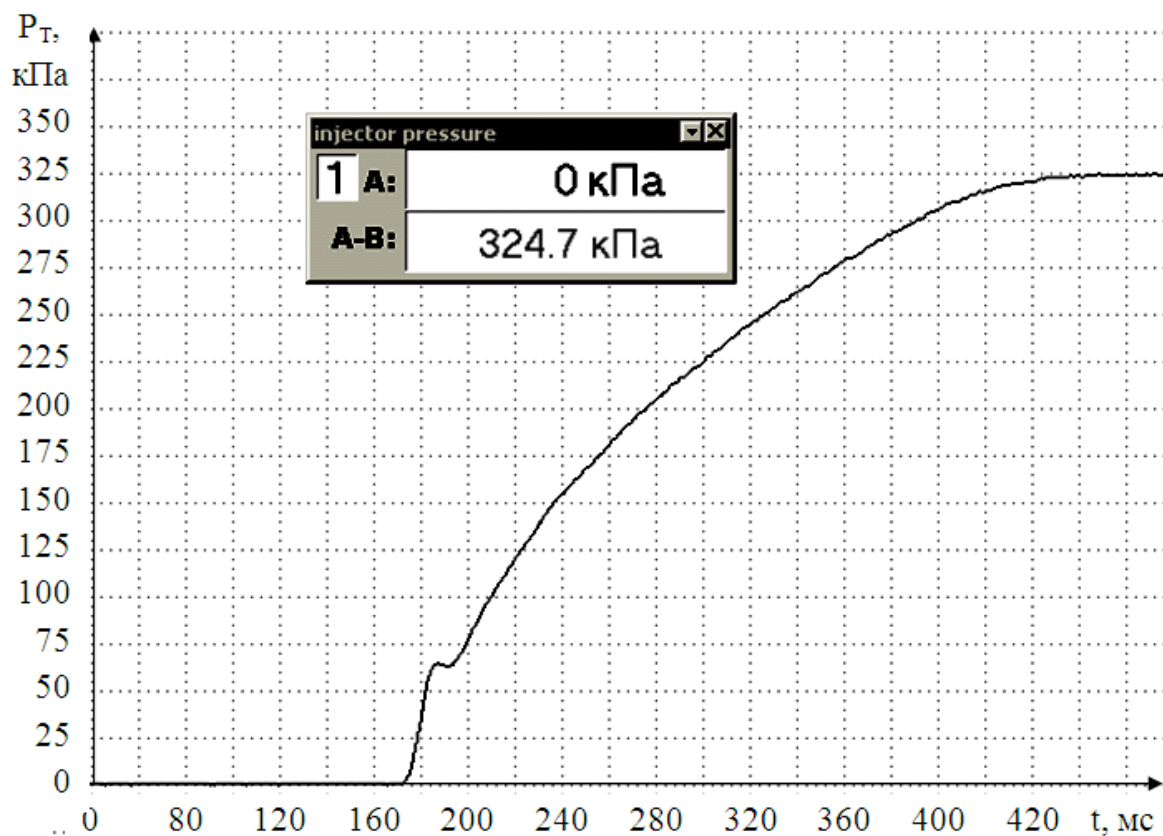


Рисунок 1.5 – Збільшення тиску палива в рампі при пуску двигуна

Раніше були проведені вимірювання коливання палива на форсунках без прив'язки до потужності, крутного моменту в дорожніх умовах на автомобілях SKODA Octavia, VW Golf, ВАЗ - 2114. У подальшому розвитку методики діагностування на двигуні ВАЗ - 2111 планується провести також вимірювання на навантажному стенді з прив'язкою тривалого управління імпульсу на форсунки і тиску палива на форсунки.

Література

1. Діагностування МПСУ BOSCH MP 7.0 [електронний ресурс]: Режим доступу: www.autoscan.com.ua
2. Каталог обладнання Bosch/ Автомобильное и гаражное оборудование. – Киев: “Роберт Бош, Лтд.”. – 2004. – 60 с.
3. Системы впрыска топлива автомобилей ВАЗ – Издательство “За рулём” 2008г. 232с.