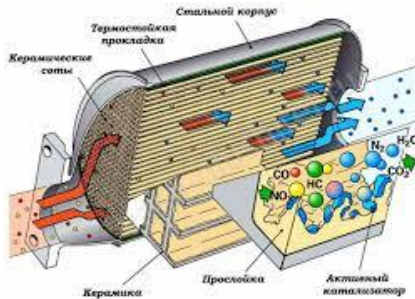


Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра гідроінформатики



01-02-173М

активний
каталізатор

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи
«Визначення технічного стану
каталітичного нейтралізатора за допомогою
On-Board Diagnostics systems»

з навчальної дисципліни
«Діагностування технічного стану двигунів»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та
другого (магістерського) рівня усіх освітньо-професійних про-
грам спеціальностей НУВГП денної форми навчання

Схвалено науково-методичною
радою НУВГП
Протокол № 3 від 21.04.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Визначення технічного стану каталітичного нейтралізатора за допомогою On-Board Diagnostics» з навчальної дисципліни «Діагностування технічного стану двигунів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня усіх освітньо-професійних програм спеціальностей НУВГП денної форми навчання [Електронне видання] / Клімов С. В. – Рівне : НУВГП, 2021. – 15 с.

Укладач: Клімов С. В. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри гідроінформатики.

Відповідальний за випуск: Клімов С. В. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри гідроінформатики.

Вчений секретар науково-методичної ради Костюкова Т. А.

Протокол засідання кафедри № 6 від 06.04.2021 р.

Зміст

Зміст	2
Визначення технічного стану каталітичного нейтралізатора за допомогою On-Board Diagnostics system (OBD2)	3
1. Призначення каталітичного нейтралізатора	3
2. Принцип роботи	5
3. Основні несправності при роботі системи каталітичного нейтралізатора	7
Умови формування DTC P0420	7
Особливості роботи машини при несправності каталітичного нейтралізатора (зовнішні ознаки помилки p0420)	8
Основні причини виникнення коду P0420	9
Методи перевірки і вирішення неполадки	10
4. Перевірка роботи каталітичного нейтралізатора і його параметри	10
Покази датчика кисню на осцилографі	10
Усунення несправності, пов'язаної з помилкою P0420	11
5. Каталізатор і ГБО	12
6. Література	14

© Клімов С. В., 2021

© НУВГП, 2021

Визначення технічного стану каталітичного нейтралізатора за допомогою On-Board Diagnostics system (OBD2)

Мета роботи – навчитись визначати технічний стан каталітичного нейтралізатора за допомогою On-Board Diagnostics.

Пристрої, обладнання та пристосування: OBD2 адаптер бездротовий на чіпі ELM327 (Wi-Fi та/або Bluetooth); OBD2 Діагностичний кабель VAG USB на чіпі FTDI FT232RL; встановлена на мобільний пристрій Android діагностична програма Torque Lite або аналогічна, машина з функцією OBD2.

1. Призначення каталітичного нейтралізатора

Каталітичний нейтралізатор або каталітичний конвертер (англ. catalytic converter, популярна назва «автомобільний каталізатор») — пристрій, встановлений у вихлопній системі двигуна внутрішнього згоряння, що призначений для зменшення токсичності відпрацьованих газів через відновлення оксидів азоту та використання отриманого кисню для допалювання чадного газу та недогорілих вуглеводнів. Основною вимогою до успішної роботи каталітичного нейтралізатора (каталітичного реактора) є забезпечення стехіометричного співвідношення палива і кисню у паливо-повітряній суміші (1).

Стехіометричний склад горючої суміші (грецьк. στοιχειών - основа, елемент і μέτρον - вимірюю) - склад суміші, в якій окиснювача рівно стільки, скільки необхідно для повного окиснення палива. Для бензинових двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, стехіометричним вважається співвідношення повітря / паливо, що дорівнює 14.7:1 (масові частини). Для пропану це співвідношення дорівнює 15.6:1

Стехіометрична суміш — це суміш, склад якої забезпечує повне згоряння палива без залишку надлишкового кисню. Коефіцієнт надлишку повітря для стехіометричної горючої суміші дорівнює одиниці (2).

Коефіцієнт надлишку повітря (альфа - α) завжди для стехіометричної суміші дорівнює одиниці. Але практично в двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) цей коефіцієнт відрізняється від 1. Так наприклад, оптимальний з точки зору економічності альфа

для двигунів з іскровим запалюванням 1,03-1,05. Перевищення обумовлено тим, що через недосконалість змішування палива з повітрям в карбюраторі або при безпосередньому впорскуванні палива в циліндрі двигуна для повного згоряння палива необхідно невелике збільшення альфи. З іншого боку, найбільша потужність двигуна при інших рівних параметрах досягається при роботі на більш багатих сумішах, альфа = 0,83 ... 0,88. На рис. 1 показані залежності потужності та економічності бензинового двигуна від альфа і співвідношення повітря / паливо для бензину при деяких значеннях альфа. Так, для бензину стехіометричне співвідношення повітря / паливо по масі становить 14,7, для суміші пропан-бутан це співвідношення дорівнює 15,6.

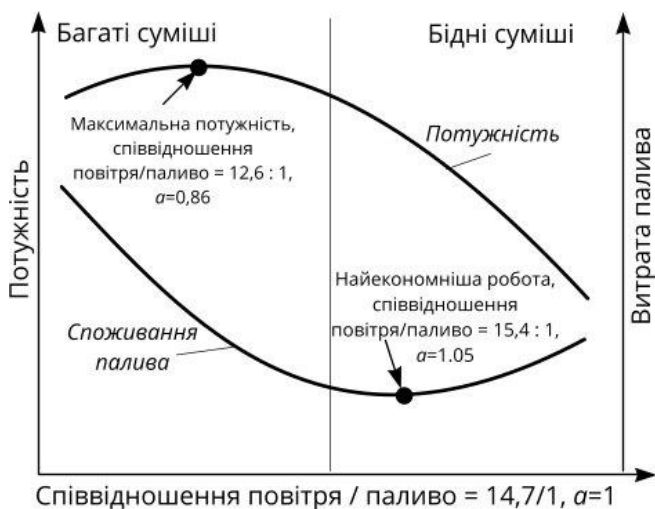


Рис. 1. Залежності потужності і питомої витрати палива для бензинових ДВЗ від коефіцієнта надлишку повітря

У сучасних двигунах підтримку альфа близько до оптимального здійснюється за допомогою автоматичної системи управління співвідношенням паливо / повітря. Основним датчиком в таких системах служить датчик концентрації вільного кисню у вихлопних газах двигуна - лямбда-зонд (3).

Для довідки - у дизельних двигунах для виключення сильного сажоутворення альфа підтримують на рівні 1,1 ... 1,3 (3,4).

При неповному згорянні палива утворюються шкідливі викиди. Завданням для автомобільного каталітичного нейтралізатора є зниження у вихлопних газах частки шкідливих речовин, до яких у першу чергу належать:

- монооксид вуглецю (CO) — отруйний газ без кольору і запаху (чадний газ);

- вуглеводні (CxHy), також відомі як леткі органічні сполуки – один з головних компонентів смогу, утворюються при неповному згорянні палива;

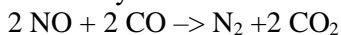
- оксиди азоту NOx (NO та NO2) – також є компонентами, що викликають утворення смогу і кислотних дощів, негативно впливають на слизову оболонку людини (1).

2. Принцип роботи

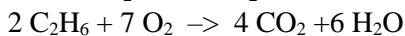
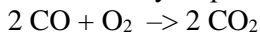
Каталітичний нейтралізатор розташований у вихлопній системі найчастіше на випускній трубі одразу ж за двигуном. В каталітичних перетворювачах типу TWC (англ. three-way catalytic converters — трикомпонентний каталітичний нейтралізатор) для нейтралізації трьох видів шкідливих речовин (див. вище) міститься два різних типи каталізаторів: відновлювальний та окиснювальний. Розташовані всередині корпусу, обидва типи каталітичного нейтралізатора виконані у вигляді керамічної структури (блока-носія), покритої металевим каталізатором (зазвичай це платина або її сплав з іридієм, родій та/або паладій). Керамічна основа має стільникову структуру, яка забезпечує збільшення площі контакту вихлопних газів з поверхнею, на яку нанесено тонкий шар металу. Недогорілі залишки (CO, вуглеводні) контактуючи з поверхнею каталітичного шару, окислюються киснем, що виділяється при реакції відновлення NO а також, частково міститься у вихлопних газах. В результаті реакції виділяється тепло, що розігріває каталізатор і, тим самим, активується реакція окиснення (1).

Відновлювальний каталізатор забезпечує перший етап каталітичного перетворення. Тут використовується платина і родій

щоб зменшити викиди NOx. Коли молекула NO чи NO₂ зустрічається з молекулами каталізатора, від неї відокремлюється атом азоту, вивільняючи кисень. Атоми азоту утворюють газ азот — N₂. CO може взаємодіяти з вивільненим киснем з утворенням вуглекислого газу.



Окиснювальний каталізатор забезпечує другий етап каталітичного перетворення. На ньому зменшується кількість недогорілого палива та окису вуглецю в результаті їх спалення (окиснення) з допомогою таких каталізаторів, як платина та паладій. Цей каталізатор також допомагає CO вступити у реакцію з недогорілим киснем з утворенням вуглекислого газу CO₂.



Останнім (третім) етапом роботи перетворювача типу TWC є система керування, яка контролює потік вихлопних газів і використовує цю інформацію для керування системою впорскування палива. Один датчик концентрації кисню встановлений перед автомобільним каталізатором (рис. 2, поз.2), тобто ближче до двигуна, ніж сам перетворювач (рис. 2, поз.1). Цей датчик надає електронному блоку керування двигуном (англ. engine control module, ECM) інформацію про кількість кисню у вихлопі. Блок керування двигуном зменшує/збільшує вміст кисню у вихлопних газах за рахунок регулювання кількості повітря, що надходить до палива. Другий датчик (рис. 2, поз. 3) встановлюється після каталітичного конвертера і забезпечує контроль ефективності його роботи. Така схема дозволяє підтримувати роботу двигуна на паливній суміші зі співвідношенням близьким до стехіометричної точки, а також контролювати кількість кисню у вихлопних газах необхідну для роботи окиснювального каталізатора.

В остаточному підсумку на виході з каталітичного нейтралізатора (справного) вихлопні гази містять в основному N₂ і CO₂ – більш-менш нешкідливі гази (про парниковий ефекти ми тут не говоримо).

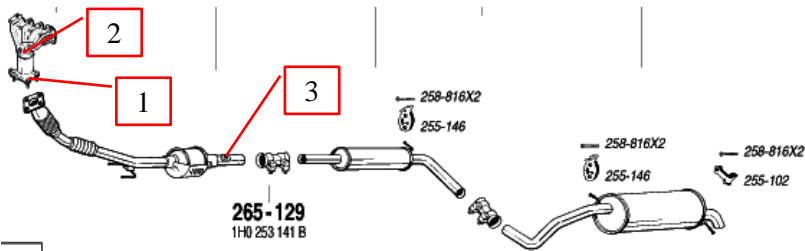


Рис. 2. Встановлення каталітичного нейтралізатора (1) та датчиків кисню (2), (3) на автомобілях Skoda Fabia, Volkswagen Polo 1.4

3. Основні несправності при роботі системи каталітичного нейтралізатора

Помилка P0420: ознаки, причини і усунення низької продуктивності каталізатора.

Код помилки P0420 розшифровується як: «ефективність системи каталітичного нейтралізатора нижче порогового рівня». Якщо автомобіль обладнаний відразу двома нейтралізаторами, то дана помилка може також мати код P0430. В англійському варіанті опис несправності буде звучати як Catalyst System Efficiency Below Threshold (Bank 1) або (Bank 2). Неважко здогадатися, що проблема, швидше за все, буде свідчити про завершення терміну служби каталізатора, хоча є надія, що це погане паливо або виїшла з ладу друга лямбда (5).

Умови формування DTC P0420

ЕБК (ECU) в процесі контролю, порівнює сигнали 1-го і 2-го датчиків протягом заданого тимчасового інтервалу, обчислюючи тривалість сигналу напруги, і якщо вона виходить за межі заданого порогу, «мозок» автомобіля, інтерпретує це, як порушення роботи нейтралізатора. Граничне значення різниці між амплітудами переднього S1 (береться за еталон) і заднього S2 кисневих датчиків складає більше в 0,7 рази за одну хвилину. Але лампочка чека, що сигналізує про фіксацію помилки в пам'яті блоку ЕСМ, загоряється не моментально, а лише коли зниження

показників ефективності каталітичного нейтралізатора відбувається протягом 100 секунд, причому навантаження на двигун повинна становити від 21 до 63% при обертанні коленвала 1 720 - 2 800 об / хв, а температура каталізатора перевищувати 500 градусів.

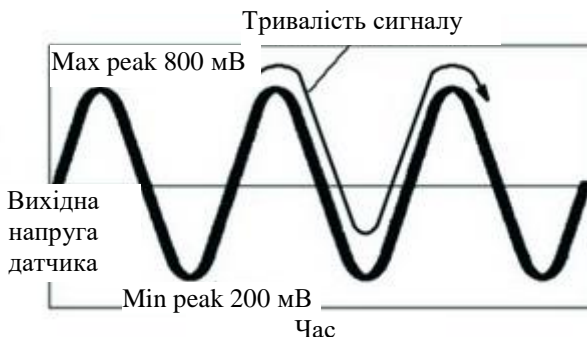


Рис. 3. Сигнал від кисневого датчика, (5)

У міру зношування каталізатора (пропускної його здатності) показання заднього датчика наближаються до показань переднього датчика кисню.

При нормальному функціонуванні каталітичного нейтралізатора сигнал підігривається кисневого датчика, що знаходиться на виході, перемикається повільно між значеннями збагаченого і збідненого станами. Часте переключення лямбда-зонда між даними станами і вказує на зниження ефективності нейтралізатора. В результаті чого його здатність акумулювати кисень знижується.

Код несправності P0420 з'являється тоді, коли в вихлопних газах виявляється кисень і залишки незгорілого палива (5).

Особливості роботи машини при несправності каталітичного нейтралізатора (зовнішні ознаки помилки p0420)

Залежно від того, який з двох варіантів несправності каталізатора настає (забився або почалося руйнування), то і машина буде проявляти їх властивими ознаками. Крім того, що на панелі

приладів загориться Check Engine, а в деяких авто і лампочка перегріву каталізатора, вихлопні гази вже не будуть відповідати нормам ЄВРО 3-5.

Ознаки помилки P0420 (P0430):

- підвищена витрата палива;
- зниження динаміки двигуна;
- зміни запаху вихлопних газів на неприємний;
- брязкіт з боку каталітичного нейтралізатора (якщо розсіпається);
- іноді нестабільний холостий хід;
- можуть виникнути проблеми з запуском двигуна.

Якщо одночасно спостерігається більше двох з цих ознак, швидше за все, у автомобіля проблеми з каталізатором, і необхідна діагностика (5).

Основні причини виникнення коду P0420

При правильній експлуатації ресурс роботи каталізатора становить 200-250 тис. км. Але внаслідок поганого пального або несправної роботи запалювання і газорозподілу, порушення компресії, і появи пропусків запалювання термін служби каталітичного нейтралізатора зменшується, і з'являється помилка з кодом P0420 або P0430.

Неякісний бензин - основна небезпека для каталізатора! Якщо постійно заправлятися поганим паливом, то і на 80 тис. км нейтралізатор вже може бути зіпсований.

Отже, основні можливі причини:

- Використовується етилований бензин.
- Пошкоджений або вийшов з ладу кисневий датчик S2.
- Замикання в ланцюзі «нижнього» датчика кисню.
- Пошкодження каталізатора.
- Пошкодження в системі випуску (випускний колектор, глушник, трубки, прокладки і т.п.).
- Тривала робота автомобіля з пропусками запалювання в циліндрах.
- Підвищений тиск палива в системі.

Отже, може бути не менше семи причин виникнення помилки P0420, хоча найчастіше все набагато простіше, і водії стикаються з потребою вирізати, міняти каталізатор, ставити обманку лямбда-зонда.

Для правильного визначення несправності, що викликала виникнення даного коду, необхідно провести ретельну діагностику всіх можливих причин.

Методи перевірки і вирішення неполадки

1. Перевірка справності кисневого датчика або вихлопної системи і колектора на наявність витоків. Витоки і інші негерметичності можуть вплинути на роботу датчиків O₂ і послужити причиною появи коду помилки P0420, але все ж, частіше ця проблема безпосередньо пов'язана лише з станом каталізатора.

2. Переконайтеся, що симптоми потрапляння ОР в двигун і витрата масла - відсутні.

3. Перевірити момент випередження запалювання. Зменшення кута випередження запалювання нижче необхідного може збільшити температуру вихлопних газів і, з часом, знизити ефективність роботи каталізатора.

4. Перевірити роз'єм 2-го («заднього») датчика кисню.

Якщо дані перевірки не виявили причину помилки – підключаємо комп'ютер для зняття даних з електронного блоку управління.

4. Перевірка роботи каталітичного нейтралізатора і його параметри

Для оцінки ефективності роботи каталізатора необхідно порівняння графіків вихідної напруги між «верхнім» і «нижнім» кисневими датчиками, а також огляд даних коригування подачі палива.

Покази датчика кисню на осцилографі

Вихідна напруга кисневого датчика, що зчитується комп'ютером автомобіля, буде зменшуватися при збідненні суміші і

збільшуватися при її збагаченні. Нормальні показники для кисневого датчика будуть коливатись між 900 мілівольт (збагачений стан) і 100 мілівольт (збіднений стан).

Короткострокове коригування, в ідеалі, повинно прямувати до «0», але на двигуні з пробігом відхилення від норми до 10% є прийнятним. А коли коригування подачі палива перевищує 25%, то виникає ще й довгострокове коригування, так що, якщо присутні обидва значення - це свідчить про проблему приготування паливно-повітряної суміші. Необхідно звернути увагу на наявність додаткових кодів несправностей.

Усунення несправності, пов'язаної з помилкою P0420

1. поміняти місцями лямбда-зонди, верхній і нижній, оскільки вони однакові і можуть замінювати один одного. Отже, якщо проблема саме в неробочому другому кисневому датчику, то код помилки зміниться (як варіант, може з'явиться помилка P0134).
2. Заправиться іншим бензином, більш якісним, і трохи поїздити (якщо це через паливо, то пара днів змінить ситуацію).
3. Перевірка каталізатора, а точніше, його пропускної здатності (є кілька методів). Внутрішнє руйнування каталізатора зазвичай відбувається через погану роботу систем двигуна до каталізатора. Підвищена температура роботи нейтралізатора зазвичай є причиною, як появи даного коду, так і виходу його з ладу. Наприклад, пропуски запалювання можуть привести до підвищеної робочої температури каталізатора.

Оскільки найчастіше помилка P0420 вискакує при каталізаторі, що відслужив своє, швидше за все, проблему малої ефективності роботи системи каталітичного нейтралізатора нижче порогового рівня, доведеться вирішувати шляхом заміни на робочий або перепрошивання ЕБК на іншу норму токсичності (під EURO2).

Найдорожчим і найправильнішим методом ремонту буде заміна каталізатора на новий оригінальний.

В рази дешевше замінити на універсальний каталізатор. Його ефективність роботи дещо гірше (оригінал керамічний, а такий часто з заліза), ресурс всього лише близько 30-50 тис. км, і не всі автомобілі до такої зміни позитивно поставляться. Зате не доведеться робити якихось програмних змін. Приблизно в стільки ж обійдеться покупка б/у оригіналу на розборці.

Неприйнятним, але часто застосовуваним є відносно недорогий варіант – установка полум'я гасника. Таке рішення передбачає вирізання банки каталізатора і установки обманки другого лямбда-зонда.

Ще один бюджетний і з екологічної точки зору шкідливий варіант, включає перепрошивання і установку обманки (механічної або електронної), – це переведення автомобіля на знижену норму токсичності. Таке рішення проблем, що з'явилися з кодом р0420, не тільки усуне несправність, але і дозволить «дихати двигуну на повні груди», адже норми токсичності урізують потужності можливості заради відповідності екологічним стандартам. Даний метод передбачає видалення каталізатора з вихлопної системи, а установка двоканального емулятора дасть можливість точно налаштувати параметри часу відгуку, швидкість сигналу і його зміщення.

Якщо пропускна здатність каталітичного нейтралізатора ще в межах норми (0,21 кг / см² при 2000 об / хв), оскільки сигнал про потребу заміни каталізатора може з'являтися навіть при 70% працездатності, то можна тимчасово поставити проставки під лямбда-зонд. Таке рішення найдешевше, але не панацея і підходить далеко не всім.

5. Каталізатор і ГБО

Все частіше виникають проблеми каталізаторів на автомобілях обладнаних газобалонним обладнанням. Зазвичай проблема викликана не каталізатором, а самим газобалонним обладнанням. Зверніть увагу - якщо автомобіль працює на бензині тривалий час без проблем - зверніть увагу на ГБО.

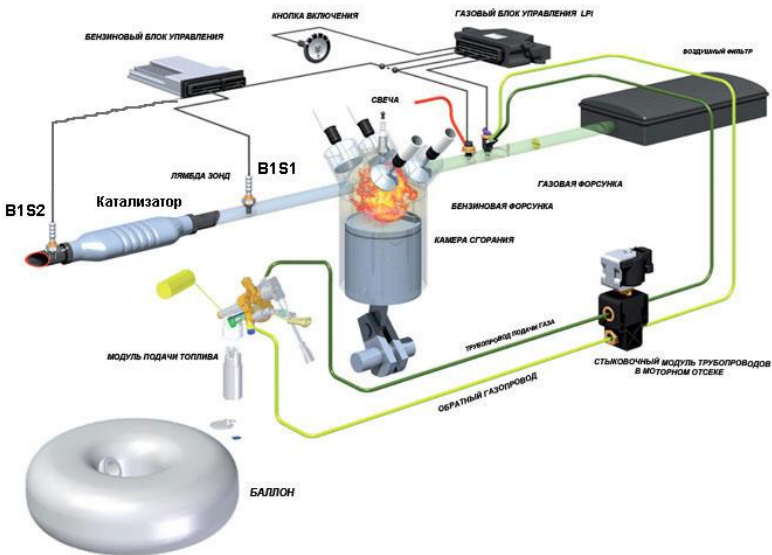


Рис. 4. ГБО 4-го покоління (6)

Найчастіше зустрічаються три причини появи кодів несправності по каталізатору на автомобілях з газом (6):

- Неправильне налаштування ГБО. Рішення просте - налаштуйте ГБО;
- нестабільний тиск газу в рампі форсунок. Зазвичай викликано нездатністю редуктора утримувати необхідний тиск. Помилки зазвичай з'являються, коли запас газу в балоні закінчується. Рішення - замінити редуктор або частіше заправлятися;
- Часто зустрічається проблема - нестабільність роботи газових форсунок. Звичайними методами діагностувати неможливо. Проблема з газовими форсунками часто з'являється через нестабільність їх роботи, розкиду параметрів. Найбільш часто зустрічається залипання форсунок і розкид в продуктивності. Всі параметри визначаються спеціальним тестером газових форсунок.

Сучасна система управління дуже вимоглива до параметрів всіх ланок, тому, навіть незначний розкид параметрів форсунок

веде до непередбачуваних результатів. Через розкид параметрів блок управління не може адекватно відкоригувати паливні пропорції.

Найбільш ефективна робота двигуна, що працює на пропані можлива при більш ранньому куті запалювання і більш бідній суміші із співвідношенням 15,5: 1 для пропану (в порівнянні з сумішшю для бензину 14,7: 1). При стандартній схемі з ГБО 4-го та 5-го покоління (див. рис. 4) управління сумішшю здійснюється бензиновим блоком керування, газовий блок керування тільки вносить коригування для управління газовими форсунками. У зв'язку з цим, суміш при роботі на газу підтримується за бензиновим стандартом, що тягне за собою нештатну роботу каталізатора і більш швидке його руйнування (6).

Більш детально ознайомитись з роботою датчиків кисню Ви зможете тут: (7–10), а з протоколом випробувань після ремонту – тут (11).

6. Література

1. Каталітичний нейтралізатор. В: Вікіпедія. 2019 [цит. за 05, Жовтень 2019]. URL: https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80&oldid=25878823
2. Стехиометричний склад горючої суміші. В: Вікіпедія. 2015 [цит. за 05, Жовтень 2019]. URL: https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%85%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4_%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%8E%D1%87%D0%BE%D1%97_%D1%81%D1%83%D0%BC%D1%96%D1%88%D1%96&oldid=15440003
3. Стехиометрическая горючая смесь. В: Википедия. 2019 [цит. за 05, Жовтень 2019]. URL: https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_

- %D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%8E%D1%87%D0%B0%D1%8F_
%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%8C&oldid=100036765
4. Klaus Schreiner. Basiswissen Verbrennungs motor. 2nd edition. [цит. за 05, Жовтень 2019]. URL: <https://www.vitalsource.com/en-au/products/basiswissen-verbrennungsmotor-klaus-schreiner-v9783658061876>
 5. Иван Матиешин. P0420 код ошибки низкой производительности катализатора bank 1 или P0430 Catalyst System Efficiency Below Threshold bank 2 - причины и устранение. etlib.ru. [цит. за 05, Жовтень 2019]. URL: <https://etlib.ru/blog/530-oshibka-p0420-priznaki-prichiny-i-ustranenie-nizkoj-proizvoditelnosti-katalizatora>
 6. Лямбда регулювання, каталізатор і ГБО - SDSauto. [цит. за 06, Жовтень 2019]. URL: <https://sdsauto.com/uk/content/33-lyambda-regulyuvannya-katalzator-gbo>
 7. Купить глушители и катализаторы для VOLKSWAGEN Polo 1.4. Продажа деталей выпускной системы автомобиля в Москве оптом и в розницу, интернет магазин автозапчастей для иномарок. [цит. за 05, Жовтень 2019]. URL: <http://ecocat.msk.ru/shop/parts/9096040/>
 8. Как проверить лямбда зонд тестером мультиметром, осциллографом, своими руками. Авто. 2017 [цит. за 06, Жовтень 2019]. URL: <https://autotopik.ru/diagnostika-neispravnosti/609-kak-proverit-lyambda-zond.html>
 9. Датчик кислорода (Лямбда-зонд). (P) (с. 3) - Ford Focus 1. FFclub - Ford Fan Club. [цит. за 06, Жовтень 2019]. URL: https://ffclub.ru/topic/184703/jump_60/
 10. Библиотека автомобильной литературы A-Car-Library.ru: Кислородные датчики, устройство, принцип действия, диагностика. [цит. за 06, Жовтень 2019]. URL: <http://www.a-car-library.ru/cat/kislородnye-datchiki-ustrojstvo-princip-dejstviya-diagnostika>
 11. СИСТЕМА SFI, диагностический DTC:P042000. [цит. за 06, Жовтень 2019]. URL: http://31.41.47.63/repair_manuals/raw_content/TH3nPGQB6evDJB5wV2lm