НОРМУВАННЯ ВИКИДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛІВ ТА ПЕРЕХІД ДО СТАНДАРТІВ ЄВРО

Розглянута проблема нормування викидів відпрацьованих газів автотранспортних засобів і їх інструментального контролю за допомогою газоаналізаторів і димомірів. Проведено аналіз особливостей застосування західноєвропейських стандартів серії Євро. Розглянуті українські стандарти, що нормують рівні викидів автомобілів і особливості їх застосування. Надано аналіз відмінностей стандартів Євро і українських. Приведені дані про технічні характеристики сучасних газоаналізаторів і димомірів, фізичні особливості методів вимірювання, діапазони, похибку Ключові слова: автомобіль, викид, норматив, євростандарт, газоаналізатор, стенд, димомір, діапазон, похибка, регламент Рассмотрена проблема нормирования выбросов отработанных газов автотранспортных средств и их инструментального контроля с помощью газоанализаторов и дымомеров. Проведен анализ особенностей применения западноевропейских стандартов серии Евро. Рассмотрены украинские стандарты, нормирующие уровни выбросов автомобилей и особенности их применения. Дан анализ различий стандартов Евро и украинских. Приведены данные о технических характеристиках современных газоанализаторов и дымомеров, физические особенности методов измерения, диапазоны, погрешность Ключевые слова: автомобиль, выброс, норматив, евростандарт, газоанализатор, стенд, дымомер, диапазон, погрешность, регламент 1. Вступ Збільшення міського населення за останні десятиріччя призвело до стрімкого зростання кількості автомобілів. За даними ООН на тисячу жителів у таких країнах як США, ФРН, Франція, Великобританія зареєстровано від 450-600 автомобілів, у Польші – 320, Росії – 210, Україні – 160. У світі зареєстровано близько 1 млрд. автомобілів, які кожну неділю згоряє 50 млн. тон бензину. Автомобільний транспорт є джерелом постійно зростаючого техногенного навантаження на довкілля. Нормування і контроль викидів є загальносвітовою і європейською проблемою і саме країни ЕС розробили 44 Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774 4/11 ( 70 ) 2014 комплексний підхід до нормування викидів автотранспорту як при виготовлення на автозаводах, так і при їх подальшій експлуатації. Розроблені чіткі методики екологічної перевірки автомобілів, є класифікаційні вимоги до газоаналізаторів, за допомогою яких відбувається інструментальний контроль викидів, створені засоби їх метрологічного забезпечення. Адаптація європейських стандартів, нормативів, методик є актуальною задачею для української економіки і важливим аспектом захисту і контролю довкілля від шкідливих викидів. 2. Аналіз літературних даних і постановка задачі Проблема нормування і інструментального контролю викидів відпрацьованих газів автомобілів носить глобальний світовий характер, більшість країн світу ведуть дослідження впливу викидів на довкілля, визначають відповідні економічні збитки впроваджують свої національні стандарти, які регламентують рівні викидів АТЗ [1, 2]. В той же час, з урахуванням процесів глобалізації економік і інтенсивності нарощування міжнародних автоперевезень світова спільнота розробила ряд регіональних нормативів, які діють на території Північної і Південної Америки, Західної Європи. До таких документів відносяться Правила Європейської Економічної Комісії ООН з транспорту, нормативи міжнародної організації зі стандартизації (ISO)], Агенство із захисту навколишнього середовища США, Директиви ЄС, Нормативи Євро [3, 4]. В наукових монографіях і навчальних посібниках досліджені процеси утворення викидів АТЗ, вплив на довкілля [5, 6]. Токсичні викиди у відпрацьованих газах складають: оксид вуглецю (СО), вуглеводні (СН) та оксиди азоту (NOx). Ці токсичні гази утворюються при спалюванні палива двигунами внутрішнього згоряння (як з іскровим запалюванням, так дизельних), таким чином кількість токсичних викидів напряму залежить від спожитого двигуном палива. В табл. 1 наведено дані про кількість токсичних компонентів при згорянні 1 кг палива в бензиновому двигуні легкового автомобіля середнього класу [5, 6]. Таблиця 1 Викид токсичних компонентів відпрацьованих газів на 1 кг палива, з урахуванням середньої величини коефіцієнта надлишку повітря (α=1,0) Компонент Вид палива Бензин, г Дизельне паливо, г Окис вуглецю (СО) 400–465 20 Вуглеводні (СnНm ) 20–23,1 4,2 Окисли азоту (NOx) 14–15,2 18,1 Ангідрид сірчаної кислоти 2 7,8 Альдегіди 1 0,7 Сажа 1 5 Свинец 0,5 — Всього 508 51 При усередненому щорічному пробігу 10000 км автомобіль класу «Ореl», ВАЗ, використовує 1000 кг бензину і 14000 кг повітря. В середньому легковий автомобіль протягом року виділяє таку кількість токсичних компонентів: окису вуглецю – 378 кг, вуглеводнів 110 кг, оксидів азоту і сірки 20 кг, сажі 2 кг. Забруднення навколишнього середовища викидами автомобілів відбувається, не тільки від вихлопних газів, а й від випарів безпосередньо палива з паливної системи автомобіля, через порушення герметичності паливної системи. З 200 млн. автомобілів США або 40 млн. у ФРН щодня випаровується 1 г палива (а реально ця цифра значно більше), відповідно в атмосферу цих країн щорічно надходить 200 і 40 тонн парів моторного палива [1]. Вид палива, який використовується в автомобілі буде визначати склад та концентрації токсичних компонентів. 4. Вміст і властивості токсичних компонентів відпрацьованих газів Окис вуглецю – СО чадний газ, (концентрація в викидах 2–10 %) утворюється в результаті неповного згоряння вуглецю в пальному. При вдиханні СО зв’язується з гемоглобіном крові, витісняючи з неї кисень, у результаті чого настає кисневе голодування. Висока концентрація оксиду вуглецю навіть при короткочасному впливі може призвести до смерті, невеликі дози викликають запаморочення, головний біль, відчуття втоми і вповільнення реакції у водія. В одномісному гаражі смертельна концентрація СО виникає вже через дві-три хвилини після вмикання двигуна]. Токсичні й вуглеводні –CnHm (концентрація 0,1–1,0 %)— незгорілі хімічні складники палива. Викиди цих речовин на перехрестях і біля світлофорів у кілька разів більші, ніж при русі на магістралі. Це причина багатьох хронічних захворювань. Найнебезпечнішим вважається бенз-а-пірен, у якого вкрай активні канцерогенні властивості. Оксиди азоту – NOx (концентрація 0,1–0,5 %) утворюються при згорянні будь-яких видів палива — природного газу, вугілля, бензину чи мазуту. Найбільш небезпечний диоксид азоту NО2, який при наявності взаємодії з парами води в атмосфері утворює азотисту й азотну кислоти. Надходячи у верхні шари атмосфери, диоксид азоту сприяє появі кислотовмісних хмар ікислотних опадів. За критичної його концентрації, наприклад, у закритих приміщеннях (гаражах), виникає набряк легенів, що призводить до смерті. Вплив окисидів азоту не можна послабити жодними нейтралізуючими засобами. У поєднанні з вуглеводнями вони утворюють токсичні нітроолефіни, які у літню спеку сприяють утворенню фотохімічних смогів [10, 11]. Доцільно сказати також про Європейські нормативи викидів автотранспортних засобів, особливості застосування. В даний час у європейських країнах нормування викидів автотранспортних засобів (АТЗ) здійснюється згідно з Правилами ЄЕК ООН та директивами ЄС. Нормування екологічних показників відбувається як на стадії виробництва так і експлуатації АТЗ. Перші європейські нормативи викидів АТЗ були прийняті у 1970. Ці нормативи і випробування по ним встановлюються Правилами ЄЕК ООН і Директивами ЄС. Є важлива особливість вказаних нормативів. Правила ЄЕК ООН регламентують методику випробувань, деталізують технічну процедуру, метрологічне забезпечення, але в них не вказують дату введення норм викидів. Конкретні норми викидів і час їх введення в дію вказані в Директивах ЄС, і вони є обов’язковими для країн ЄС. Випробування за Правилами ЄЕК ООН здійснюється на стенді з біговими барабанами при умовному русі транспортних засобів за чотирма міськими їздовим циклами. Цикл має такі основні характеристики: довжина умовного шляху – 4,052 км, тривалість виконання циклу – 820 с, максимальна швидкість – 50 км/год, середня умовна швидкість – 18,7 км/год. Їздовий цикл імітує чотири звичайних міських циклу і один додатковий, що імітує рух автомобіля за містом [3, 4]. У 1998 р. Директивами ЄС введені перспективні норми, так звані норми «Євро». Європейські стандарти відіграють важливу роль у зниженні так званих регульованих речовин. До них відносяться оксид вуглецю (СО), оксиди азоту (NOx), вуглеводні (CН) і тверді частинки (сажа) – розміром до10 мкм (PM10). Стандарти «Євро» послідовно ставали жорсткішими із року в рік. На теперішній час обмеження для нових автомобілів і легких фургонів повинні відповідати стандартам «Євро V». Стандарти «Євро» нормують викиди (масу) токсичних речовин автомобілів на км пробігу (аналогічні стандарти США нормують масу викиду на мілю пробігу). На кожний вид палива встановлено норми викидів для легкових автомобілів (у г/км) [3, 4]. Ефект застосування стандартів «Євро» полягає у послідовному, поетапному в часі, зниженні видів викиди транспортних засобів в тому, щоб прискорити впровадження інноваційних рішень в конструкцію автомобіля, які зменшують викиди відпрацьованих газів. Для бензинових автомобілів, це було досягнуто, зокрема за рахунок використання трикомпонентного каталітичного нейтралізатору і переходу на інжекторні системи упорскування палива. Для дизелів, концентрації NOх і твердих частинок були знижені за рахунок розвитку двигунів з прямим уприскуванням і дизельних фільтрів твердих частинок (DPF). Ці технологічні досягнення, а також більш чисті види палива, привели до різкого зниження рівня регульованих забруднюючих речовин, причому настільки, що автомобіль, який зроблений сьогодні виробляє в двадцять разів менше викидів, ніж автомобіль, зроблений в 1970 році. Вимоги нормативі «Євро» створюють вітчизняним автовласникам і перевізникам значні проблеми — за кордоном забороняється рух українських транспортних засобів і накладаються штрафи за невідповідність екологічним стандартам європейських країн. «Євро V» вступив в силу в 2010 р., ще більш жорсткі стандарти вступлять в силу в 2015 р. («Євро VI»). На додаток до нормування токсичних компонентів відпрацьованих газів (СО, NOx, СН) ЄС встановило прин-п ципово нові обмеження дл концентрації парникового вуглекислого газу CO2 в викидах, автомобілів. В 2009 р. Європейський парламент прийняв новий закон про CO2 який встановлює, що викиди CO2 не повинні перевищувати 130 г/км пробігу для всіх нових автомобілів, зроблених в 2015 р. 130 г/км еквівалентно пробігу 58 миль або 93,3 км на 3,6 л для дизельних двигунів і 83,6 км на 3,6 л для бензинових двигунів. Досягнення цієї мети здійснювалось поетапно протягом трьох років, з 2012 року 65 % нових зареєстрованих автомобілів кожного виробника повинні відповідати нормативу викиду CO2 – 130 г/км, 75 % автомобілів з 2013 р. і 80 % в 2014 році і 100 % до 2015 року. Розширена задача поставлена, щоб досягти значень викиду СО2 95 г/км до 2020 р. Виробникам, які перевищують нормативи з 2012 p. платять штраф за кожен автомобіль зареєстрований, якій не відповідає нормативу [3]. Норми «Євро» регламентують також рівні випаровування паливно-мастильних матеріалів з автоТаблиця 2 Стандарти Євро по викидам токсичних речовин Евро Дата CO THC NMHC NOx HC+NOx PM стандарт виконання\*

Стандарти Євро по викидам токсичних речовин Евро Дата CO THC NMHC NOx HC+NOx PM стандарт виконання\* (г/км) (г/км) (г/км) (г/км) (г/км) (г/км) Дизель Euro I Липень 1993 2.72 – – – 0.97 0.14 Euro II Сiчень 1997 1.00 – – – 0.70 0.08 Euro III Сiчень 2001 0.64 – – 0.50 0.56 0.05 Euro IV Сiчень 2006 0.50 – – 0.25 0.30 0.025 Euro V Вeресень 2010 0.500 – – 0.180 0.230 0.005 Euro VI Вeресень 2015 0.500 – – 0.180 0.230 0.005 Бензин Euro I Липень 1993 2.72 – – – 0.97 – Euro II Сiчень 1997 2.20 – – – 0.50 – Euro III Сiчень 2001 2.30 0.20 – 0.15 – – Euro IV Сiчень 2006 1.00 0.10 – 0.08 – – Euro V Вeресень 2010 1.000 100.00 0.68 0.60 – 0.005\*\* Euro VI Вeресень 2015 1.000 100.00 0.68 0.60 – 0.005\*\*

Нормативи димністі дизельних двигунів Типи автомобілів Нормативний показник ослаблення світлового потоку К доп, м -1 Нормативний кое-м фіцієнт ослаблення світлового потоку Nдоп., % автомобілі з дизелями: – – без наддуву 2,5 66 з наддувом 3,0 73 автомобілі з газодизелями: – – без наддуву 1,7 52 з наддувом 2,0 58

Нормативи викидів СО , СН по ДСТУ 4277-04 Вид палива, на якому працює двигун Частота обертання, на холостому ході Оксид вуглецю (СО), об’ємна частка, % Вуглеводні (СН), об’ємна частка, млн-1 (ppm), для двигунів з числом циліндрів до 4 циліндрів, включно Більше ніж 4 циліндра Бензин Nmin 3,5\* 1200 2500 Nпідв 2,0 600 1000 Газ природний Nmin 1,5 600 1800 Nпідв 1,0 300 600 Газ нафтовий Nmin 3,5 1200 2500 Nпідв 1,5 600 1000 Нормативи викидів для автомобілів оснащених нейтралізаторами: окислювальними або трикомпонентними Режим Окислювальними Трикомпонентними Окис вуглецю, % Вуглеводні, млн.-1 Окис вуглецю, % Вуглеводні, млн.-1 Nmin 1,0 600 0,5 100 Nпідв 0,6 300 0,3 100