**Лабораторна робота №7**

**визначення вмісту оксидів азоту в відпрацьованих газах легкового автомобіля**

**Мета роботи**

Ознайомлення з методами та способами оцінки токсичності відпрацьованих газів легкових автомобілів із бензиновими двигунами. Практично провести оцінку вмісту оксидів азоту у газах, що відпрацювали, на роликовому стенді. Оцінити вплив рециркуляції газів, що відпрацювали, на вміст NOX.

**Обладнання, інструмент**

1. Станція діагностики.

2. Автомобіль ГАЗ-31029 (ГАЗ-24).

3. Газоаналізатор NO/NOX 344ХЛ01.

4. Комплект ультразвукового гомогенізатора.

5. Набір ключів.

**Основні положення**

Присутність токсичних компонентів у відпрацьованих газах поршневих двигунів обумовлена низкою конструктивних і регулювальних факторів, видом палив і мастил, що використовуються, також залежить від протікання процесу згоряння, умов роботи і технічного стану двигунів.

До основних токсичних речовин, що виділяються з відпрацьованими газами, відносяться: монооксид вуглецю, оксиди азоту і сірки, вуглеводні, альдегіди, а також свинець і його сполуки.

Проблема захисту повітря від забруднення його токсичними компонентами газів, що відпрацювали, є складною, а її успішне рішення зумовлене тісною співпрацею заводів-виробників автомобілів та автотранспортних організацій, а також залежить від стану науково-обґрунтованого повітроохоронного законодавства та нормативної бази всієї природоохоронної діяльності.

З усіх токсичних компонентів оксиди азоту є найнебезпечнішими з погляду на довкілля і організм людини.

Освіта оксидів азоту при згорянні палива результат термічної реакції, тобто. зі збільшенням температури згоряння кількість NOX збільшується. Встановлено, що найбільше оксидів азоту проявляється при значенні коефіцієнта надлишку повітря а = 1... 1,05, тобто. за максимальної температури згоряння. Отже, чим досконаліший процес згоряння, то більше вписувалося викиди оксидів азоту. Основним методом зниження концентрації оксидів азоту є встановлення на автомобіль каталітичного нейтралізатора. Таким шляхом і йдуть розробники конструкцій автомобілів за кордоном. Однак тут високі вимоги висуваються до палива — бензин має бути неетильованим. Лише у цьому випадку забезпечується робота каталітичного нейтралізатора.

Як показують статистичні дослідження, в умовах вуличного руху частки часу роботи двигуна на окремих режимах можна представити наступним чином: на холостому ході та середніх частотах обертання – 35% часу, на постійних частотах обертання – 29%, з прискоренням – 22%, із уповільненням. 14%. Середній вміст оксидів азоту на холостому ході та середній частоті обертання - 30 млн"1, на середній постійній частоті обертання (під навантаженням) - 1050 млн"1, на режимі розгону - 650 млн"1, при уповільненні - 20 млн". Як видно з наведених цифр, контроль за вмістом оксидів азоту необхідно здійснювати під навантаженням.

Зростання загрози забруднення довкілля, значною мірою обумовленої викидами двигунів, спонукало керівні органи багатьох країн до видання законодавчих нормативів обмеження викиду токсичних компонентів з газами, що відпрацювали. Перший у світі закон, що визначає гранично допустиму концентрацію основних токсичних компонентів (оксиду вуглецю та вуглеводнів) у відпрацьованих газах, був прийнятий у США в 1959 р. Цей документ був розроблений на підставі досвіду штату Каліфорнія. У наступні роки його неодноразово доповнювали, вводячи норми, що визначають гранично допустимий викид оксидів азоту, картерних газів, а також допустимий ступінь димності дизельних двигунів, що відпрацювали газів. Аналогічні стандарти розроблялися та впроваджувалися у країнах Європи. Нині у країнах Європи діє стандарт Євро-6, який обмежує викиди СО, СН та NOX у грамах на кілометр. У нашій країні діє ДСТУ 4276-2004 та ДСТУ 4277-2004, який нормує концентрацію СО та СН на холостому ході.

Однак, як зазначалося вище, викид двигуном токсичних компонентів залежить від способу керування автомобілем, умов руху, конструктивних параметрів двигуна. Тому для перевірки токсичності відпрацьованих газів автомобіля були розроблені моделі випробувань, що заміняють циклів, — випробувальні цикли, що відтворюють середні режими руху автомобіля. Тільки в такий спосіб можна контролювати і зіставляти викид відпрацьованих газів різних типів автомобілів. Маса компонентів, що викидаються двигуном у період випробувального циклу, може співвідноситися або з роботою, виконаною двигуном (г/кВт-год), або з пробігом автомобіля (г/км), або з циклом загалом. В даний час використовуються три основні методи оцінки токсичності двигунів за випробувальними циклами: американським, японським і європейським. Випробувальні цикли розроблені з урахуванням вивчення режимів роботи двигунів за умов руху автомобілів у великих містах.

Оцінку токсичності автомобільних двигунів на основі випробувальних циклів проводять зазвичай з метою:

- визначення відповідності кількості токсичних речовин, що виділяються стандартам;

- дослідження впливу конструкції та параметрів роботи двигуна на токсичність двигуна.

Випробування автомобілів проводяться на роликових стендах. Автомобіль встановлюють провідними колесами на ролики стенду. Навантаження динамометричного гальма стенда вибирається такою, щоб при максимальній (на даному циклі) швидкості автомобіля, розрідження у впускному трубопроводі при випробуваннях автомобіля на стенді відповідало реальному розрідженню при русі його рівною дорогою з хорошим покриттям. Інерційні маси стенду (ролики та додаткові маховики) відтворюють дійсні умови руху на режимах прискорення та уповільнення. Загальна схема стенду щодо випробувань автомобілів за циклами на токсичність наведено на рис.7.1.

Гази, що відпрацювали, викидаються двигуном, збираються в еластичні ємності. Не пізніше, ніж через 20 хв після випробувань, проби газу аналізують з метою визначення середнього об'ємного вмісту токсичних компонентів. Масу газів, що виділяються двигуном під час випробувань та зібраних у ємність, визначають за допомогою газового лічильника. Потім визначають масу токсичних компонентів, що припадають на 1 км пробігу або весь цикл випробувань.

**Способи зменшення викидів оксидів азоту (NOX)**

Токсичність відпрацьованих газів двигунів можна зменшити шляхом попередження утворення токсичного компонента або нейтралізації. До конструктивних способів є застосування в бензинових двигунах безпосереднього впорскування палива. Ця система практично повністю забезпечує умови для рівномірного розподілу суміші за окремими циліндрами. Завдяки безпосередньому впорскування палива в простір перед впускним клапаном досягається гарне розпилення палива та змішування його з повітрям. При безпосередньому упорскуванні палива двигун може стійко працювати на збіднених сумішах на всіх режимах, і тільки на режимі повного навантаження (для отримання максимальної потужності) він працює на багатої суміші (у такому режимі зменшується викид NOX).



Рис. 7.1. Загальна схема для проведення випробувань автомобілів по циклам на токсичність: 1 – газоаналізатор NOX, 2 – тензометричний датчик крутного моменту, 3 – датчик виміру швидкості, 4 – роликовий стенд, 5 – пробовідбірник, 6 – газоаналізатор СО та СН, 7 – підсилювач електричного сигналу, 8 – АЦП, 9 – ПЕВМ.

Другим способом зменшення вмісту NOX у відпрацьованих газах є напрямок частини відпрацьованих газів назад у циліндри двигуна (рециркуляція відпрацьованих газів). Завдяки рециркуляції, спільно з ультразвуковим гомогенізатором, забезпечується зменшення температури згоряння та покращується якість приготування суміші. Це призводить до зменшення викидів оксидів азоту.

Спосіб нейтралізації заснований на хімічній реакції, що відновлює NO і NO2 (NOX). Встановлюється нейтралізатор у випускному трубопроводі і, як правило, має дві камери: в одній камері відбувається відновлення NOX, в другій - процес окислення СО і СН.

**Зміст та порядок виконання роботи**

Схема системи рециркуляції газів, що відпрацювали, представлена на рис. 7.2.

Перепуск частини відпрацьованих газів із випускної системи у впускний трубопровід відбувається внаслідок різниці тисків. Рециркуляція 5% газів, що відпрацювали, зменшує концентрацію NOX на 47%, а 15% газів - на 84%. Одночасно з цим спостерігається незначне зменшення викиду СН та деяке збільшення викиду СО. Експериментально встановлено, що кількість газу, що перепускається, при повному навантаженні двигуна не повинна перевищувати 10%.



Рис. 7.2. Схема системи рециркуляції відпрацьованих газів: 1 – карбюратор, 2 – трубопровід, 3 – ультразвуковий гомогенізатор, 4 – пластина гомегенізатора, 5 – випускний трубопровід.

Перевірку виконати у такій послідовності.

1. Встановити автомобіль провідними колесами на ролики стенду. Під вільні колеса поставити страхувальні колодки. На вихлопну трубу закріпити шланг відсмоктування газів, що відпрацювали.

2. Прогріти двигун до температури 80...85°С. (Для прискорення прогріву доцільно прокручувати ролики стенду на зниженій передачі).

3. Закріпити у вихлопній трубі автомобіля зонд газоаналізатора. Включити газоаналізатор та прогріти його протягом 5 хвилин.

4. Здійснити вимірювання вмісту NOX у відпрацьованих газах на холостому ходу.

5. Розігнати ролики стенда до швидкості 60 км/год і зробити замір вмісту NOX без навантаження (як навантаження служать інерційні маси елементів стенду і колеса, що обертаються).

6. За допомогою рукоятки "Навантаження" на пульті ПДС-Л встановити середню величину навантаження і при тій же швидкості 60 км/год заміряти вміст NOX.

7. Встановити повну величину навантаження і зробити замір змісту NOX. Результати вимірів занести до протоколу випробувань.

8. Переключити кран рециркуляції в положення "відкрито" та виміряти п.п. 4...7 з рециркуляцією газів, що відпрацювали. Результати вимірів також занести до протоколу випробувань.

9. Порівняти результати вимірювання вмісту NOX у штатному режимі з використанням ультразвукового гомогенізатора з рециркуляцією відпрацьованих газів.

10. Зробити висновки.

Результати випробувань автомобіля ГАЗ-31029 на утримання NOX у відпрацьованих газах

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим перевірки | Зміст NOX у штатному режимі, мін -4 | Зміст NOX при рециркуляції, мін "1 |
| 1. Холостий хід  |   |   |
| 2. Розгін інерційних мас стенду (V=60 км/ч)  |   |   |
| 3. Середнє навантаження (У=60 км/ч)  |   |   |
| 4.Повне навантаження (V=60 км/ч)  |   |   |

Контрольні питання

1. Які токсичні компоненти містяться у відпрацьованих газах автомобіля з бензиновим двигуном?

2. Чому необхідний контроль вмісту оксидів азоту в газах, що відпрацювали?

3. Який механізм утворення оксидів азоту під час роботи двигуна?

4. Що таке випробувальний цикл?

5. За допомогою яких засобів можна здійснювати контроль вмісту NOX у відпрацьованих газах?

6. Які основні способи зменшення вмісту NOX у відпрацьованих газах?