DOI: 10.17117/na.2015.11.03.273

Поступила (Received): 30.11.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.03.273.pdf>

Матвеева О.А.
Влияние испаряемости жидких топлив
на экологию мегаполисов

Matveeva O.A.
The effect of evaporation of liquid fuels
on the environment of megacities

Проведен анализ испарения жидких топлив. Представлены результаты исследования техногенного загрязнения воздуха мегаполисов. Исследовано влияние процессов сгорания углеводородных систем в двигателях транспортных средств на состояние окружающей среды

Ключевые слова: испарение, топлива, экология

Analyzed the evaporation of liquid fuels. The results of the study of man – made air pollution cities. The influence of the processes of combustion of hydrocarbon systems in the engines of vehicles on the environment

Key words: evaporation, fuel, ecology

Матвеева Оксана Александровна

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник

*25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России
г. Москва, ул. Молодогвардейская, 10*

Matveeva Oksana Aleksandrovna

Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher

*The 25th State Research Institute of Himmotology of Ministry of Defence of the RF
Moscow, Molodogvardiiskaya st., 10*

Испарение – это важнейшая эксплуатационная характеристика топлива. Испаряемость – химмотологическое свойство, характеризующее особенности и результата процесса перехода топлива из жидкого состояния в парообразное. Испаряемость определяет во многом надежность, экономичность и долговечность работы двигателя на разных режимах, его приемистость к топливу, полноту сгорания, характер горения, количество отложений в двигателе, образование паровых пробок в топливной системе, разжижение масла в картере, потери топлив от испарения.

По данным исследований, более 75 % потерь жидких топлив связано с их испарением. Потери от испарения наблюдаются при хранении, сливе, наливе, перевозках, заправках и применении. Помимо материальных потерь испарение топлив часто сопровождается ухудшением некоторых эксплуатационных свойств и приводит к загрязнению окружающей среды. Токсичные свойства нефтяных топлив зависят от химического строения углеводородов [1].

Нефтяные топлива относят к основным источникам загрязнения окружающей среды. Можно выделить два основных источника загрязнения атмосферы

углеводородами: 1) низкокипящие углеводороды, испаряющиеся в процессе транспортирования, хранения и применения нефтепродуктов; 2) отработанные газы двигателей. Помимо загрязнения атмосферы городов, автомобильный комплекс вносит существенный вклад в загрязнение почвы и воды (взвешенные частицы нефтепродуктов, органические растворители, тяжелые металлы и их соли). Рост загрязнений окружающей среды от автомобильного транспорта и рост численности автопарка явились причиной ужесточения требований к качественным экологическим характеристикам продукции нефтеперерабатывающей промышленности. Загрязнители, выбрасываемые различными видами транспорта мегаполисов представлены в табл. 1 [2].

Таблица 1. Количество загрязнителей, выбрасываемых пассажирским (г/чел*км) и грузовым (г/т*км) автотранспортом

Наименование	SO _x	NO _x	Твердые частицы	CO	CH	CO ₂
<i>Пассажирский транспорт:</i>						
Железные дороги	0,27	0,15	0,09	0,009	0,005	60,9
Скоростные железные дороги	0,16	0,09	0,05	0,005	0,003	35,8
Автотранспорт	0,14	3,35	0,07	5,01	0,77	160,3
Авиатранспорт	0,09	0,66	0,03	1,42	0,23	234,1
<i>Грузовой транспорт:</i>						
Железные дороги	-	0,40	0,08	0,06	0,02	-
Автотранспорт	-	1,96	0,04	2,20	0,97	-
Водный транспорт	-	0,58	0,04	0,20	0,08	-

Мощное воздействие на экологию городов оказывают предприятия по переработке углеводородных систем. Развитие городов и промышленных районов, а также градостроительная политика последних десятилетий привели к тому, что большинство предприятий по переработке углеводородных систем оказались в черте городских мегаполисов, таких как Москва, Санкт – Петербург, Омск, Тобольск, Пермь, Волгоград, Уфа, Стерлитамак, Салават. По статистическим данным, вследствие техногенного загрязнения воздуха здоровье населения ухудшается на 45% [2].

Среди других продуктов переработки нефти автомобильные бензины вырабатываются и потребляются в наибольшем количестве. В планах развития автомобильной промышленности предусматривается рост производства как карбюраторных, так и дизельных автомобильных двигателей. Поэтому в ближайшее время значение автомобильных бензинов сохранится.

Некоторые данные по загрязнению и потерям от испарения автомобильных топлив по результатам опытного хранения приведены в табл. 2 [1].

Таблица 2. Потери бензина от испарения при хранении в течение года в горизонтальном резервуаре, вместимостью 25 м³, кг

Состояние и оборудова- ния резервуара	Малые дыхания			Боль- шие дыха- ния	Обрат- ный выход	Общие	
	лето	весна – осень	зима			абсо- лют- ные	отно- си- тель- ные, %
Неокрашенный, плохо оборудованный (без ар- матуры, прокладок и др.	523	103	28	131	28	3665	4,05
Окрашенный, оборудо- ванный дыхательным клапаном, негерметич- ный	372	69	16	88	19	1094	1,22
Герметичный, окрашен- ный с клапаном ДК – М при давлении, МПа: 0,025 0,03	53 -	- -	- -	36 12	15 11	104 23	0,11 0,03

Нефтяные топлива в той или иной степени токсичны, поэтому их произ-
водство, хранение, транспортирование и использование должно быть организо-
вано таким образом, чтобы исключить вредное воздействие на человека и окру-
жающую среду. В последнее время все больше внимания уделяется борьбе с ис-
парением бензинов в условиях применения. При эксплуатации автомобилей
бензин испаряется в топливных баках и карбюраторе. Образующиеся пары уг-
леводородов загрязняют атмосферу крупных городов и напряженных автома-
гистралей.

Углеводороды, попадающие в атмосферу с продуктами сгорания, могут об-
ладать не только токсичностью, но и канцерогенностью. Влияние процессов
сгорания углеводородных систем в двигателях транспортных средств и печах
приводит к резкому увеличению содержания CO, CO₂ и кислых газов в атмо-
сфере. В воздухе городов над промышленными зонами и транспортными уз-
лами доля CO₂ может достигать 0,1%.

**Таблица 3. Выбросы от различных источников,
использующих нефтяные топлива, кг/т топлива**

Наименование	Карбюраторные двигатели	Дизельные двига- тели	Тепловые станции
CO	40	9	0,05
NO _x	20	33	14
SO _x	1,5	6	21
Углеводороды	24	20	0,4
Альдегиды, органи- ческие кислоты	1,4	6	0,08
Твердые частицы	2	16	1,3

С выхлопными газами автотранспорта, наряду с оксидом углерода, выбрасываются конденсированные канцерогенные ароматические углеводороды и тяжелые металлы. Состав токсичных выбросов от различных источников, использующих нефтяные топлива представлен в табл. 3 [1].

Ежегодно в атмосферу, вследствие выбросов, поступает около 150 млн. т. серного ангидрида. В среднем при пробеге 15000 км за год каждый автомобиль сжигает около 2 т топлива. В табл. 4 приведены данные по выбросам вредных веществ с выхлопными газами автомобилей различных городов России [2].

Фоновые уровни такого опасного канцерогена, как бенз(а)пирен, в индустриальных районах страны достигают 0,4 – 0,5 нг/м³. Люди, живущие на близких расстояниях от транспортных магистралей, в 3-4-раза чаще страдают от онкологических заболеваний.

Основным источником загрязнения атмосферы являются отработавшие газы, в которых найдено около 200 различных веществ в газообразном, жидком и твердом виде. Состав отработанных газов (в объемн. %) карбюраторных и дизельных двигателей показан в табл. 5 [1].

**Таблица 4. Выбросы вредных веществ в атмосферу
с выхлопными газами автомобилей по городам России**

Город	Всего тыс. т/год	Тип выбросов		
		NO ₂	CO	Углеводороды
Волгоград	118,2	6,0	91,3	18,9
Москва	850	41,6	633,4	26,3
Самара	152,5	5,9	97,0	19,6
Екатеринбург	94,9	5,0	73,2	16,3
С.- Петербург	382,9	21,1	290,9	59,9
Омск	160,8	7,9	121,1	25,4
Пермь	80,8	4,3	62,3	13,2
Челябинск	95,1	5,1	69,6	19,4
Уфа	113,3	5,8	85,9	19,5
Новосибирск	109,8	5,6	84,6	18,5

**Таблица 5. Состав отработанных газов
карбюраторных и дизельных двигателей, % об.**

Тип выброса	Карбюраторные двигатели	Дизельные двигатели
N ₂	74 – 77	76 – 78
O ₂	0,3-0,8	2,0 – 18,0
H ₂ O	3,0 – 5,5	0,5 – 4,0
CO ₂	5,0 – 12,0	1,0 – 10,0
CO	5,0 – 10,0	0,01 – 0,50
Окислы азота	0,0 – 0,8	0,0002 – 0,5000
Углеводороды	0,2 – 3,0	0,009 – 0,500
Альдегиды	0,0 – 0,2	0,001 – 0,009
Сажа	0,0 – 0,04(г/м ³)	0,01 – 1,10(г/м ³)
Бензапирен – 3,4	До 10 – 20* 10 ⁻⁶ (г/м ³)	До 10* 10 ⁻⁶ (г/м ³)

Причина появления окиси углерода – неполное сгорание из – за неравномерного распределения топлива по массе заряда.

Окислы азота для человека в 10 раз опаснее окиси углерода. С ростом степени сжатия и коэффициента наполнения содержание окислов азота в отработавших газах увеличивается.

Углеводороды представляют собой самую многочисленную группу токсичных веществ в отработанных газах. Олефиновые углеводороды способны к химическим реакциям с другими загрязнителями, содержащимися в атмосфере. Непредельные углеводороды окисляются в воздухе, образуя ядовитые кислородсодержащие соединения. Такие вещества активно участвуют в образовании стойких ядовитых туманов в виде дымки, висящей над городом с интенсивным автомобильным движением (смог). При появлении смога снижается прозрачность атмосферы, возникает неприятный запах, появляются ощущения удушья, раздражения глаз. Смог воздействует не только на человека. Он вызывает разрушение резиновых и текстильных изделий, некоторых красок, быструю порчу продуктов и гибель растений [3].

Канцерогенные вещества в отработавших газах бензиновых двигателей особенно значительно. К ним относят конденсированные полициклические ароматические углеводороды, которые вызывают заболевание раком.

В состав отработавших газов могут входить окислы серы (при использовании сернистых бензинов). При среднесуточной концентрации в воздушной среде более $0,05 \text{ мг/м}^3$ SO_2 оказывает токсическое воздействие на флору, фауну, человека.

Фракционный состав значительно влияет на общую токсичность. Применение легких бензинов с большим давлением насыщенных паров приводит к увеличению количества углеводородов, попадающих в атмосферу из топливных баков, карбюраторов и т.д. Испытания показали, что применение бензина с давлением насыщенных паров $0,41 \text{ кг/см}^2$ вместо $0,68 \text{ кг/см}^2$ снижает загрязнение атмосферы мегаполиса на 59% [4].

В некоторых странах с целью снижения загрязнения атмосферы введено законодательное ограничение количества бензиновых испарений, выделяющихся из системы питания автомобилей. Для уменьшения испарения углеводородов в атмосферу при испарении бензина из бензобака разработаны различные конструкции систем улавливания паров.

В настоящее время с токсичностью отработанных газов борются несколькими способами: регулировкой двигателя, организацией процесса сгорания, изменением состава топлива и применением присадок. Однако, все эти способы не приводят к полному устранению токсичности отработанных газов. Необходимо проводить дальнейшие исследования по оздоровлению воздушного бассейна мегаполисов и внедрению оптимальной системы применяемых топлив. находить пути решения вопроса улучшения экологической напряженности мегаполисов путем обеспечения автотранспорта моторными топливами с улучшенными экологическими характеристиками на уровне европейских стандартов.

Список используемых источников:

1. Сафонов А.С., Ушаков А.И., Орешенков А.В. Качество автомобильных топлив. Эксплуатационные свойства. Требования к качеству. Методы испытаний. НПИКЦ, 2006. 400 с.
2. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. М.: Химия, 2002. 608 с.
3. Гуреев А.А., Азев В.С. Автомобильные бензины. Свойства и применение. М.: Нефть и газ, 1996. 444 с.
4. Nelson E.E. SAE Preprints. № 87. 1999.

© 2015, Матвеева О.А.

Влияние испаряемости жидких топлив на экологию мегаполисов

© 2015, Matveeva O.A.

The effect of evaporation of liquid fuels on the environment of megacities