

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Графічна частина до магістерської
кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601

На тему:

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ІМПУЛЬСНОГО ВПОРСКУВАННЯ БЕНЗИНУ

Автомобілі та автомобільне господарство
08-29.МКР.009.00.000 ПЗ

Керівник роботи
к.т.н., доц. Ю.Ю. Кукурудзяк

Розробив студент гр. 1Т-14м
Я.В. Паляднік

Мета роботи – удосконалення методики діагностування системи імпульсного впорскування бензину автомобільного двигуна

Об'єкт дослідження – процес діагностування системи імпульсного впорскування бензину автомобільного двигуна

Предмет дослідження – методи і алгоритми діагностування системи імпульсного впорскування бензину автомобільного двигуна

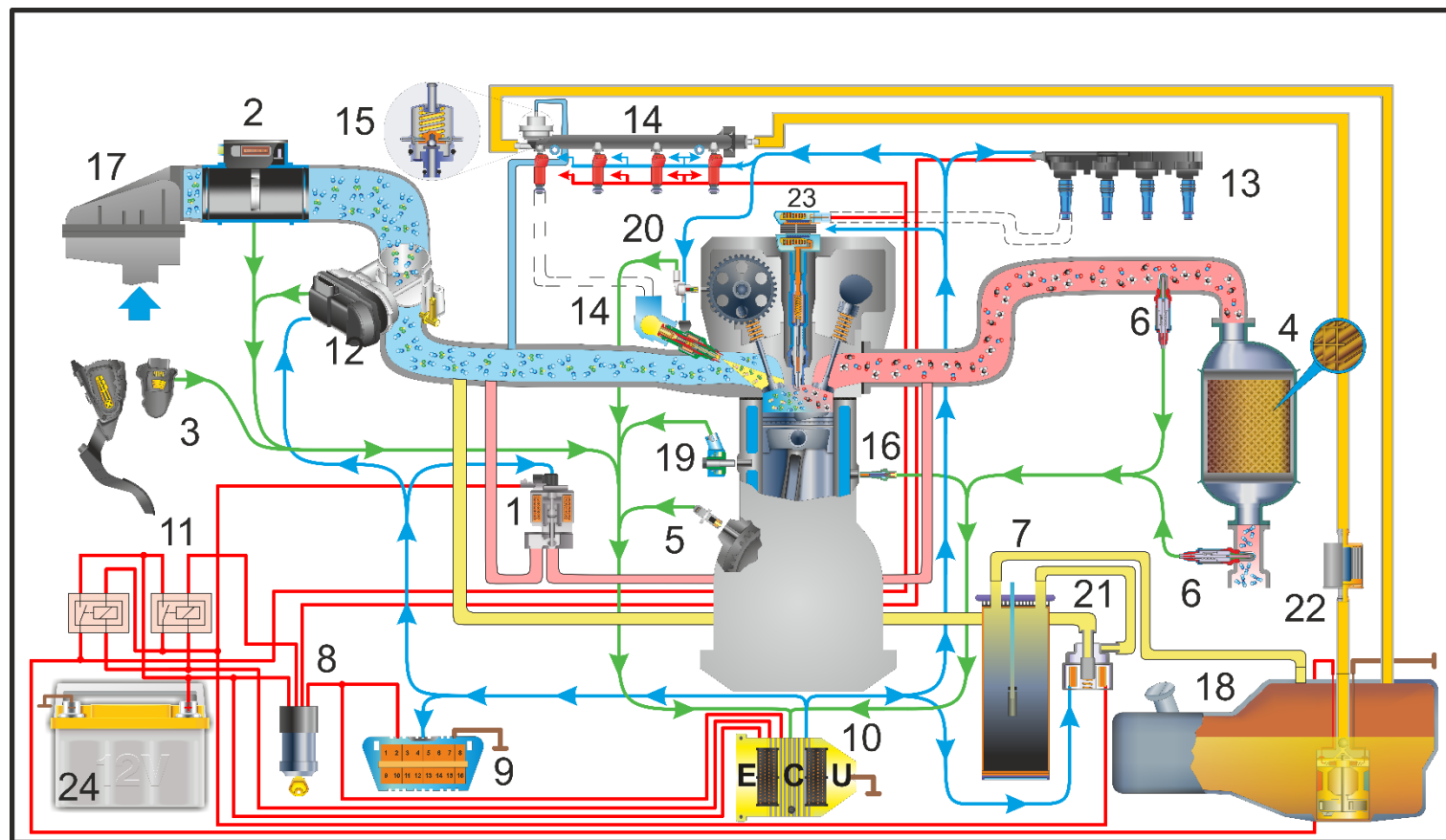
Основні задачі роботи:

1. Виконати аналіз сучасних методів і способів діагностування системи імпульсного впорскування бензину.
2. Вибрати і обґрунтувати діагностичні параметри системи імпульсного впорскування бензину, які мають високу інформативність і прості в реалізації вимірювань. Проаналізувати фактори, що на них впливають.
3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо удосконалення процесу діагностування системи імпульсного впорскування бензину.
4. З метою підвищення ефективності діагностування системи імпульсного впорскування бензину розробити й дослідити діагностичну модель в системі Matlab/Simulink.
5. Розробити алгоритм практичної реалізації методики діагностування системи імпульсного впорскування бензину.

Наукова новизна отриманих результатів

1. Запропоновано науковий підхід діагностування системи імпульсного впорскування бензину, який ґрунтується на моделюванні взаємозв'язку між діагностичними параметрами та причинами несправностей, що дає можливість підвищення ефективності та автоматизації процесу діагностування.
2. Одержав подальший розвиток метод поглибленого діагностування системи імпульсного впорскування бензину із застосуванням комп'ютерного діагностичного стенду на основі зчитування осцилограм напруги керування форсункою та віброакустичного сигналу відкриття голки форсунки.

Принципова схема системи імпульсного впорскування бензину



1 - клапан рециркуляції відпрацьованих газів; 2 - витратомір повітря; 3 - модуль педалі газу; 4 - каталізатор;
5 - датчик положення колінчатого вала. 6 - лямбда-датчик; 7 - адсорбер; 8 - замок запалювання; 9 - діагностичний роз'єм OBD-II; 10 - електронний блок управління; 11 - головне і паливне реле; 12 - модуль дросельної заслінки;
13 - модуль запалювання; 14 - паливна рампа разом із електромагнітними форсунками і регулятором тиску палива; 15 - регулятор тиску палива; 16 - датчик температури охолоджуючої рідини; 17 - повітряний фільтр;
18 - паливний бак із розміщеним в ньому паливним насосом; 19 – датчик детонації; 20 - датчик положення розподільчого вала; 21 – клапан продувки адсорбера; 22 – паливний фільтр; 23 – індивідуальна котушка із свічкою запалювання; 24 – акумуляторна батарея;

Безмоторна установка системи впорскування бензину

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ SIMTEC

ДАТЧИКИ

ВИТРАТОМІР ПОВІТРЯ

ТЕМПЕРАТУРИ ДЕТОНАЦІЇ

ЛЯМБДА-ЗОНД

ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕННЯ

ПОЛОЖЕННЯ АКСЕЛЕРАТОРА

МОНТАЖНА СХЕМА

ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА

ДАТЧИКИ

ESK (ECU)

ВИКОНАВЧІ

ВИКОНАВЧІ

ФОРСУНКА

БЕНЗОНАСОС, РЕГУЛЯТОР

СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ

ЕЛЕКТРОПРИВІД ДРОСЕЛЯ

СИСТЕМИ EGR, EVAP

УПРАВЛІННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ

ЖИВЛЕННЯ

Напруга, В

Сила струму, А

ДВИГУН

Запуск, ХН

ПК

USB-осцилограф

USB-анализатор

On-Board Diagnostic

Керування

USB COM

ДІАГНОСТУВАННЯ

ДАТЧИКИ

ВИКОНАВЧІ ПРИБОРИ

СЕНСОРИ

Діагностика вимірюванням абсолютних значень фізичних величин

Стенд для діагностики форсунок

- Динамічна і статична продуктивність;
- Герметичність;
- Кут факела розпилу форсунок;



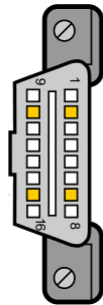
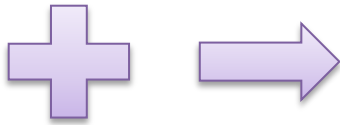
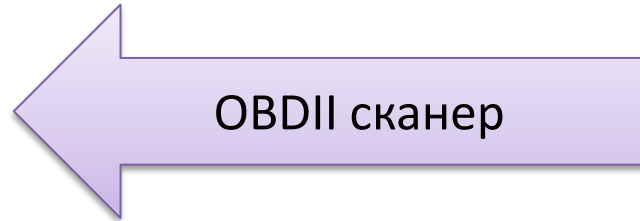
- Опір
- Напруга
- Обрив



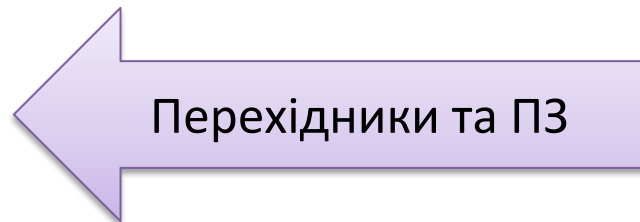
Мультитестер



Діагностування через OBD

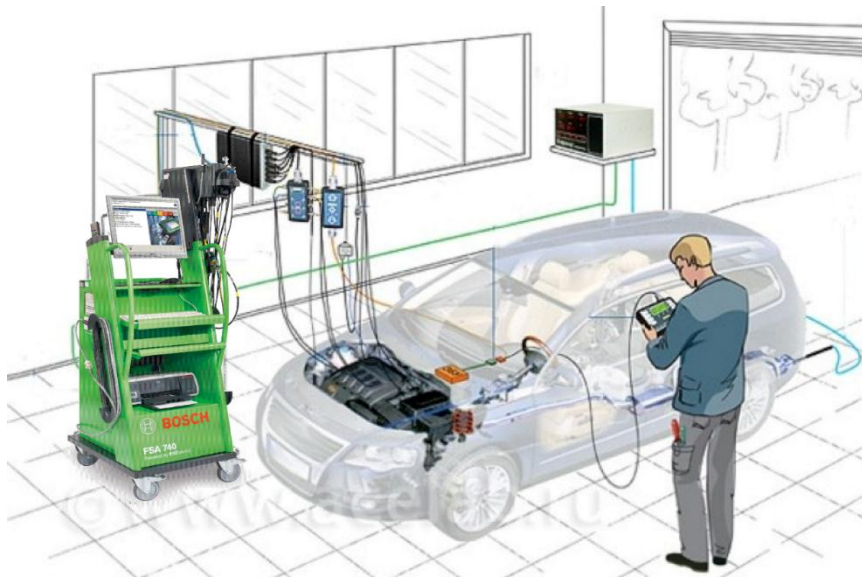


- Зчитування та перегляд кодів несправностей
- Зчитування поточних параметрів роботи СУ
- Отримання збережених параметрів роботи СУ на момент виникнення кодів несправностей
- Управління виконавчими механізмами



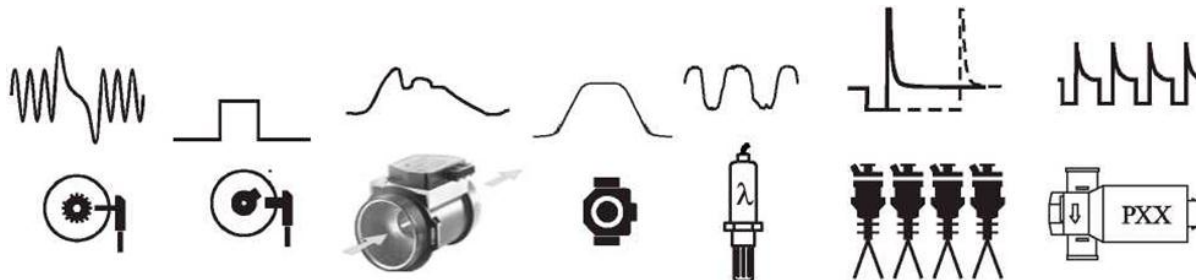
Діагностування за допомогою комп'ютерного діагностичного станду

Зчитування інформації із систем автомобіля



- системи запалювання;
- системи живлення та пуску;
- проводки, датчиків і виконавчих механізмів автомобіля;
- системи освітлення;
- АКПП;
- гальмівної системи і ABS;
- додаткових пристроїв автомобіля.

Осцилограми роботи датчиків і виконавчих механізмів



Формування бази вхідної інформації та діагностичних параметрів системи впорскування бензину

Діагностичні параметри, які характеризують роботу імпульсної системи впорскування

- тиск палива в рампі;
- прохідний перетин отвору форсунки;
- перепад тиску палива на розпилювачі форсунки;
- тривалість впорскування;
- продуктивність паливного насоса;



База вхідної інформації

- P_{Π} - тиск палива в системі при проливанні форсунок;
- P_T - робочий тиск палива при роботі двигуна;
- G_{Π} - витрата палива двигуном;
- $G_{\text{ПОВ}}$ - витрата повітря;
- ρ_{Π} - щільність палива;
- β_{Π} - коефіцієнт зміни щільності палива від температури;
- $S_{\text{ф0}}$ - продуктивність зразкової форсунки;
- $Q_{\text{НН}}^*$ - номінальна продуктивність паливного насоса;
- $\alpha_{\text{ХХ}}$ - коефіцієнт надлишку повітря в режимі холостого ходу;

Алгоритми процедур визначення технічного стану елементів системи імпульсного впорскування

Технічний стан форсунки

Технічний стан стабілізатора тиску та бензонасоса

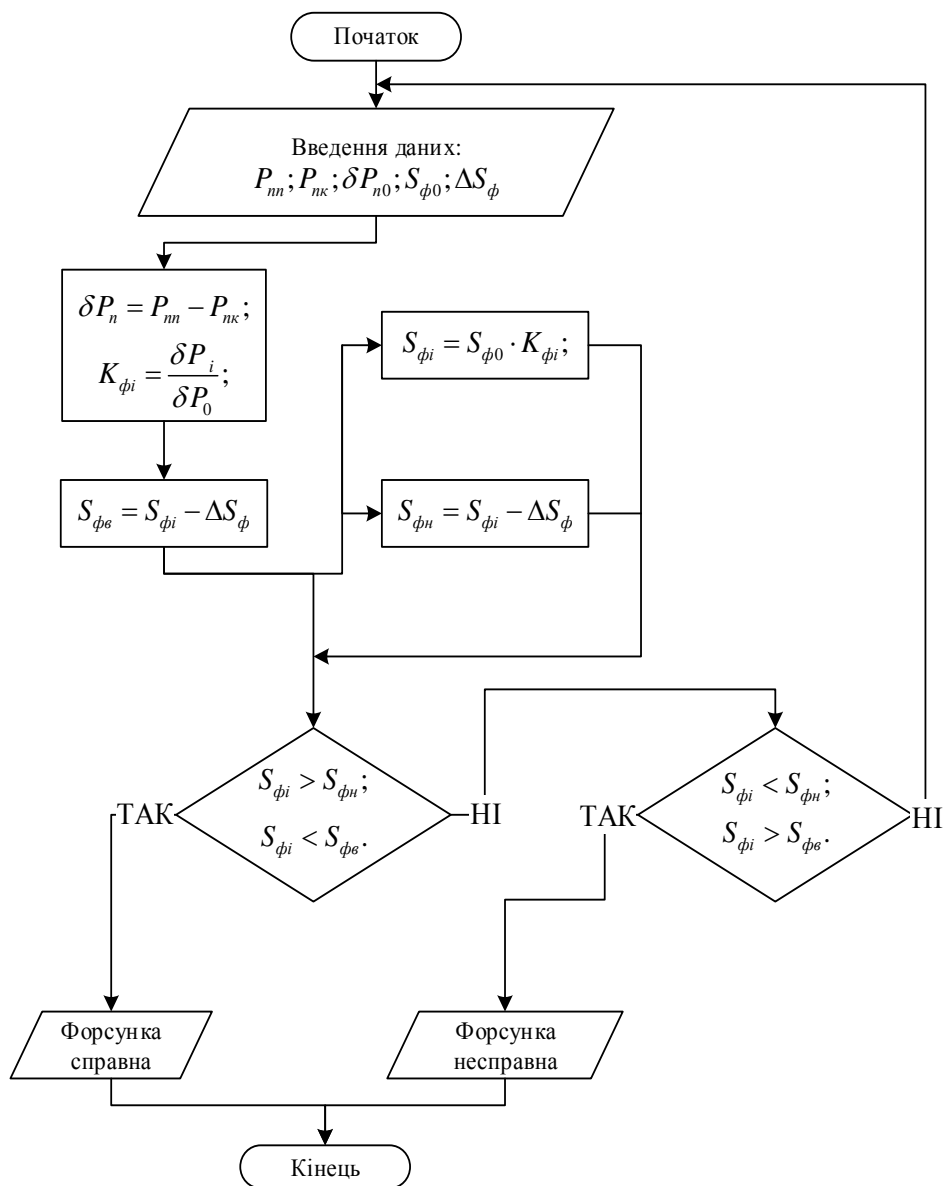
Оцінка коефіцієнта надлишку повітря

Позначення параметра або формула	Найменування параметра, дія або рішення
1. $P_{пп}, P_{пк}$	Початковий і кінцевий тиск палива в рампі при проливанні
2. $\delta P_{п} = P_{пп} - P_{пк}$	Падіння тиску палива при проливанні даної форсунки
3. $\delta P_{п0}$	Падіння тиску палива при проливанні зразкової форсунки
4. $K_{\phi i} = \frac{\delta P_{пi}}{\delta P_{п0}}$	Коефіцієнт технічного стану і-ої форсунки ($i=1,2,\dots,z$)
5. $S_{\phi i} = S_{\phi 0} \cdot K_{\phi i}$	Продуктивність і-ої форсунки
6. $\Delta S_{\phi} = \pm 3\%$	Допуск на продуктивність форсунки
7. $S_{\phi н} = S_{\phi} - \Delta S_{\phi}$	Нижня межа продуктивності форсунк
8. $S_{\phi в} = S_{\phi} + \Delta S_{\phi}$	Верхня межа продуктивності форсунк
9. $S_{\phi i} > S_{\phi н}$	Форсунка справна
10. $S_{\phi i} < S_{\phi в}$	Форсунка справна
11. $S_{\phi i} < S_{\phi н}$	Форсунка несправна
12. $S_{\phi i} > S_{\phi в}$	Форсунка несправна

Позначення параметра або формула	Найменування параметра або прийняте рішення
1. P_T^*	Робочий тиск у рампі при відключеному впускному трубопроводі (із бази даних)
2. $\Delta P_T^* = \pm 2,5\%$	Допуск на робочий тиск
3. $P_{ТВ}^* = P_T^* + \Delta P_T^*$	Верхня межа робочого тиску
4. $P_{ТН}^* = P_T^* - \Delta P_T^*$	Нижня межа робочого тиску
5. $P_{Т1}$	Робочий тиск у рампі, вимірюваного датчиком при відключеному впускному колекторі
6. $P_{Т2}$	Робочий тиск у рампі, вимірюваного датчиком при підключеному впускному колекторі
7. $P_{Т1} < P_{ТВ}^*$ $P_{Т1} > P_{ТН}^*$ $P_{Т1} > P_{Т2}$	Стабілізатор тиску справний
8. $P_{Т1} > P_{ТВ}^*$ $P_{Т1} = P_{Т2}$	Стабілізатор тиску несправний
9. $P_{Т1} < P_{ТН}^*$	Несправний стабілізатор тиску або насос (перевірити продуктивність насоса)
10. $Q_{нн}^*$	Нижня межа продуктивності паливного насоса (із БД)
11. $G_{цп}$	Масова циркуляція палива в системі, обмірювана датчиком витрати
12. $Q_n = 16,66 \cdot \frac{G_{цп}}{\rho_n \cdot \beta_n \cdot t_n}$	Продуктивність насоса в даний момент
13. $\rho_n \cdot \beta_n$	Щільність палива і температурний коефіцієнт (із БД)
14. $Q_n > Q_{нн}^*$	Насос справний
15. $Q_n < Q_{нн}^*$	Насос несправний
16. $Q_n > Q_{нн}^*$ $P_{Т1} < P_{ТН}^*$	Насос справний, стабілізатор тиску несправний

Позначення параметра або формула	Найменування параметра або прийняте рішення
1. l_0	Теоретично необхідна кількість повітря (із БД)
2. $G_{пов}$	Витрата повітря, виміряна датчиком
3. $G_{п}$	Витрата палива, виміряна датчиком
4. $\alpha_{ср} = \frac{G_{пов}}{l_0 \cdot G_{п}}$	Середній по двигуні коефіцієнт надлишку повітря
5. $\alpha_{хх}$	Середній по двигуні коефіцієнт надлишку повітря в режимі холостого ходу (із БД)
6. $\Delta \alpha$	Допуск на коефіцієнт надлишку повітря (із БД)
7. $\alpha_{в} = \alpha_{хх} + \Delta \alpha$	Верхня межа середнього по двигуні α (холостий хід)
8. $\alpha_{н} = \alpha_{хх} - \Delta \alpha$	Нижня межа середнього по двигуні α (холостий хід)
9. $\alpha_{ср} > \alpha_{в}$	Суміш бідна
10. $\alpha_{ср} < \alpha_{н}$	Суміш багата
11. $\alpha_{ср} < \alpha_{в}$ $\alpha_{ср} > \alpha_{н}$	Склад суміші в нормі

Алгоритм процедури визначення технічного стану форсунок

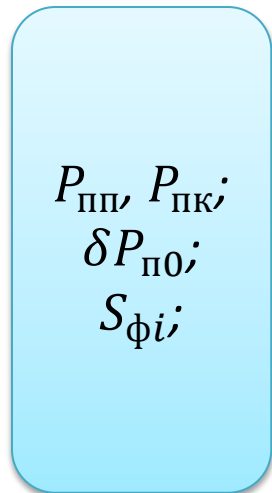


Вхідні дані:

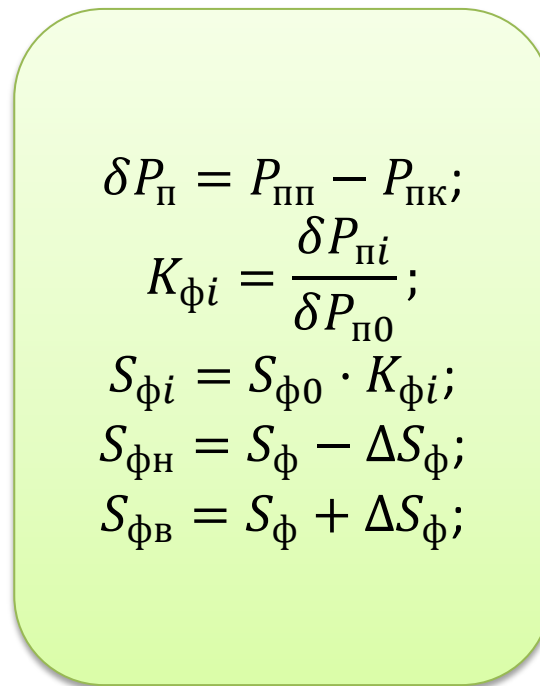
- $P_{\text{пп}}, P_{\text{пк}}$ - Початковий і кінцевий тиск палива в рампі при проливанні;
- $\delta P_{\text{п0}}$ - падіння тиску палива при проливанні зразкової форсунки;
- S_{phi} - продуктивність зразкової форсунки;
- ΔS_{phi} - допуск на продуктивність форсунки.

Алгоритм процедури визначення технічного стану форсунок

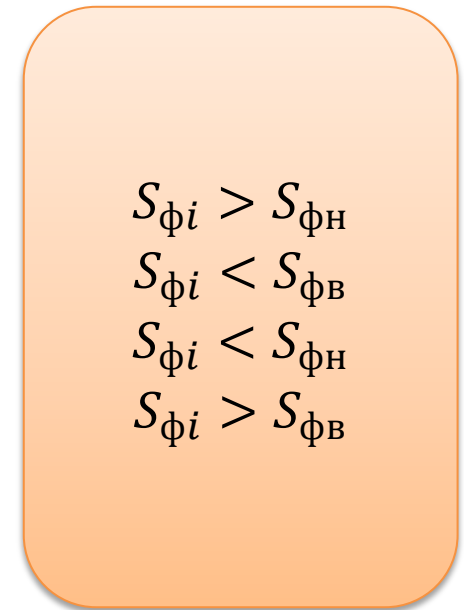
Вхідні дані



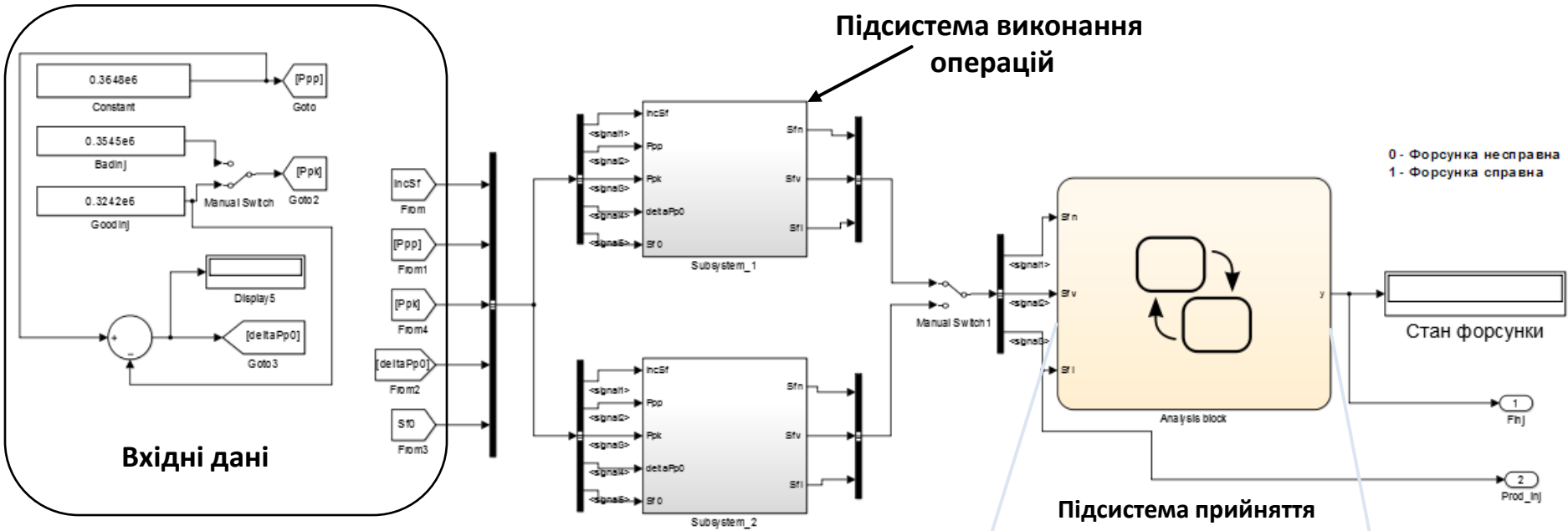
Обробка даних



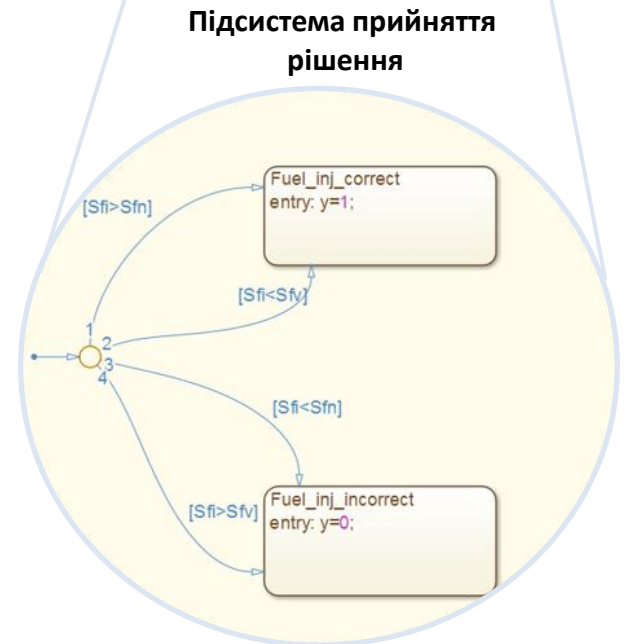
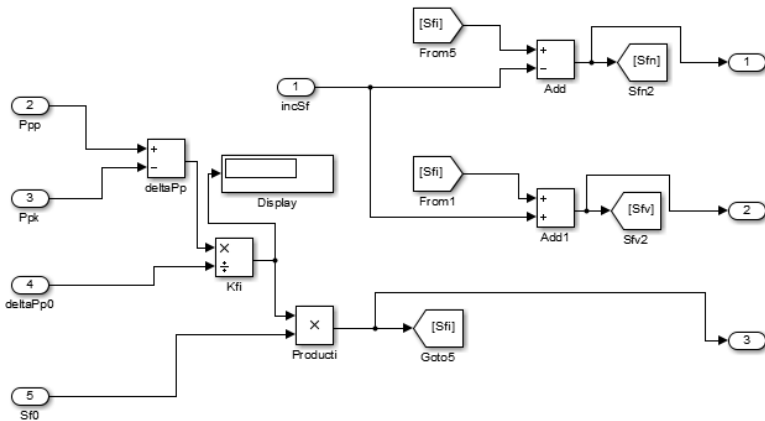
Прийняття рішення



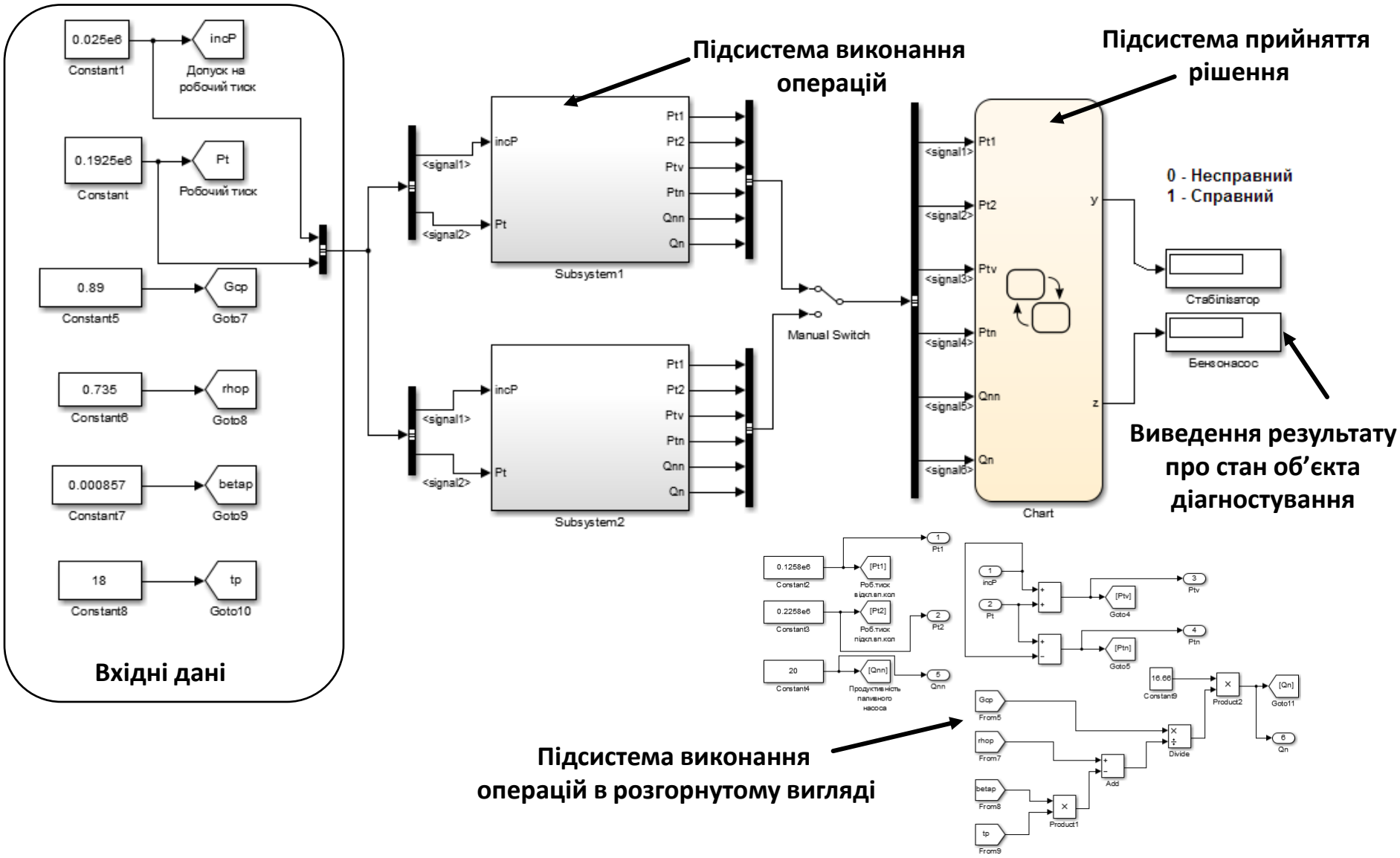
Simulink модель процедури визначення технічного стану форсунок



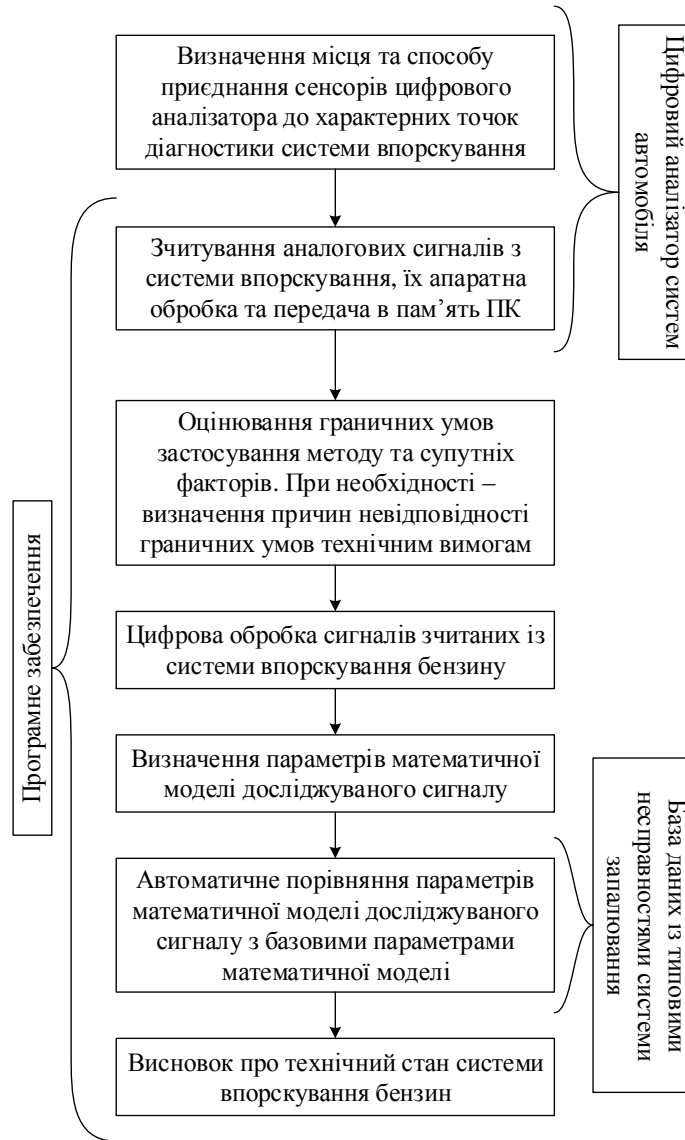
Підсистема виконання операцій в розгорнутому вигляді



Simulink модель процедури визначення технічного стану стабілізатора тиску і бензонасоса



Блок-схема алгоритму діагностування



ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу науково-технічної літератури обґрунтована необхідність удосконалювання методів і засобів технічного діагностування системи імпульсного впорскування бензину. Існуючі засоби й методи діагностування не дозволяють швидко, точно й однозначно розрізнити характерні несправності системи впорскування бензину.

Обґрунтовано доцільність вибору діагностичних параметрів системи впорскування бензину, що безпосередньо характеризують зміну структурних параметрів системи.

2. На основі запропонованого наукового підходу розроблено діагностичну систему, яка ґрунтується на математичному моделюванні робочого процесу системи впорскування та розробці діагностичної моделі в системі Matlab-Simulink. Це дає можливість підвищення ефективності діагностування системи впорскування бензину та можливості автоматизації процесу діагностування.

3. Розроблено безмоторну установку системи впорскування бензину, яка дала можливість практичного випробування розроблених діагностичних моделей та алгоритмів.