

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

УДК 504.75

Высоцкий С.П., д.т.н., Столярова Н.А., к.т.н., Фаткулина А.В. к.т.н., Широких К.С.

АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Проанализировано влияние режимов работы автомобильного транспорта на состояние окружающей среды. Приведены эксплуатационные и экологические показатели эксплуатации автомобилей разных производителей. Обосновано использование мероприятий по снижению вредного воздействия автотранспорта на окружающую среду.

Введение

Одной из важнейших экологических проблем современности является техногенная трансформация экосистем, в частности и под воздействием автомобильного транспорта, которую можно рассматривать как автодорожную геотехническую систему. С экологической точки зрения основная особенность таких систем проявляется в том, что свойственное им негативное влияние на природную среду распространяется гораздо шире их фактических размеров.

Негативное влияние одного отдельно взятого транспортного средства незначительно, но при постоянной непрерывной повторяемости такого воздействия экологическое влияние является значительным.

По данным Министерства охраны окружающей природной среды наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на стационарных постах выявили, что город Донецк входит в пятерку самых загрязненных городов Украины.

По состоянию на 2009 г. МВД Украины в Донецкой области зарегистрировано 779 млн. единиц транспортных средств. Установлено, что характеристики загрязнения атмосферного воздуха находятся в прямой зависимости от количества автотранспортных средств и объемов расходуемого топлива.

Состав транспортного потока в городе Донецке: легковые автомобили 85 %, грузовые транспортные средства 12 %, пассажирские автобусы 3 %.

За период с 2000 по 2010 год увеличение выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в городе Донецке составило примерно 40 тыс. т. В 2010 году вклад автотранспорта в общее загрязнение составил 43 % от общего количества выбросов в городе [1].

Цель работы

Определение влияния автотранспорта на состояние окружающей среды и сравнение показателей экономичности и экологичности отдельных производителей. Оценка наиболее эффективных мер снижения загрязнения окружающей среды.

Основная часть

Неполное сгорание топлива приводит к тому, что в отработанных газах автомобилей содержится более 200 различных химических веществ:

– продукты неполного сгорания в виде оксида углерода, альдегидов, кетонов, углеводородов, водорода, перекисных соединений, сажи;

– продукты термических реакций азота с кислородом – оксиды азота;
 – соединения неорганических веществ, входящих в состав топлива, свинца и других тяжелых металлов, диоксид серы и др. [2–6].

Количество и состав отработавших газов определяются соотношением смеси воздух–топливо, типом и конструктивными особенностями двигателей, их режимом работы, техническим состоянием, качеством дорожных покрытий, метеоусловиями [7]. Состав отработавших газов бензинового и дизельного двигателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав отработавших газов бензинового и дизельного двигателя

Вещество	Тип двигателя	
	Бензиновый	Дизельный
Азот	74,0–77,0	76,0–78,0
Кислород	0,3–8,0	2,0–18,0
Пары воды	3,0–5,5	0,5–4,0
Диоксид углерода	5,0–12,0	1,0–10,0
Оксид углерода	5,0–10,0	0,01–0,5
Оксид азота	0–0,8	0,0002–0,5
Углеводороды	0,2–3,0	0,009–0,5
Альдегиды	0–0,2	0,001–0,009
Сажа (в г/м ³)	0–0,04	0,1–1,1

Автомобильный транспорт загрязняет не только атмосферный воздух. Придорожные территории загрязняются продуктами износа шин, дорожного покрытия и антифрикционных материалов. Утечка топлива, смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей загрязняют почву. В исследовании [8] Прохоровой Н.М. отмечен высокий показатель накопления углерода в непосредственной близости от полотна автомобильных дорог. Наиболее активное накопление свинца городскими почвами наблюдается на расстоянии одного метра от проезжей части. Автодорожные геотехнические системы ответственны за загрязнение городских почв хлоридами, сульфатами и тяжелыми металлами.

Расход топлива, а следовательно и выброс загрязняющих веществ изменяется в зависимости от скорости движения и вида двигателя легкового автомобиля: движение на полной мощности увеличивает расход топлива на 61–195 %; увеличение аэродинамического сопротивления (багажник на крыше) – на 29,4–52,6 %; использование кондиционера – на 1,4–4,1 %; низкое или высокое давление воздуха в шинах – на 2,6–5 % (использование современных шин с уменьшенным сопротивлением качению снижает расход топлива на 11 %).

В работе [9] выполнены испытания, которые проводились на испытательном полигоне длиной 2,8 км с возможностью прохода дистанции с постоянной скоростью. Каждый тестовый заезд включал 5 кругов общей протяженностью 14 км со скоростью 100, 130 и 160 км/ч. Использовался портативный прибор MD-есо для измерения параметров движения (расстояние, время в пути, расход топлива, выброс CO₂).

Jaguar XKR 5.0 с восьмицилиндровым двигателем на полной мощности на дистанции 100 км расходует 41 л бензина марки А-95, VW Passat 2,0 TSI – 27,1 л.

Таблица 2 – Расход топлива и выбросы CO₂ при движении автомобилей

Модель	Мощность кВт (л/с)	Максимальная скорость (км/ч)	Расход топлива			Выбросы CO ₂ , г/кг
			городской цикл	загородный цикл	смешанный цикл	
VW Passat Variant 2.0 TSI	159 (211)	238	10,9	6,1	7,2	169
Audi A6 All- road 3.0 TSFI quattro	213 (290)	250	13,3	7,6	9,7	225
Opel Insignia 2/0 Turbo 4×4	162 (220)	250	13,5	6,6	9,1	209
Kia Cee'd 1.4 CVVT	80 (105)	185	7,2	5,1	5,8	145
Jaguar XKR 5.0	405 (550)	300	18,9	8,6	12,3	292
Skoda Superb 2.0 TDI DSG	125 (140)	220	7,5	5,0	5,9	177
Audi A4 2.0 TDIe	100 (143)	210	5,7	4,4	4,8	112
VW Passat Blue TDI	105 (140)	210	5,9	4,3	4,9	119
BMW 116d	85 (115)	200	10,5	5,9	7,5	109
VW Passat 2.0 TDI BlueMotion	81 (170)	220	6,3	4,6	5,3	124
Ford Fiesta 1.25	60 (82)	168	7,4	4,5	5,6	128
Ford Focus 1.6	74 (100)	180	8,7	5,5	6,7	139
BMW 318d	105 (114)	199	9,1	5,5	6,8	123
Honda Civic 1.4	73 (100)	177	8,3	5,4	6,4	109
Mercedes E 220 CDI	125 (150)	220	8,8	6,3	5	139–164
Nissan Note 1.6	81 (110)	174	9,3	5,8	7	159
Fiat Panda 1.2	44 (60)	155	7	4,6	5,5	127,8
Dacia Logan MCV 1.5 DCI	63 (86)	161	6,2	4,8	5,3	137
BA3 21214	59,5 (94)	137	13	9,1	12,1	177

Дизельные двигатели более экономны для движения на высоких скоростях. Расход четырехцилиндрового дизельного двигателя составит от 10,8 (Dacia Logan) до 16 л (Skoda Superb). Однако, Audi 07 V12 TDI мощностью 500 л/с с турбодизелем расходует до 36,5 л на 100 км при движении с максимальной скоростью 250 км/ч.

Kia Cee'd 1.4 CVVT двигаясь с максимальной скоростью 187 км/ч использует 18,7 л бензина, дизельному BMW 116 d для такой же дистанции и при движении со скоростью 200 км/ч будет достаточно 11 л. Таким образом, перерасход топлива составляет 70 %.

Малолитражный автомобиль мощностью 82 л/с на максимальной скорости расходует в 2 раза больше бензина марки А-95, чем в обычном режиме.

При своевременном переключении передач Porsche Cayman 5 с двигателем мощностью 320 л/с расходует 9,8 л топлива на 100 км, а при движении по магистрали со скоростью 275 км/ч расход топлива увеличивается в 4 раза. В таблице 2 показаны эксплуатационные характеристики и эмиссия CO₂ для различных автомобилей.

При использовании системы кондиционирования обеспечивается комфортная температура в салоне автомобиля, что положительно влияет на безопасность движения. С увеличением скорости перерасход топлива из-за кондиционера становится все менее заметным (на скорости 160 км/ч приблизительно 0,13 л). Но движение на меньшей скорости экономичнее. В таблице 3 показан расход топлива при скоростях 100–130–160 км/ч с использованием кондиционера и с выключенным кондиционером.

Таблица 3 – Перерасход топлива при использовании кондиционера

Скорость, км/час	Движение автомобиля с выключенным кондиционером, л	Движение автомобиля с включенным кондиционером, л	Перерасход топлива, %
100	5,41	5,63	4,1
130	7,54	7,70	2,1
160	9,12	9,25	1,4

Для устойчивости автомобиля, работы тормозной системы, уменьшения расхода топлива, снижения выброса вредных веществ при полной загрузке автомобиля давление в шинах необходимо повышать до эксплуатационных требований. В таблице 4 показано увеличение расхода топлива из-за низкого или высокого давления воздуха в шинах.

Таблица 4 – Перерасход топлива при низком или высоком давлении воздуха в шинах

Скорость, км/час	Нормативное давление в шинах, л	Низкое или высокое давление в шинах, л	Перерасход топлива, %
100	6,21 л	6,50 л	4,7 %
130	8,41 л	8,43 л	2,4 %
160	9,71 л	10,19 л	4,9 %

Энергосберегающие шины экономичнее и экологичнее. В таблице 5 показано уменьшение потребления топлива для обычных и энергосберегающих шин.

Таблица 5 – Измерение расхода топлива с уменьшенным сопротивлением качению

Скорость, км/час	Обычные шины, л	Энергосберегающие шины, л	Экономия, %
100	6,21	5,48	11,8 %
130	8,41	7,45	11,4 %
160	9,71	9,45	2,7 %

На скорости 160 км/ч различие в расходе топлива между движением с загруженным багажником на крыше или с задним креплением багажа составляет 2,7 л, что составляет 30 % перерасхода топлива. Обтекаемая форма багажника-кофра на скорости 100 км/ч незначительно нарушает аэродинамику кузова и вызывает дополнительный расход 0,26 л. Автомобиль на дизельном двигателе расходует на 1,2 л больше на скорости 160 км/ч. В таблице 6 показано изменение расхода топлива при перевозке багажа.

Таблица 6 – Измерение расхода топлива при перевозке багажа

Скорость км/час	Без «надстроек», л	Багажник на крыше, л	Крепление сзади, %	Крепление на крыше, %	Багажник на крыше, крепление сзади на багажнике, %	Багажник на крыше, крепление на крыше, %	Максимальный перерасход, %
100	6,21	6,47	6,77	7,45	6,98	7,91	30,4
130	8,41	8,77	8,97	10,09	9,31	10,46	29,4
160	9,71	10,89	10,84	13,55	11,42	14,50	52,6

Стимулом к сокращению выбросов загрязняющих веществ является заинтересованность в сокращении расхода топлива.

Значительное влияние на количество выбросов (не считая сжигания топлива и времени) оказывает организация режима движения автомобилей в городе (значительная часть выбросов происходит в пробках и на светофорах). При правильной организации движения возможно применение менее мощных двигателей при невысоких (экономичных) промежуточных скоростях.

Важным показателем является также организация движения в городе с минимальным количеством торможений и разгонов автомобилей – применение «зеленой волны» с обязательным информированием о рекомендованном режиме движения.

Целесообразно применение рекламы по исключению использования автомобиля в условиях, когда в транспорте находится один водитель. Сюда относится также организация парковок за городом для приезжих водителей.

Снизить содержание углеводородов в отходящих газах более чем в 2 раза возможно применением в качестве топлива пропана, бутана, или природного газа метана.

На токсичность выбросов влияет кроме состава топлива состояние и настройка двигателя. У дизельного двигателя выбросы сажи могут увеличиваться до 20 раз, у карбюраторного – до 1,5–2 раза увеличиваются выбросы окислов азота).

Значительно снижены выбросы, за счет низкого расхода топлива, в современных автомобилях с инжекторными двигателями. Однако подобные конструкции значительно повышают стоимость автомобиля.

В европейских странах приняты стандарты ЕВРО, по токсичности.

– по ЕВРО–3 выбросы: СН до 0,2 г/км, СО до 2,3 г/км и NO_x до 0,15 г/км;

– по ЕВРО–4 выбросы: СН до 0,1 г/км, СО до 1,0 г/км и NO_x до 0,08 г/км.

Нормируемые значения предельно допустимых концентраций по отдельным загрязнителям приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов [10]

Вещество	ПДК, мг/м ³	
	максимальная разовая	среднесуточная
Азота двуокись	0,085	0,040
Азота окись	0,600	0,060
Азотная кислота	0,400	0,150
Бенз(а)пирен	–	0,1 мкг/100м ³
Бензин (в пересчете на углерод)	5,0	1,5
Кадмия окись (в пересчете)	–	0,0003
Меди окись (в пересчете на медь)	–	0,002
Медь хлористая (в пересчете на медь)	–	0,002
Свинец и его соединения, кроме тетраэтил-свинца (в пересчете на свинец)	0,01	0,0003
Сероуглерод	0,03	0,005
Углерода окись	5,0	3,0
Углеводороды предельные C ₁₂ –C ₁₉	1,000	–
Сажа (углерод черный)	0,150	0,050
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %		
выше 70 % (диано и др.)	0,150	0,050
70–20 % (шамот, цемент и др.)	0,300	0,100
ниже 20 % (доломит и др.)	0,500	0,150

В таблице 8 приведены показатели степени опасности отдельных загрязнителей воздуха.

Таблица 8 – Степень опасности загрязнителей атмосферного воздуха для людей [10]

Вещество	Класс опасности	Состояние воздушного бассейна при концентрации свыше (мг/м ³)		
		Вызывает опасение	Опасное	Чрезвычайно опасное
Пыль неорганическая	III	0,15	0,75	3,75
Сернистый газ	III	0,05	0,2	1,8
Окислы азота	II	0,085	0,255	0,765
Окись углерода	IV	1,0	5,0	25,0
Углеводороды	IV	1,5	7,5	37,5
Сажа	III	0,05	0,25	1,25
Фенол	II	0,04	0,1	0,16
Свинец	I	0,0007	0,00126	0,00224
Сероводород	II	0,008	0,024	0,072
Серная кислота	II	0,1	0,3	0,9
Соляная кислота	II	0,2	0,6	1,8

Выводы

1. Выполнен анализ влияния основных факторов эксплуатации автомобильного транспорта (скорости движения, отклонения от нормы давления в шинах, типа шин, нарушения аэродинамических характеристик кузова автомобиля, работы кондиционера) на состояние окружающей среды.

2. Режим работы двигателей при отрегулированной работе топливной системы является основной причиной загрязнения окружающей среды.

3. Для уменьшения степени загрязнения атмосферы в городских условиях необходима организация движения автотранспорта в режиме «зеленой волны» по основным трассам города с четким указанием рекомендованного режима движения.

4. Сравнение эксплуатационных и экологических показателей карбюраторных и дизельных двигателей показывает, что дизельные являются более предпочтительными по расходу топлива и низким значением выброса CO₂.

Список литературы

1. Доклад о состоянии окружающей природной среды города Донецка в 2006–2007 годах / под общ. редакцией А. Лукьянченко. – Донецк, 2008. – 112 с.
2. Денисов В.Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В.Н., Денисов, В.А., Роголев. – 2-е изд. – СПб.: МАНЭБ, 2004. – 312 с.
3. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания / Д.Н., Вырубов, В.П. Алексеев. – М., 1957. – Т.3. – 62 с.
4. Павлова А.И. Экология транспорта: учебник для вузов / А.И. Павлова. – М.: Транспорт, 2000. – 248 с.
5. Иванов В.Н. Экология и автомобилизация / В.Н. Иванов, В.К. Сторчевус, В.С. Доброхотов. – К.: Будівельник, 1983.
6. Бондаренко Е.В. Дорожно-транспортная экология: учебное пособие / под ред. А.А. Цыцур, Е.В. Бондаренко, Г.П. Дворникова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 113 с.
7. Расчетная инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств. – М.: НИИАТ, 2008. – 40 с.
8. Прохорова Н.В. Эколого-геохимическая роль автотранспорта в условиях городской среды / Н.В. Прохорова. – Самара: Вестник СамГУ, 2005. – С. 188–198.
9. Большой тест расхода топлива. Что превращает легковые автомобили в обжор [электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autobild.by>.
10. Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги: ОДН 218.5.016-2002. – М.: Министерство транспорта РФ, Росавтодор, 2003. – 24 с.

Рецензент: к.т.н., доц. М.А. Мастепан, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Стаття надійшла до редакції 04.09.12

© Высоцкий С.П., д.т.н., Столярова Н.А., к.т.н., Фаткулина А.В., Широких К.С., 2012