

УкрНИИНТИ Госплана УССР

Харьковский межотраслевой территориальный центр
научно-технической информации и пропаганды

Для служебного пользования

ЦКП «Охрана окружающей среды»

Система ДОР

Дифференцированное

Обеспечение

Руководства

МОТОРНОЕ ТОПЛИВО И ПУТИ СНИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДОВ

Аналитический обзор

Харьков

1987

Содержание

	Стр.
Введение	3
1. Организационно-правовые мероприятия	3
2. Транспортно-планировочные мероприятия	6
3. Эксплуатационные мероприятия	8
4. Инженерно-технические мероприятия	9
5. Новые виды моторных топлив	11
Выводы	15
Список литературы	16

Автор:

Зайцев А. В., научный сотрудник кафедры экономики
Сумского филиала ХПИ

Ответственный за выпуск :

Якуба Вячеслав Иванович,
зав. Сумской областной группой НТИ
Тел. 7-40-76; 7-42-42(г. Сумы)

Введение

Использование различных видов моторных топлив, а также экономия топлива автомобильным транспортом в конечном итоге направлены, с одной стороны, на повышение производительности труда подразделений транспортной системы, с другой, на достижение социального результата в виде снижения уровня загрязнения окружающей среды. Единство этих сторон может быть выражено в эколого-экономическом эффекте мероприятий, включающих разнообразные варианты по контролю и нормированию, по эксплуатации и экономии топлива.

Топливопотребление с позиций предотвращения загрязнения окружающей среды объединяет ряд мероприятий:

- организационно-правовых;
- транспортно-планировочных;
- эксплуатационных;
- технических, как в рамках использования традиционных видов топлива, так и применения новой техники;
- использующих новые виды моторных топлив.

1. Организационно-правовые мероприятия

Организационно-правовые мероприятия включают разработку нормативов ингредиентного состава отходящих газов. В СССР разработано около 20 нормативных документов, регламентирующих опасность для населения как автомобиля в целом, так и его двигателя. Существует два вида стандартов на нормы и методы определения вредных веществ в отработавших газах автомобилей.

К первому можно отнести государственные стандарты, распространяющиеся на автомобили, находящиеся в эксплуатации, т. е. на весь автомобильный парк СССР. Это ГОСТ 17.2.2.03-77 «Охрана природы. Атмосфера. Содержание окиси углерода в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями» и ГОСТ 17.2.01-84 «Охрана природы.

Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения».

Ко второму виду относятся отраслевые стандарты Минавтопрома, которые устанавливают предельно допустимые нормы выброса окиси углерода, углеводородов и окиси азота, а также определяют методику проведения измерений указанных компонентов. Например, ОСТ 37.001.234-84 «Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения».

Содержание токсичных веществ в отходящих газах транспортное средств определяется при испытании на стенде, имитирующем движение автомобиля данной категории по улицам современного города. Испытание на стенде по установленным правилам носит название испытательного цикла. В мировой практике существуют несколько циклов. Наибольшее распространение получили: Европейский, рекомендованный Европейской комиссией (ЕЭК ООН, Правила № 15) и испытательный цикл, принятый в США, Канаде, Австрии и Швеции (ФРГ-75). В настоящее время в различных странах мира действует более 100 нормативно-технических документов, обеспечивающих экологическую безопасность функционирования автотранспортных средств.

Стандарты некоторых различных стран на предельный выброс (г/км пробега) токсичных веществ в отработавших газах легковых автомобилей приведены в табл. 1.

Уделяется огромное внимание содержанию свинца в бензине. В СССР в больших городах, а также в курортных зонах запрещено применение этилированного бензина, установлены соответствующие стандарты по содержанию свинца в топливе. В США норматив содержания свинца в бензине равен 0,132 г/л, в ФРГ — 0,15 г/л, в Японии — 0,31 г/л, в Австрии, Великобритании и Фракции — 0,40 г/л, в Бельгии — 0,45 г/л, Италии — 0,65 г/л [1, 2].

Предельный выброс токсических веществ в отработавших газах
легковых автомобилей (карбюраторных), г/км [1, 2]

Страны	Оксись углерода	Углеводороды	Окислы азота	Испытательный цикл
СССР	12,3 – 27,2	1,0 – 1,6	0,7 – 1,0	ЕЭК ООН
США (кроме штата Калифорния)	2,15	0,25	0,63	ФТР-75
США (штат Калифорния)	2,1	0,25	0,4-0,6	ФТР-75
Швеция	24,2	2,1	1,9	ФТР-75
ФРГ	13,9	1,2	0,62	ЕЭС 70/220
Швейцария	9,3	0,9	1,2	ЕЭС 70/220
Япония	2,1	0,25	0,25	Японский

К организационно-правовым мероприятиям также относится оперативный систематический контроль за соблюдением установленных требований и норм. Для этого используются различные диагностическое оборудование — газоанализаторы и дымомеры. В настоящее производство отечественных газоанализаторов и выпуск дымомеров ничтожно малы для такой огромной как в СССР транспортной системы.

В Советском Союзе на автотранспорте не предпринималось пока введение штрафных санкций и административной ответственности за нарушение законодательства об охране атмосферного воздуха. Однако, административные санкции не подкрепляемые техническими и экономическими возможностями не принесут существенных улучшений, по крайней мере, в настоящее время.

2. Транспортно-планировочные мероприятия

Транспортно-планировочные характеристики города непосредственно влияют на загазованность воздуха вблизи городских магистралей. Установлено влияние основных характеристик транспортного потока (интенсивность, плотность, структура, скорость и неравномерность движения) на уровень загрязнения улично-дорожной сети.

Величина загазованности в районе автомагистрали прямо пропорциональна интенсивности автомобилей. Однако состав выбросов зависит от качественного состава транспортного потока.

На выброс вредных веществ влияет скорость движения автомобилей. С увеличением скорости выделения продуктов неполного сгорания (CO и C_xH_y) уменьшается, а выброс NO_x увеличивается. Исходя из критерия токсичности, существуют рациональные значения скоростей у автомобилей различного типа [3]. Например, для легковых автомобилей эта скорость равна 40 — 60 км/час.

Связь неравномерности движения и общей токсичности выбросов показана в табл. 2 [4].

Наиболее неблагоприятными режимами работы двигателей автомобилей с точки зрения загрязнения воздуха являются режимы ускорения, замедления и холостого хода. Поэтому чрезмерное наличие светофоров, а также других помех движению транспорта, приводит к увеличению выброса вредных веществ.

Таблица 2.

Влияние режима работы двигателя на выброс отработанных газов

Режим работы двигателя	Доля режимов, %					
	по времени	по объему отработан. газов	По выбросам			по расходу топлива
			СО	СН	NO	
Холостой ход	39,5	10	13-25	15-18	0	15
Разгон	18,5	45	29-32	27-30	75-86	35
Установившийся режим	29,2	40	32-43	19-35	13-23	37
Принудительный холостой ход	12,8	5	10-13	23-32	0-1,5	13

В табл. 3 представлены сравнительные расчётные показатели влияния основных планировочных систем построения сети магистральных улиц, и дорог на уровень загрязнения городской территории автотранспортом [5].

Таблица 3.

Условные сравнительные показатели влияния планировочных систем на уровень загрязнения автотранспортом

Показатели	Прямоугольно-квadratная сеть		Радиально-кольцевая сеть		Прямоугольно-линейная (2:1) сеть	
	Линейная плотность, кг/км ²					
	2	4	2	4	2	4
1	2	3	4	5	6	7
Площадь, км ²	49	49	49	49	49	49
Длина магистралей, км	98	196	98	196	98	196
Количество узлов	49	196	49	196	45	181
Средняя длина перегона, км	1,00	0,50	1,08	0,54	1,12	0,56

Продолжение таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7
Пробеговой выброс СО от одного автомобиля (расчетного):						
а) в среднем по сети г/км	32,0	40,0	31,9	38,9	31,1	38,2
то же, %	100	100	99,7	97,0	97,1	95,5
б) в пределах центра, г/км	32,0	40,0	55,0	59,0	31,1	38,2
то же, %	100	100	172,0	148,0	97,1	95,5
Транзит через центр, %	12	12	33	24	12	12

Сравнительный анализ данных табл. 3 показывает, что планировочная схема городской сети улиц и дорог вносит свой «вклад» в концентрацию вредных выбросов от автотранспорта. В частности, радиально-кольцевая схема вызывает увеличение концентрации выбросов по направлению к центру города по сравнению с прямоугольно-квадратной или прямоугольно-линейной.

Также, различные конкретные планировочные мероприятия могут существенно уменьшить влияние транспортного загрязнения на реципиентов:

- трассировка особо нагруженных магистралей на территориях непригодных для жилой застройки, в санитарно-защитных зонах, полосах отвода железных дорог;
- использование подземного пространства;
- организация бестранспортных и пешеходных зон;
- строительство зданий с повышенной шумо- и газо-защитной эффективностью.

3. Эксплуатационные мероприятия

Огромный резерв экономии топлива и уменьшения токсичности отходящих газов зависит от условий эксплуатации транспортных средств.

Например:

— регулировка и стабилизация (на стенде) работы карбюратора и регулярная его проверка позволяет снизить выбросы отработавших газов на 20-50 % [5];

— применение электронной системы зажигания может снизить выбросы на 20-40 % [5];

— использование при движении рациональных скоростных режимов (движение на оптимальной скоростной передаче) уменьшает выбросы на 25-40 % [5];

— отрегулированные карбюратор и система зажигания при наличии достаточной ёмкости аккумуляторной батареи дают возможность водителю выключать двигатель при коротких остановках и даже перед светофорами.

4. Инженерно-технические мероприятия

Снижение воздействия транспортных потоков на городскую среду может обеспечиваться инженерно-техническими средствами защиты от транспортных загрязнений табл. 4.

Также, к техническим мероприятиям, связанным со снижением вредных воздействий отработавших газов в источнике их образования — в автомобилях, относятся мероприятия по совершенствованию конструкций автомобилей. Исследования Челябинского политехнического института показывают, что отдельные конструктивные мероприятия могут существенно снизить выброс отработавших газов. Предполагаемое снижение выброса, например, от использования антитоксичных устройств — 30-60 %, от снижения гидравлического сопротивления воздухоочистителя — 20-30 %, совершенствование компоновки автомобиля и его узлов — до 10-15 % [6].

Экономия моторного топлива идет также за счет уменьшения массы автомобиля. Экономический эффект от снижения массы автомобиля охватывает как область производства так и сферу эксплуатации автомобиля. Это наглядно показано в работе [7], где проведен технико-экономический расчет снижения материалоемкости автомобильного парка.

Таблица 4.

Инженерно-технические средства защиты от газообразных
транспортных загрязнений

Вид защитного сооружения	Размеры сооружения, м	Снижение загазованности воздуха, %
Экран-стенка	2	42...44
	4	45...50
	6	50...55
Выемка (с откосами)	2	26...28
	6	62...67
	10	75...80
Выемка (с подпорными стенками)	2	32...34
	4	65...70
	6	80...85
Земляная насыпь (кавальер)	2	37...43
	4	40...45
	6	45...60
Проезжая часть на насыпи	2	32...36
	6	35...45
	10	40...50
Стенка экран (на насыпи)	2/2	44...46
	2/4	45...50
	4/2	45...50
Полосы зеленых насаждений	5	22...28
	10	53...60
	20	60...70
Здания	15 (5 эт.)	53...62
	27 (9 эт.)	65...80
	36 (12 эт.)	70...95
	48 (16 эт.)	80...95

Зарубежные автомобилестроительные фирмы уделяют большое внимание снижению собственной массы автомобиля. Например, средняя масса легковых автомобилей, выпускаемых крупнейшими фирмами США за период с 1978 по 1985 год, уменьшилась на 7 — 8 % [8], табл. 5.

Таблица 5.

Средняя масса легковых автомобилей, кг

Фирма-изготовитель	1978 г.	1985 г.	% уменьшения массы
Дженерал Моторс	1720	1410	8,2
Форд	1900	1360	7,2
Крайслер	1590	1130	7,1

Характерен прогноз, выполненный в США, по изменению доли различных материалов при производстве американских легковых автомобилей, табл. 6 [9].

Таблица 6.

Прогноз доли различных конструкционных материалов при производстве легковых автомобилей в США, %

Материалы	1975 г.	1980 г.	1980 г.
Сталь	61	57	54
Чугун	16	14	8
Алюминий	3	6	12
Пластмассы	4	7	9
Прочие материалы	16	16	17
Всего:	100	100	100

Фирмы-изготовители легковых автомобилей ФРГ считают, что уменьшение массы легкового автомобиля среднего класса на 100 кг позволяет снизить расход горючего на 1 литр на 100 км пути. Итальянский концерн «Фиат» полагает, что снижение средней массы производимых в стране автомобилей на 30 % дает экономию топлива на 14 %.

5. Новые виды моторных топлив

Большим вкладом в борьбу с загрязнением воздушного бассейна может стать использование новых видов моторных топлив.

Водород выступает одним из экологически наиболее предпочтительных заменителей бензина. Преимуществом водорода является то, что он оказывает двойное действие: не только снижает выбросы практически всех

токсичных компонентов отработавших газов, но и повышает топливную экономичность. В настоящее время проведены испытания различных типов двигателей на чистых углеводородах топливах с добавкой водорода. Работы, выполненные в ИПМаш АН УССР, а также в автомобильном и автотранспортном научно-исследовательском институте показали, что 10 %-ная (по массе) добавка водорода не только резко снижает выбросы токсичных компонентов отработавших газов, но и обеспечивает экономию топлива на 23 % (при пересчете водорода по теплотворной способности на бензин), а экономия бензина составляет около 50 % [10]. Возможность уменьшения токсичных выбросов при использовании водорода как добавки к бензину получена и в других исследованиях, табл. 7 [11].

Таблица 7.

Влияние добавок водорода на токсичность отработавших газов автомобиля

	Выброс токсичных веществ, г/кг		
	СО	СН	NO _x
На бензине	25,9	1,4	1,18
На бензине с добавкой водорода	1,33	1,9	0,15

Практическое использование водорода как топлива сопряжено с техническими трудностями при его получении, заправки и хранения на автомобилях. Получение водорода пока обходится вдвое дороже получения равного ему по энергоемкости количества бензина.

Важное экономическое и экологическое значение имеет перевод части автомобильного транспорта на газовое топливо. Газовые виды моторного топлива включают компримированный (сжатый) природный газ (КПГ), газовый конденсат и сжиженные нефтяные газы пропанбутановых фракций (СНГ), сжиженный природный газ (СПГ).

Меньшее количество токсичных составляющих в выхлопных газах является важной особенностью газовых видов топлива. Сжигание в двигателях природного газа снижает выбросы углеводородов почти в 2 раза, оксида углерода в 20 раз, окиси азота более чем в 15 раз, серы и прочих в 10

раз [12]. Сравнивая электроэнергию, как движитель для электромобилей, с газовыми видами топлива, приходится признать, что экологическая чистота электромобилей кажущаяся. В расчете на единицу пробега электромобиля выбросы при производстве электроэнергии превышает аналогичные выбросы автомобилей, использующих газовые вида топлива, табл. 8 [13].

Таблица 8.

Экологическая характеристика альтернативных топлив

Вид моторного топлива	Выбросы в атмосферу, г/кг				
	CO	C _x H _y	NO _x	SO _x	Прочие
Бензин	5,9	0,27	2,6	1,2	0,18
КПГ и СПГ	0,03	0,16	0,15	0,11	0,018
Электричество (тепловые станции)	0,11	0,03	2	1,8	0,05

В основном, технические проблемы, связанные с переводом автомобилей на газовое топливо решены. Однако, в настоящее время, строительство специализированных заправочных станций обходится дорого и является мощным сдерживающим фактором на пути замены бензина газом.

Еще один вид перспективного топлива — газогидрат. Природный газогидрат — это молекулярное соединение газа метана и воды. При нормальном давлении один кубический метр газогидрата выделяет примерно 200 м³ газа. По самым скромным оценкам запасы газогидратов в сотни раз превышает запасы угля, нефти и газа во всех разведанных месторождениях. Зоной распространения газогидрида является более половины территории СССР.

Развитие химической промышленности дало возможность создать искусственные виды топлива. А именно — метанол (метиловый спирт) и этанол (этиловый спирт). В промышленно развитых капиталистических странах с ограниченными ресурсами нефти в качестве автомобильного топлива все шире используются синтетические спирты. Очень хорошие результаты дает применение спиртов в качестве добавок в количестве 10-12 % к традиционному автомобильному горючему. Например, добавка метанола

позволяет развивать мощность на 5-7 % выше, чем при работе на обычном бензине. При этом экономия бензина составляет 15-18 %, концентрация окислов азота в отработавших газах уменьшается на 70 %, окиси углерода — на 10 %, углеводородов — на 10-20 %.

Следует упомянуть и о других синтетических спиртовых топливах: трибутанол или трибутиловый спирт и метал-трибутиловый эфир, используемых в качестве добавок к традиционным видам топлива.

В последние годы производство синтетического бензина из угля получает широкое распространение. Процесс получения следующий: сначала уголь подвергают газификации, а затем сжигают газ в присутствии катализатора и получают различные жидкие фракции. Существует еще один интересный метод получения синтетической нефти, который заключается в переработке использованных автомобильных шин и прочих резиновых отходов.

Добыча жидкого топлива из сланцев и песчаников требует очень дорогой технологии и поэтому особенного распространения не получила.

В завершение обзора новых видов моторного топлива очень интересна наш взгляд, сравнительная эффективность использования альтернативных топлив транспортом, проведенная американской газовой ассоциацией [13] табл. 9 (даётся по источнику [12]).

Таблица 9.

Эффективность использования альтернативных топлив автомобильным транспортом (в относительных единицах)

Вид моторного топлива	Затраты энергии на производство	Стоимость единицы пробега
1	2	3
Бензин из нефти	100	100
Синтетический бензин из угля	160	120
Компримированный природный газ (КПГ)	130-140	90
Сжиженный природный газ (СПГ)	125	85

Продолжение таблицы 9.

1	2	3
Пропан	105	80-90
Электроэнергия (тепловые станции)	65	150
Электроэнергия (ядерные станции)	40	130
Метанол	160	150
Этанол	170	180

Выводы

Экономия традиционных и применение новых видов моторных топлив с целью предотвращения загрязнения окружающей среды включает в себя большой набор самых разнообразных мероприятий. Комбинации этих мероприятий порождают еще большее количество различных вариантов топливной экологичности. Выбор наиболее экономически эффективного из них требует учета не только технико-экономических показателей, а и в обязательном порядке учет экологических последствий. В этом отношении определение эколого-экономической эффективности топливосберегающих мероприятий представляется инструментом социально-экономического управления, который позволяет вырабатывать техническую, гигиеническую, градостроительную политику, выбирать варианты новой экологической техники, планировать техническое развитие транспортных средств, стимулировать научно-технический прогресс в области охраны окружающей среды. Эффективность капитальных вложений в экологически чистые транспортные решения должна основываться на стратегии, предусматривающей не только ликвидацию отрицательного воздействия, но и устранения самых причин загрязнения, т.е. переход на двигатели и технику, не загрязняющие атмосферу.

Список литературы

1. Hiller V. A. Emission. – Motor Management, 1982, vol. 17, № 5, p. 3-7.
2. Lutz Th. Fine uborssicht uber die Massnahmen zur Einhaltung der Abqasvorschrifthe CH-82 und deren Auswiirkunq. — INFUFA Transport Rundschaw, 1972. Bd. 3, № 10, p. 39-40.
3. Иванов В. Н., Ерохов В. И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. — М. : Транспорт, 1984. — 302с.
4. Жегалин О. И., Лупачев П. Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. — М. : Транспорт, 1985. — 188с.
5. Снижение загазованности автомобильным транспортом атмосферного воздуха больших городов. / Сост. А. М. Костин // Проблемы больших городов. Обзорная информация. — М. : МГЦНТИ, 1987. — Вып. 19. — 22с.
6. Игнатъев Ю.В., Костин А.М., Васильева И.Е. Мероприятия по снижению воздействия транспортных потоков на окружающую среду. — Челябинск : УДНТП, ЧПИ, 1986. — 86с.
7. Кирилин А., Штырев И., Григорьев Р. Влияние материалоемкости автомобиля на экономические показатели. // Автомобильный транспорт. — 1980. — № 4. — С. 47-48.
8. Sciens News. 1983, vol. 121, № 23, p. 873.
9. Чулков А. З. Экономика светлых нефтепродуктов на транспорте. — М. : Транспорт, 1985. — 304 с.
10. Столяревский А. Я., Чувелев А. В. Водород: эффект защиты природы // Энергия. — 1986. — № 10. — С. 11-16.
11. Гутаревич Ю. Ф. Предупреждение загрязнения воздуха двигателями. — К. : Урожай, 1982. — 64с. — На укр. языке.
12. Боксерман Ю. И., Мкртычан Л. С., Чириков К. Ю. Перевод транспорта на газовое топливо. — М. : Недра, 1988, — 224 с.
13. Energy analysis. — American Gas Association. Preprint, 1982, 7, 18 p.

Библиографическое описание: Зайцев А. В. Моторное топливо и пути снижения автотранспортного загрязнения воздушного бассейна городов / А. В. Зайцев / Харьковский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды УкрНИИНТИ Госплана УССР, отв. за вып. В. И. Якуба // Аналитический обзор. Система ДОР. — Харьков, 1987. — 16 с.