

УДК 621.119

ВПЛИВ МАСИ АВТОМОБІЛЯ НА ПОКАЗНИКИ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

Варчук В.В., Варчук І.В.

INFLUENCE OF GAR MASS ON TOXIC INDEXES OF EXHAUST GASES

Varchuk V., Varchuk I.

Розглянуто режими розгону і руху з сталою швидкістю газодизельного автомобіля КрАЗ-256Б1-ГД без вантажу, частково завантаженого та повністю завантаженого. На цих режимах проведено визначення і порівняння таких показників: тривалість розгону з місця з перемиканням передач; шлях, який пройшов автомобіль за час розгону; витрата газового та рідкого палива; викиди дисперсних часток з відпрацьованими газами; димність відпрацьованих газів. Порівнювались також показники при русі автомобіля з максимальною швидкістю на шляху довжиною 100 км. Дослідження проводились при роботі автомобільного двигуна по газодизельному і дизельному циклах.

Ключові слова: автомобіль з газодизелем, викид дисперсних часток з відпрацьованими газами.

Постановка проблеми. Розрахунки шкідливих викидів різними галузями транспорту України показують, що автомобільний транспорт є основним з огляду забруднення навколишнього природного середовища і набагато перевищує викиди інших видів транспорту.

Шкідливий вплив автомобільного транспорту на довкілля має багатосторонній характер. Цей вплив проявляється під час руху автомобілів, їхнього технічного обслуговування, а також у зв'язку з існуванням інфраструктури, що забезпечує функціонування автомобільного транспорту.

Одним з суттєвих джерел викидів шкідливих речовин є відпрацьовані гази автомобільних двигунів.

Для зменшення негативного впливу відпрацьованих газів застосовуються комбіновані види палива, зокрема газодизельне. Однак вплив викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами газодизельних автомобілів недостатньо досліджений.

Так, потребує більш глибокого вивчення залежність величини цих викидів від завантаженості автомобілів і режимів їхньої експлуатації [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Провідні науковці в галузі екології автомобільного транспорту приділяють значну увагу зменшенню

шкідливого впливу відпрацьованих газів на довкілля. Опублікована велика кількість робіт, в яких розглядаються питання аналізу, оцінки та розрахунків показників токсичності викидів рухомого складу автомобільного транспорту в навколишнє природне середовище [2, 3, 4].

Мета. Метою роботи є визначення впливу повної маси газодизельного автомобіля КрАЗ-256Б1-ГД на показники токсичності відпрацьованих газів при розгоні і русі з сталою максимальною швидкістю.

Результати досліджень. Розглядалися режими розгону автомобіля за таких умов: без вантажу, коли повна маса автомобіля з урахуванням маси балонів і газової апаратури становила 11565 кг; частково завантаженого автомобіля з масою 16000 кг; з повним завантаженням, маса автомобіля 23015 кг.

Приймається, що автомобіль розганяється на рівній горизонтальній ділянці дороги з асфальтобетонним покриттям з перемиканням передач з першої до п'ятої і виходом на максимальну швидкість.

Порівняння проводилось при досягненні автомобілем швидкості 60 км/год за такими показниками:

- тривалість розгону з місця з перемиканням передач;
- шлях, який пройшов автомобіль за час розгону;
- витрата газового та рідкого палива;
- викиди дисперсних часток з відпрацьованими газами;
- димність відпрацьованих газів.

Дослідження проводились при роботі автомобільного двигуна за газодизельним і дизельним циклами.

Вимикання зчеплення для перемикання наступної передачі відбувається при частотах обертання колінчастого вала двигуна автомобіля, хв^{-1} : на другу передачу – 1600; на третю – 1700; на четверту – 1800; на п'яту – 1900.

Зведені дані про показники розгонів автомобіля з різною повною масою до однакової швидкості 60 км/год наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Показники розгону газодизельного автомобіля КрАЗ-256Б1-ГД з міся. Газодизельний цикл

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	11565	16000	23015
1. Час розгону, с	32,20	42,60	66,00
2. Шлях, який проїхав автомобіль за час розгону, м	279,65	399,29	679,44
3. Витрата палива за час розгону			
дизельного, г	44,62	65,27	112,83
газового, г	137,59	203,27	352,41
4. Викиди дисперсних часток за час розгону, г	0,087	0,129	0,219

З табл. 1 видно, що із збільшенням повної маси автомобіля збільшуються час і шлях розгону. При розгонах за газодизельним циклом витрачається більше газового палива, ніж дизельного. За масою більше приблизно в 3,08; 3,11 і 3,12 раза в залежності від повної маси автомобіля.

Така велика частка витрати газового палива пояснюється тим, що при розгонах газодизель значну частину часу працює при повній подачі палива, коли основна кількість палива, яке витрачається, становить газ.

Викид дисперсних часток за час розгону збільшується із збільшенням маси автомобіля від 0,087 г при масі автомобіля 11565 кг до 0,219 г при масі автомобіля 23015 кг, тобто в 2,52 раза.

Для автомобіля повною масою 11565 кг димність відпрацьованих газів різко збільшується в початкові періоди розгонів на кожній передачі, а потім зменшується. Максимальне її значення становить 46,5% при розгоні на першій передачі, але цей максимум короточасний, він триває приблизно 0,1 с. На інших передачах максимум димності перебуває на межі 25-30%. Пояснюється стрибок димності на першій передачі тим, що перед початком розгону і на початку рушення автомобіля з міся газодизель працює за дизельним циклом, якому притаманна схильність до підвищення димності відпрацьованих газів.

На інших передачах димність відпрацьованих газів зростає через низькі значення коефіцієнта надлишку повітря на початку розгону газодизеля.

При розгоні автомобіля з повною масою 16000 кг час розгону на кожній передачі став більше, а витрати газу і дизельного палива суттєво зростають.

Найбільший стрибок димності відпрацьованих газів отримано при розгоні на третій передачі, коли її значення сягає 51%. Це відбувається через зменшення коефіцієнта надлишку повітря.

Результати розрахунків розгону автомобіля з повною масою 23015 кг свідчать, що розгони на кожній передачі ще більше сповільнились, а витрати

газу і дизельного палива за час розгону стали ще більшими.

Максимальних значень димність відпрацьованих газів досягає при розгоні на третій передачі – 69,5%. Причина та сама – значне зменшення коефіцієнта надлишку повітря на початку розгону, коли газодизель працює на низьких частотах обертання колінчастого вала при великій подачі газу.

В табл. 2 наведено дані про витрати газового і дизельного палива і викиди твердих часток при русі автомобіля з сталою максимальною швидкістю.

Таблиця 2

Показники газодизельного автомобіля КрАЗ-256Б1-ГД при русі з сталою максимальною швидкістю. Газодизельний цикл

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	11565	16000	23015
1. Максимальна швидкість, км/год	65,98	65,62	64,95
2. Витрата палива на 100 км пробігу, кг			
дизельного	22,06	21,95	21,73
газового	12,31	16,55	23,83
3. Викиди дисперсних часток на 100 км пробігу, г	5,00	6,05	8,92

За таких умов при повній масі автомобіля 11565 кг частка газу становить 38,58% теплоти, яка міститься в обох видах витраченого палива, при масі автомобіля 16000 кг – 45,9%, а при масі автомобіля 23015 кг – 55,24%.

Викиди дисперсних часток зростають від 5,00 г/100 км при повній масі автомобіля 11565 кг до 8,92 г/100 км при повній масі автомобіля 23015 кг, тобто в 1,78 раза.

Перейдемо до розгонів автомобіля при роботі газодизеля за дизельним циклом. Це фактично автомобіль з дизельним двигуном.

Розрахунки показали, що характер зміни розглянутих вище параметрів при розгонах в цьому випадку такий самий, як і в автомобіля з газодизелем. Різниця полягає в чисельних значеннях показників розгонів. Ці показники на розгонах автомобіля з різною масою при роботі газодизеля за дизельним циклом наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Показники розгону газодизельного автомобіля КрАЗ-256Б1-ГД з міся. Дизельний цикл

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	11565	16000	23015
1. Час розгону, с	32,40	43,60	69,80
2. Шлях, який проїхав автомобіль за час розгону, м	284,77	412,11	721,83
3. Витрата дизельного палива за час розгону, г	189,99	280,96	495,19
4. Викиди дисперсних часток за час розгону, г	0,617	0,910	1,591

Як свідчать дані табл. 3, витрата дизельного палива за час розгону зростає у міру збільшення повної маси автомобіля з 189,99 г до 495,19 г відповідно, тобто в 2,61 раза.

Викиди дисперсних часток за час розгону збільшуються із збільшенням повної маси автомобіля від 0,617 г при повній масі автомобіля 11565 кг до 1,591 г при повній масі автомобіля 23015 кг, тобто в 2,58 раза.

Димність відпрацьованих газів зростає на початку розгонів на кожній передачі до 45...50%, а потім на ділянках розгонів на першій, другій, третій і четвертій передачах повільно зменшується до 35...40%, а на п'ятій передачі – до 26% при досягненні максимальної швидкості.

З порівняння даних табл. 1 з даними табл. 3 видно, що при роботі за газодизельним циклом розгон до 60 км/год відбувається швидше і шлях розгону при цьому менше. При повній масі автомобіля 11565 кг час розгону менше на 0,6%, шлях, який проїхав автомобіль, менше на 1,8%, а при повній масі автомобіля 23015 кг відповідно менше на 5,8% і 4,9%. Витрата дизельного палива менше (по мірі збільшення повної маси автомобіля) в 4,26; 4,30 та 4,39 раза. Кількість теплоти, яка міститься у витраченому паливі (для газодизельного циклу сумарна), при роботі за газодизельним циклом менше.

Кращі динамічні показники автомобіля при роботі за газодизельним циклом можна пояснити більш високим значенням запасу крутного моменту і зміщенням максимуму крутного моменту в бік низьких частот обертання колінчастого вала двигуна, а це є суттєвою перевагою газодизеля. При роботі за газодизельним циклом менше теплоти, яка міститься у витраченому паливі, що можна пояснити меншою тривалістю розгону до однієї і тієї ж швидкості.

При розгоні автомобіля за дизельним циклом викиди дисперсних часток з відпрацьованими газами в 6,90...7,09 раза більше, ніж при розгоні за газодизельним циклом.

В табл. 4 наведено показники автомобіля КрАЗ-256Б1ГД при роботі за дизельним циклом на сталій максимальній швидкості.

Таблиця 4
Показники газодизельного автомобіля КрАЗ-256Б1-ГД при русі з сталою максимальною швидкістю. Дизельний цикл

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	11565	16000	23015
1. Максимальна швидкість, км/год	65,45	65,18	64,72
2. Витрата дизельного палива на 100 км пробігу, кг	34,77	39,04	46,10
3. Викиди дисперсних часток на 100 км пробігу, г	8,67	11,90	20,20

Аналізуючи дані табл. 4, можна дійти висновку, що витрата дизельного палива на пробіг зростає

у міру збільшення повної маси автомобіля з 34,77 кг до 46,10 кг відповідно, тобто в 1,32 раза.

Викиди дисперсних часток за пробіг збільшуються із збільшенням повної маси автомобіля від 8,67 г при повній масі автомобіля 11565 кг до 20,20 г при повній масі автомобіля 23015 кг, тобто в 2,33 раза.

Порівнюючи дані табл. 2 з даними табл. 4, можна зробити висновок, що максимальна швидкість при роботі за дизельним циклом трохи менше, ніж за газодизельним.

Витрата дизельного палива при роботі за газодизельним циклом менше, ніж при роботі за дизельним циклом в 1,56, 1,78 і 2,12 раза, відповідно при збільшенні повної маси автомобіля. Різниця між витратами дизельного палива при роботі за дизельним і газодизельним циклами – це економія дизельного палива завдяки заміщенню його газом.

Кількість теплоти, яка витрачається з паливом на 100 км пробігу за газодизельним циклом, трохи більша, ніж за дизельним у зв'язку з меншим ефективним коефіцієнтом корисної дії газодизельного циклу.

Викиди дисперсних часток з відпрацьованими газами при роботі за газодизельним циклом менше порівняно з роботою за дизельним циклом в 1,73; 1,97 і 2,26 раза відповідно.

Треба зауважити, що при роботі за газодизельним циклом коефіцієнт надлишку повітря менше, ніж при роботі за дизельним циклом. Пояснюється це явище тим, що в циліндри газодизельного двигуна в першому випадку надходить менше повітря, через те, що частина його заміщується газом. Це призводить до підвищення димності відпрацьованих газів на частотах обертання колінчастого вала двигуна нижче 1200 хв⁻¹ і до короточасних стрибків димності відпрацьованих газів при розгонах на окремих передачах. Понизити цю димність можна зменшенням самокоректування подачі газу або збільшенням дози запального дизельного палива. Але останнє небажано, адже це призведе до зменшення економії дизельного палива.

Таким чином, розрахунки показують, що економія дизельного палива завдяки заміщенню його природним газом тим більша, чим частіше і довше газодизель працює в діапазоні великих навантажень, коли зростає витрата газу [1, 2].

Висновки. 1. Результати проведених вище досліджень свідчать, що частка заміщеного газом дизельного палива при роботі автомобіля з газодизельним двигуном суттєво залежить від експлуатаційних умов. При розгонах автомобіля вона більше, ніж при сталій швидкості, вона більше в автомобіля з повним завантаженням порівняно з автомобілем без вантажу або з частково завантаженим автомобілем.

2. Викиди дисперсних часток з відпрацьованими газами за час розгону збільшуються із збільшенням маси автомобіля при роботі за газодизельним циклом в 2,52 раза, а при роботі за дизельним циклом – в 2,58 раза. При розгоні автомобіля за дизель-

ним циклом викиди дисперсних часток з відпрацьованими газами в 6,90...7,09 рази більше, ніж при розгоні за газодизельним циклом.

3. За умови сталого руху з максимальною швидкістю викиди дисперсних часток зростають при роботі за газодизельним циклом у міру збільшення маси автомобіля в 1,78 рази, а при роботі за дизельним циклом – в 2,33 рази відповідно. При цьому величина їхніх значень при роботі за газодизельним циклом менше порівняно з роботою за дизельним циклом в 1,73; 1,97 і 2,26 рази відповідно.

4. Димність відпрацьованих газів різко збільшується в початкові періоди розгонів на кожній передачі, а потім поступово зменшується.

Література

1. Колчин Л.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высшая школа, 1980. – 400 с.
2. Екологія та автомобільний транспорт / [Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Меркалов, А.Г. Говорун та ін.]. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
3. Павлова Е.И. Экология транспорта / Е.И. Павлова – М.: Транспорт, 2000. – 248 с.
4. Рябчинский А.И. Экологическая безопасность автомобиля / А.И. Рябчинский, Ю.В. Трофименко, С.В. Шелмаков. – М., 2000. – 95 с.
5. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высшая школа, 2003. – 273 с.

References

1. Kolchin L.I. Calculation of automobile and tractor engines / L.I. Kolchin. – M.: Higher School, 1980. – 400 p.
2. Ecology and road transport / [Y.F. Gutarevich, D.V. Merkalov, A.G. Govorun et al.]. – K.: Aristej, 2006. – 292 p.
3. Pavlova E.I. Transport ecology / E.I. Pavlova. – M.: Transport, 2000. – 248 p.
4. Ryabchinskiy A.I. Environmental safety car / A.I. Ryabchinskiy, Y.V. Trofymenko, S.V. Shelmakov. – M., 2000. – 95 p.
5. Lukanin V.N. Industrial and transport ecology / V.N. Lukanin, Y.V. Trofymenko. – M.: Higher School, 2003. – 273 p.

Варчук В.В., Варчук И.В. Влияние массы автомобиля на показатели токсичности отработанных газов

Рассмотрены режимы разгона и движения с постоянной скоростью газодизельного автомобиля КраЗ-256В1-ГД без груза, частично загруженного и полностью загруженного. На этих режимах проведено определение и сравнение следующих показателей: продолжительность разгона с места с переключением передач; путь, который прошел автомобиль за время разгона; расход газового и жидкого топлива; выбросы дисперсных частиц с отработанными газами; дымность отработанных газов. Сравнивались также показатели при движении автомобиля с максимальной скоростью на пути длиной 100 км. Исследования проводились при работе автомобильного двигателя по газодизельному и дизельному циклам.

Ключевые слова: автомобиль с газодизелем, выброс дисперсных частиц с отработанными газами.

Varchuk V., Varchuk I. Influence of car mass on toxic indexes of exhaust gases

Considered dispersal modes and cruising gas-diesel KrAZ-256B1-GD without cargo, partially loaded and fully loaded. In these modes, the comparison of the following factors: the duration of dispersal from a place with a gear change, the way that took the car for acceleration and flow of gaseous and liquid fuels, emissions of particulate matter from the exhaust gases, smoke exhaust. Also compared performance when driving a car with a top speed on the road length of 100 km. Research were repeated when the engine work at gas-diesel and diesel cycles.

Keywords: car with gas diesel, emissions of particulates from exhaust gases.

Варчук В.В. – асистент кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», ВНТУ, м. Вінниця, Україна, e-mail: ilona-varchuk@mail.ru.

Варчук І.В. – студент кафедри екології та екологічної безпеки, ВНТУ, м. Вінниця, Україна, e-mail: ilona-varchuk@mail.ru.

Рецензент: Куліков Ю.А., д.т.н., проф.

Стаття подана 01.04.2013