

Открывая двери

## Чистому автотранспорту

в развивающихся странах и

государствах с переходной экономикой. Роль

**малосернистых видов топлива.**



**Доклад Рабочей группы  
Глобального партнерства  
PCFV по вопросам,  
связанным с серным  
компонентом топлива**

Координационный центр Глобального партнерства PCFV

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)

00100, а/я 30552

Найроби, Кения

Телефон: +254-20-7624184

Факс: + 254-20-7624249

Электронный адрес: [pcf@unep.org](mailto:pcf@unep.org)

Веб-сайт: <http://www.unep.org/PCFV>



Partnership for  
Clean Fuels and Vehicles



UNEP

Отказ от ответственности. Мнения, высказываемые в данной публикации, не обязательно отражают и/или поддерживают взгляды всех членов Глобального партнерства PCFV

Отпечатано Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) от имени Глобального партнерства в интересах применения экологически чистых видов топлива и транспортных средств (PCFV), Найроби, Кения, январь 2008 г.

Программа ЮНЕП заботится об охране окружающей среды, как в мировом масштабе, так и в процессе собственной деятельности. Данная публикация отпечатана на бумаге, полученной в результате устойчивого лесопользования, с применением вторичного волокна. Бумага не содержит хлора, чернила растительного происхождения. Политика распространения публикаций программы ЮНЕП направлена на уменьшение ее углеродного следа.



Открывая двери

# **Чистому автотранспорту**

в развивающихся странах и  
государствах с переходной экономикой. Роль  
**малосернистых видов топлива.**

Доклад Рабочей группы Глобального партнерства PCFV по  
вопросам, связанным с серным компонентом топлива



Миссия и деятельность Глобального партнерства в интересах применения экологически чистых видов топлива и транспортных средств (PCFV) направлены:

- на оказание помощи развивающимся странам в разработке планов действий, ставящих целью полный отказ от свинцовых добавок и переход на малосернистые виды топлива, сопровождаемые внедрением более чистых автомобильных технологий;
- на поддержку инициатив разработки и установления более строгих стандартов в области качества топлива и транспортных средств через техническую помощь и через организацию мероприятий и форумов, способствующих обмену опытом между различными странами;
- на разработку информационных материалов и обучающих программ, на адаптацию экономических инструментов и принципов планирования в области чистого топлива и транспортных средств, на проведение кампаний, направленных на повышение уровня осведомленности и на поддержку инициатив по усилению контроля за исполнением существующего законодательства, особенно в сфере фальсификации горючего;
- на поощрение диалога между государством, промышленным сектором, неправительственными организациями и другими заинтересованными сторонами, как на национальном, так и на международном уровнях, способствующего выполнению обязательств относительно качества топлива и автомобильных технологий.

Для получения более подробной информации о деятельности Глобального партнерства PCFV посетите наш веб-сайт [www.unep.org/pcfV](http://www.unep.org/pcfV) или свяжитесь с нашим координационным центром по адресу:

Координационный центр Глобального партнерства PCFV

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)

00100, а/я 30552

Найроби, Кения

Телефон: +254-20-7624184

Факс: + 254-20-7624249

Электронный адрес: [pcfV@unep.org](mailto:pcfV@unep.org)

Веб-сайт: <http://www.unep.org/PCFV>



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1.</b>	<b>Введение</b>	<b>5</b>
1.1	Об этой публикации	5
1.2	Глобальное партнерство PCFV	5
1.3	Рабочая группа по вопросам, связанным с серным компонентом топлива	6
<b>2.</b>	<b>Взаимосвязь между содержанием серы в топливе и качеством воздуха</b>	<b>6</b>
2.1	Качество воздуха в городах: проблемы развивающихся стран	6
2.2	Сокращение выбросов выхлопных газов автотранспорта	8
2.3	Сокращение выбросов серосодержащих выхлопных газов	8
2.4	Выхлопные газы: экологические и экономические аспекты	10
<b>3.</b>	<b>Международная панорама</b>	<b>13</b>
3.1	Сера в составе топлива: мировые показатели	13
<b>4.</b>	<b>Сера в составе топлива – ключевой фактор в сокращении автомобильных выбросов</b>	<b>16</b>
4.1	Сера в топливе и автомобиль: системный подход	16
4.2	Влияние серы на работу дизельных двигателей и технологий контроля выбросов	17
4.2.1	Новые модели дизельных автомобилей	18
4.2.2	Сокращение выбросов выхлопных газов старых дизельных автомобилей	22
4.3	Сера и бензиновые автомобили	24
4.4	Позиция Глобального партнерства PCFV относительно снижения уровней содержания серы в топливе	25
<b>5.</b>	<b>Снижение содержания серы в топливе</b>	<b>28</b>
5.1	Сера: откуда она берется?	28
5.2	Нефтеперерабатывающие заводы: как они работают?	29
5.3	Пути снижения содержания серы в топливе	29
5.3.1	Страны без нефтеперерабатывающих заводов	29
5.3.2	Страны с нефтеперерабатывающими заводами	30
5.4	Снижение содержания серы в топливе: дополнительные аспекты	31
<b>6.</b>	<b>Дополнительные аспекты</b>	<b>33</b>
6.1	Малосернистое топливо в городской черте и за ее пределами	33
6.2	Транспортные «коридоры» для транзитных автомобилей	33
6.3	Автомобиль и двигатель	34
6.3.1	Техническое обслуживание автомобиля	34
6.3.2	Срок службы двигателя	35

6.3.3	Сера в составе смазочных материалов	35
6.4	Контроль за соблюдением законодательства	36
6.5	Фальсификация топлива	36

## Таблицы

Таблица 1 – Содержание серы в топливе в некоторых развивающихся странах	15
Таблица 2 – Возможные пути сокращения автомобильных выбросов	27
Таблица 3 – Характеристики некоторых видов сырой нефти	28
Таблица 4 – Влияние низких концентраций серы на некоторые детали автомобиля	34

## Рисунки

Рисунок 1а – Мировая динамика роста количества автомобилей (1930-2000)	7
Рисунок 2 – Содержание серы в дизельном топливе по данным на декабрь 2006 г.	13
Рисунок 3 – Влияние уровня содержания серы в дизельном топливе на срок службы двигателя	35

## Приложения

Приложение 1 – Обзор основных загрязняющих веществ, выбрасываемых с выхлопными газами автомобилей	37
Приложение 2 – Показатели содержания серы в топливе для развивающихся стран (по состоянию на декабрь 2006 г.)	38

## 1. Введение

### 1.1 Об этой публикации

Данная публикация содержит информацию, которая позволит политикам в развивающихся странах осознать, какое воздействие на окружающую среду оказывает присутствие серы в автомобильном топливе, каким образом можно добиться уменьшения уровня ее содержания и тем самым снизить токсичность выхлопных газов. Данная публикация предоставляет общий, лишенный технических аспектов, обзор существующих точек зрения, преимуществ и путей разработки политики и планирования мер, направленных на снижение содержания серы в автомобильном горючем.

### 1.2 Глобальное партнерство PCFV

Глобальное партнерство в интересах применения экологически чистых видов топлива и транспортных средств (PCFV) было основано на Всемирной встрече на высшем уровне по устойчивому развитию (ВВВУР), состоявшейся в Йоханнесбурге (ЮАР) в сентябре 2002 г. Его учредителями стали заинтересованные представители правительства, частного сектора, неправительственных и международных организаций. Глобальное партнерство PCFV оказывает помощь развивающимся странам и государствам с переходной экономикой в вопросах, связанных с уменьшением загрязнения воздуха в городской черте, посредством внедрения чистых видов топлива и транспортных средств. Деятельность партнерства направлена на исключение из состава бензина свинцовых добавок и снижение уровней содержания серы в дизельном топливе и бензине, сопровождаемых внедрением экологически чистого автотранспорта и транспортных технологий. В связи с тем, что во многих развивающихся странах уже достигнуты впечатляющие результаты относительно отказа от этилированного бензина, на данный момент деятельность партнерства больше ориентирована на снижение уровней содержания серы в автомобильном топливе.

На четвертом международном съезде членов PCFV, состоявшемся 14-15 декабря 2005 г. в штаб-квартире ЮНЕП в Найроби (Кения), была поставлена задача повсеместного снижения содержания серы в различных видах горючего до концентрации 50 частей на миллион (ppm), сопровождаемого внедрением экологически чистых транспортных средств и технологий, разработкой региональных и национальных планов действий и установлением временных рамок.

Для получения более подробной информации по данным вопросам обращайтесь по адресу:

Координационный центр Глобального партнерства PCFV  
Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)  
00100, а/я 30552, Найроби, Кения  
Телефон: +254-20-7624184  
Факс: +254-20-7624249  
Электронный адрес: [pcfiv@unep.org](mailto:pcfiv@unep.org)  
Веб-сайт: <http://www.unep.org/PCFV>

### 1.3 Рабочая группа по вопросам, связанным с серным компонентом топлива

На первом съезде членов PCFV, состоявшемся в Нью-Йорке в ноябре 2002 г., была особо отмечена важность информирования развивающихся стран о преимуществах снижения содержания серы в различных видах топлива и связанных с этим мероприятиях. Была создана Рабочая группа, призванная разработать документ, который осветил бы данные вопросы. В состав Рабочей группы вошли представители правительств, частного сектора, неправительственных и международных организаций. Результатом работы группы стал настоящий доклад, в котором обсуждаются преимущества снижения содержания серы в различных видах топлива, необходимые для этого затраты и возможные пути достижения поставленных целей. В докладе также приводится ряд ссылок на источники, содержащие более подробную информацию по обсуждаемым вопросам.

## 2. Взаимосвязь между содержанием серы в топливе и качеством воздуха

В данной главе обсуждаются роль транспортного сектора в загрязнении воздушной среды, преимущества снижения уровней содержания серы в различных видах топлива и внедрения экологически чистых транспортных средств на территории развивающихся стран и государств с переходной экономикой.<sup>1</sup>

### 2.1 Качество воздуха в городах: проблемы развивающихся стран

Загрязнение воздушной среды в городах является наиболее серьезной проблемой качества воздуха для развивающихся стран. Согласно подсчетам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), низкое качество воздуха в городской черте ежегодно становится причиной около 800000 преждевременных смертей,<sup>2</sup> большинство из которых приходится на развивающиеся страны. Помимо сердечно-сосудистых и легочных заболеваний (более подробную информацию см. в Разделе 2.4), загрязнение воздуха может отрицательно сказываться на протекании беременности и здоровье детей.<sup>3</sup>

Одним из факторов, влияющих на качество воздуха в городах, являются выхлопные газы автомобилей.<sup>4</sup> Они служат источником угарного газа, несгоревших углеводородов или летучих органических соединений, оксидов азота и твердых частиц (для получения более подробной информации по перечисленным загрязнителям и их воздействию на окружающую среду см. Раздел 2.4 и Приложение

<sup>1</sup> Далее по тексту мы будем использовать термин «развивающиеся страны», подразумевая также государства с переходной экономикой.

<sup>2</sup> Всемирная организация здравоохранения. «Снижая риск, проповедуя здоровый образ жизни [Reducing Risks, Promoting Healthy Life]», 2002.

<sup>3</sup> Смотри:

• Всемирная организация здравоохранения. «Влияние загрязнения воздушной среды на здоровье детей [Effects of Air Pollution on Children's Health]», 2005.

• Всемирная организация здравоохранения. «Рекомендации по определению степени загрязненности воздуха твердыми частицами, озоном, оксидами азота и серы. Мировой обзор. [World Health Organisation WHO Air Quality Guideline for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide, and Sulfur Dioxide, Global Update]», 2005 (<http://www.who.int/phe/air/aqg2006execsum.pdf>).

<sup>4</sup> Другими факторами могут служить промышленные выбросы, печной дым, а также дым от лесных пожаров и сжигаемого мусора.



1). Количество и состав выхлопных газов во многом зависят от вида используемого топлива и конструкции транспортного средства. Ожидается, что к 2050 г. количество автомобилей возрастет настолько, что для них потребуется в два раза больше горючего, чем потребляется в настоящее время.<sup>5</sup>

Доля загрязнения атмосферного воздуха от автотранспорта в городах составляет 25-75%, в зависимости от рода загрязнителя и местоположения.<sup>6</sup> Во многих развивающихся странах в течение нескольких последующих десятилетий ожидается стабильный рост количества выхлопных газов. Если не принимать надлежащие меры, то в условиях низкого качества автомобильного топлива и плачевного состояния автопарка, характерных для многих развивающихся стран, качество воздушной среды в городах значительно ухудшится.

В течение последних десятилетий в развитых странах мира наблюдается значительное снижение уровней выброса выхлопных газов. Это достижение – результат широкого использования экологически чистого горючего и прогрессивных транспортных технологий. В случае автомобилей, работающих на бензине, исключение свинцовых добавок из горючего способствовало внедрению технологий дополнительной очистки, в частности каталитических преобразователей. Введение в оборот высокоэффективных транспортных средств, снабженных дополнительной системой контроля выхлопных газов позволит еще более улучшить качество воздушной среды. В случае дизельных автомобилей, были достигнуты ощутимые успехи в области снижения уровня содержания серы в горючем и сопутствующего внедрения более чистых дизельных двигателей и технологий дополнительной очистки. В настоящее время в оборот вводятся технологии, позволяющие значительно сократить выбросы выхлопных газов таких автомобилей. Примерами могут служить сажевые фильтры, системы каталитической очистки от оксидов азота и избирательного

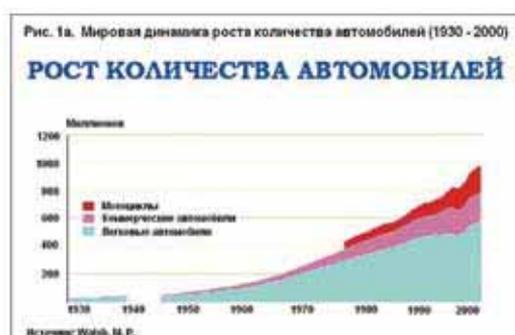


Рис. 1б. Прогнозы по росту мирового потребления горючего (2000 - 2050)<sup>5</sup>



5 Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию (ВСПУР) [World Business Council for Sustainable Development]. «Мобильность в 2030 году: стремление к устойчивому развитию. [Mobility 2030: Meeting the Challenge to Sustainability]», август 2004 ([www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)).

6 Например, согласно исследованиям, проведенным в Колькоте (бывш. Калькутта, Индия), автомобили являются источником 21-26% вдыхаемых твердых частиц, в то время как для Непала эти цифры в два раза больше. В Мехико (Мексика) примерно 61% твердых частиц с диаметром 10 мкм выбрасываются в окружающую среду вместе с выхлопными газами.

каталитического восстановления. Использование технологий дополнительной очистки стало возможным только благодаря переходу на дизельное топливо с низким содержанием серы.

Согласно подсчетам, использование более чистых транспортных средств и топлива в развивающихся странах по примеру развитых государств позволило бы изменить тенденцию увеличения уровней выброса выхлопных газов на противоположную.<sup>7</sup> В рамках такого сценария количество выбросов одних веществ (например, свинца) снизилось бы достаточно быстро, а для других понадобилось бы не более 20 лет, даже при условии роста спроса на автомобили.

## 2.2 Сокращение выбросов выхлопных газов автотранспорта

Сокращение выбросов выхлопных газов автотранспорта является одной из наиболее важных задач стратегии снижения загрязнения городской воздушной среды, особенно в развивающихся странах. Для выполнения этой задачи, прежде всего, необходимо исключить из состава топлива свинцовые добавки и обусловить (через установление более строгих стандартов) использование более чистых транспортных технологий (например, каталитических преобразователей). Десять лет работы в этой области позволили исключить свинец из состава более 90% бензина, используемого в мире.<sup>8</sup>

Другим важным подходом к решению задачи по сокращению выбросов выхлопных газов (и главной темой данной публикации) является уменьшение содержания серы в различных видах автомобильного топлива. Это приведет к незамедлительному снижению выбросов вредных веществ ныне существующим автотранспортом и откроет путь к внедрению улучшенных катализаторов и фильтров, а также других технологий дополнительной очистки горючего.

Прежде чем сделать выбор в пользу такого варианта, разработчики стратегии в каждой конкретной стране должны тщательно проанализировать целый ряд факторов, включая вклад транспортного сектора в загрязнение воздушной среды и рентабельность использования более чистых видов топлива и автомобилей.<sup>9</sup>

## 2.3 Сокращение выбросов серосодержащих выхлопных газов

Тридцать лет работы программ по контролю качества воздуха в развивающихся странах показали, что использование более чистого автотранспорта и топлива является эффективным способом достижения поставленных целей. Более чистые автомобили и горючее ведут к снижению токсичности выхлопных газов и способствуют внедрению передовых технологий, позволяющих в еще более значительной степени сократить уровни выброса загрязняющих веществ.

Улучшение качества горючего напрямую связано с уменьшением количества вредных веществ, выделяемых с выхлопными газами. В случае серы, это, в первую очередь, касается снижения выбросов твердых частиц. В следующем Разделе содержится более подробная информация о твердых частицах и их воздействии на человека и окружающую среду.



Многим развивающимся странам предстоит приложить большие усилия для уменьшения содержания серы в используемом дизельном топливе, т.к. во многих из них разрешенная концентрация этого элемента превышает 5000 ppm (более подробную информацию см. в Приложении 2). Снижение этого показателя до 50 ppm и менее позволит не только значительно уменьшить токсичность выхлопных газов, но и откроет путь к внедрению технологий их контроля, а, следовательно, и к еще большему снижению транспортного загрязнения.<sup>10</sup>

Производители автомобилей продолжают работать над усовершенствованием структуры двигателя, позволяющей использовать более чистое горючее и тем самым уменьшать количество выхлопных газов. Например, в настоящее время предлагаются дизельные двигатели с более эффективной системой подачи топлива, способствующей значительному снижению уровня вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Тем не менее, такие модели плохо работают в условиях повышенного содержания серы.

В случае дизельного топлива, концентрация серы 500 ppm и менее позволяет использовать целый спектр технологий контроля выбросов выхлопных газов (см. Главу 4) и способствует внедрению нового типа автомобилей, оснащенных катализаторами окисления. Кроме того, низкое содержание серы в горючем позволяет модернизировать устаревшие модели автомобилей и оснащать их современными технологиями контроля выбросов. Эта практика достаточно широко применяется во многих крупных и наиболее загрязненных городах по всему миру. Вполне реально добиться еще меньшей концентрации серы в дизельном топливе (менее 50 ppm). В этом случае возможен переход на использование пылепоглощающих фильтров.

В случае автотранспорта, работающего на бензине, снижение уровня содержания серы до 500 ppm и менее позволяет значительно улучшить работу каталитических преобразователей, наличие которых является обязательным в развитых государствах, и которые все шире вводятся в использование в развивающихся странах путем продажи новых или ввоза подержанных автомобилей. Исключительно низкое содержание серы в горючем обуславливает использование наиболее продвинутых технологий контроля выхлопных газов и может способствовать внедрению карбюраторных двигателей, работающих на обедненных воздушно-топливных смесях.

С учетом того, что автомобиль и его топливо образуют единую систему, наилучших результатов можно добиться путем комбинации горючего с низким содержанием серы и соответствующих современных технологий контроля выхлопных газов.<sup>11</sup> Такой комплексный подход является более эффективным, чем решение вопросов улучшения качества топлива, повышения эффективности работы двигателя и сокращения выбросов выхлопных газов по отдельности.

10. При переходе от дизельного топлива с концентрацией серы 500 ppm к 50 ppm выбросы ультрамелких твердых частиц ТЧ 2,5 сокращаются на 33,4% (См. [www.bp.com/products/fuels/bp\\_ecoultra/uulsd\\_faq.pdf](http://www.bp.com/products/fuels/bp_ecoultra/uulsd_faq.pdf)).

## 2.4 Выхлопные газы: экологические и экономические аспекты

Выхлопные газы оказывают существенное отрицательное влияние на здоровье и жизнедеятельность населения. Особенно это касается жителей городов, т.к. в условиях городской застройки смеси вредных веществ скапливаются в приземном воздухе. Искоренение заболеваний и ликвидация смертности от загрязненного воздуха имели бы огромное социальное и экономическое значение.<sup>12,13</sup> С точки зрения веществ, выбрасываемых в атмосферу с помощью автотранспорта, наибольшую угрозу здоровью населения представляют шесть основных категорий загрязнителей.<sup>14</sup>

•**Твердые частицы (ТЧ)** - это твердые или жидкие частицы, находящиеся в воздухе. Некоторые из них имеют большие размеры и темный цвет, поэтому в виде сажи или дыма хорошо заметны простому глазу. В то же самое время, мелкие частицы имеют крохотные размеры, и разглядеть их невооруженным глазом невозможно. ТЧ, выделяемые с выхлопными газами, могут быть крупными (ТЧ 10), мелкими (ТЧ 2,5) и ультрамелкими (ТЧ диаметром 0,1 микрон и менее).<sup>15</sup> Они либо выбрасываются в атмосферу напрямую, либо образуются из предшественников, таких как оксиды серы (SOx) и азота (NOx).

•**Углеводороды (HC)** выделяются в окружающую среду либо в результате неполного сгорания топлива, либо путем испарения горючего. Под воздействием солнечного света и повышенных температур HC вступают в реакции с оксидами азота с образованием приземного озона.<sup>16</sup>

•**Оксиды азота (NOx)** образуются в результате сгорания топлива при высоких температурах, например, в двигателях автомобилей.

•**Оксиды серы (SOx)** представляют собой газообразные выхлопы, образуемые в результате окисления серы, содержащейся в топливе. Количество SOx, выделяемых в атмосферу, напрямую зависит от уровня содержания серы в горючем.

•**Озон (O3)** образуется путем реакций между оксидами азота и углеводородами, протекающих на свету и при высоких температурах. Является основным компонентом городского смога.

•**Угарный газ (CO)** – это ядовитое вещество, образующееся в результате неполного (или частичного) сгорания топлива.

11. Моторное масло также является частью системы «автомобиль-горючее». Оно может попадать в камеру сгорания, и тогда содержащаяся в нем сера будет смешиваться с выхлопными газами и снижать качество работы технологий их контроля. Эту проблему следует обязательно учитывать.

12. По сравнению с затратами на лечение заболеваний. См. Lvovsky, K. «Здоровье и окружающая среда [Health and Environment]», Приложение D, Всемирный банк, 2001.

13. Переход на более чистые транспортные средства и внедрение современных технологий контроля выхлопных газов в США позволили покрыть затраты:

в 1999 г. – на легковые автомобили и грузовики в соотношении 5:1,

в 2000 г. – на тяжелые грузовые автомобили в соотношении 17:1,

в 2004 г. – на внедорожную технику (строительные и сельскохозяйственные машины) в отношении 40:1

14 . <http://www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html>.

15. ТЧ 2,5 являются твердыми частицами, не превышающими 2,5 микрон в диаметре или одну сотую размера точки в конце этого предложения. Для получения более подробной информации о загрязнении воздушной среды твердыми частицами см. <http://www.epa.gov/air/particulatepollution/basic.html>

16. Различают два вида ТЧ, которые можно обнаружить в окружающем воздухе: частицы, выбрасываемые в окружающую среду непосредственно с выхлопными газами и образуемые в атмосфере в результате химических реакций NOx и SOx (и в меньшей степени HC) автомобильного происхождения. Кроме того, NOx и HC могут взаимодействовать друг с другом с образованием озона.



Для решения проблем, связанных с качеством воздушной среды и его влиянием на здоровье человека, многие страны мира и Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разработали ряд рекомендаций по определению степени загрязненности воздуха основными группами веществ.<sup>17</sup> Эти рекомендации учитываются при планировании мероприятий по снижению загрязнения воздушной среды.

С точки зрения здоровья человека, наиболее вредоносным действием обладают четыре основных загрязнителя – твердые частицы, озон, угарный газ и оксиды серы. Способность ТЧ проникать глубоко в легкие может служить причиной преждевременной смертности и вызывать осложнения респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний (что доказывается увеличением количества обращений за медицинской помощью и случаев отсутствия в школе и на рабочем месте из-за плохого самочувствия). Дополнительные исследования указывают на наличие прямой связи между уровнем содержания ТЧ в окружающем воздухе и увеличением частоты сердечных сокращений и/или учащением сердцебиения. Особого внимания заслуживают ТЧ, выделяющиеся в окружающую среду с выхлопными газами дизельных автомобилей, т.к. замечена их особенность повышать риск раковых заболеваний.<sup>18</sup> Все больше ученых приходят к выводу, что ТЧ могут вызывать изменения климата как в локальном, так и в глобальном масштабе. Их роль в этих процессах выяснена пока не до конца, но считается, что сульфатные компоненты ТЧ обладают охлаждающим эффектом, в то время как углеродные компоненты могут способствовать разогреванию атмосферы.<sup>19</sup>

Как уже упоминалось выше, приземный озон (основной компонент смога) образуется в результате реакций между НС и NO<sub>x</sub>, протекающих на свету и при высоких температурах. Эти два вещества очень часто рассматриваются как предшественники озона. Последний может вызывать раздражение дыхательной системы, ухудшать функцию легких, повреждать их выстилку и в дальнейшем приводить к необратимым изменениям легочной ткани. Недавние исследования обнаружили наличие статистически значимой зависимости между колебаниями уровня содержания озона в приземном воздухе и изменением уровня смертности.<sup>20</sup> Наиболее чувствительными к воздействию озона являются взрослые, проводящие много времени на улице, дети, старики и люди, страдающие заболеваниями дыхательной системы, например, астмой.

17. Ознакомиться с принципами разработки и примерами стандартов по качеству воздуха можно, посетив следующие веб-страницы:

- национальные стандарты США ([www.epa.gov/ttn/naaqs](http://www.epa.gov/ttn/naaqs)),
- Всемирная организация здравоохранения. «Рекомендации по определению степени загрязненности воздуха твердыми частицами, озоном, оксидами азота и серы. Мировой обзор. [World Health Organisation WHO Air Quality Guideline for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide, and Sulfur Dioxide, Global Update]», 2005 (<http://www.who.int/phe/air/aqg2006execsum.pdf>),

18. Агентство по охране окружающей среды США (АООС США) [US EPA]. «Контроль выбросов выхлопных газов внедорожных дизельных транспортных средств: окончательный нормативный анализ [Final Regulatory Analysis: Control of Emissions from Nonroad Diesel Engines]», 2004, стр. 2-55 (<http://www.epa.gov/nonroad-diesel/2004fr/420r04007c.pdf>).

19. Смотри, например:

- Bond, T. и Sun, H. «Могут ли выбросы сажи противодействовать глобальному потеплению? [Can reducing black carbon emissions counteract global warming?], журнал «Экология: наука и технология [Environmental Science and Technology]», 2005, т. 39, №. 16;
- Jacobson, M. «Контроль выбросов сажи и органики – возможно, самый эффективный способ замедления глобального потепления [Control of fossil-fuel particulate black carbon and organic matter, possibly the most effective method of slowing global warming]», «Журнал геофизических исследований [Journal of Geophysical Research]», 2002, т. 107, № D19.

Угарный газ или монооксид углерода (СО) представляет собой вещество без цвета и запаха, образующееся в результате неполного сгорания углеродсодержащих видов топлива. Проникая в кровь через легкие, угарный газ нарушает ее функцию переноса кислорода к тканям и органам тела. Наиболее чувствительны к монооксиду углерода больные сердечнососудистыми заболеваниями. Здоровые люди могут подвергнуться воздействию СО только при условии его высокой концентрации. При этом наблюдается снижение работоспособности, ловкости рук, способностей к обучению и выполнению сложных заданий, а также ухудшение зрительного восприятия. Отравление большим количеством угарного газа может приводить к летальному исходу.

Оксиды серы (SOx), в частности в виде сульфатных компонентов ТЧ, оказывают существенное влияние на здоровье человека и состояние окружающей среды. Во-первых, они могут вызывать астму и другие заболевания дыхательной системы. Во-вторых, выброс SOx в атмосферу приводит к окислению поверхностей и последующему повреждению зданий и зеленых насаждений (деревьев и кустарников). Тем не менее, роль оксидов серы, имеющих транспортное происхождение, в ухудшении состояния окружающей среды (например, в появлении кислотных дождей) минимальна по сравнению с другими источниками, особенно с промышленными выбросами.<sup>21</sup>

Помимо перечисленных выше, загрязняющие вещества, выбрасываемые с выхлопными газами, оказывают целый ряд других воздействий, среди которых снижение атмосферной видимости, экологический и экономический ущерб из-за кислотных осадков, загрязнение водоемов биогенными веществами (включая эвтрофикацию и нитрификацию), гибель дикорастущих и культурных растений от избытка озона.

20. «Журнал Американской медицинской ассоциации [Journal of the American Medical Association]». «Озон и преждевременная смертность в 95-ти городах США за период 1987-2000 [Ozone and Short-term Mortality in 95 US Urban Communities, 1987-2000]», 17 ноября 2004.

21 Например, в случае США, в 2003 г. на долю автомобилей и внедорожной техники приходилось всего 5% всех национальных выбросов SOx, в то время как на долю энергосистем – 69%. См. АООС США. «Доклад об изменениях в состоянии воздушной среды и в динамике выбросов выхлопных газов. Специальное исследование 2003 года [National Air Quality and Emissions Trends Report: 2003 Special Studies Edition]», 2003, гл. 2, стр. 36 (<http://www.epa.gov/air/airtrends/aqtrnd03/pdfs/cover.pdf>).



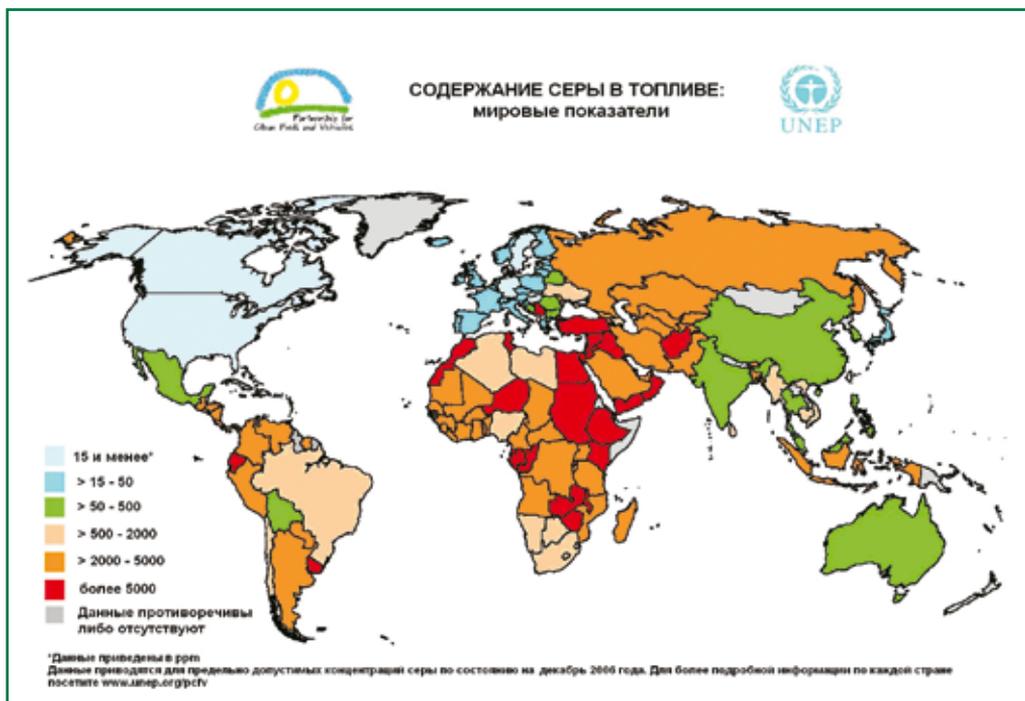
### 3. Международная панорама

В данной главе приводится международный обзор уровней содержания серы в различных видах топлива, и обсуждаются меры, предпринимаемые для их снижения.

#### 3.1 Сера в составе топлива: мировые показатели

Содержание серы в различных видах топлива значительно различается от страны к стране и от региона к региону. В случае бензина, концентрация этого элемента может варьировать от менее 10 ppm до 1000 ppm в зависимости от характеристик используемой нефти и особенностей процесса переработки. В дизельном топливе может содержаться менее 10 – более 10000 ppm серы. Европейский Союз, США и Япония приняли ряд мер по снижению уровней содержания серы в топливе до менее 10-15 ppm, подкрепляемых введением строгих стандартов по выхлопным газам. Достижение последних было бы невозможно без использования современных технологий контроля автомобильных выбросов, неэффективных в условиях повышенного содержания серы в горючем.<sup>22</sup> В некоторых развивающихся странах уже согласованы (либо находятся в процессе согласования) на региональном уровне, стандарты, позволяющие использовать региональный подход к улучшению качества топлива и снижению в нем концентрации

**Рисунок 2. Содержание серы в дизельном топливе по данным на декабрь 2006 г., ppm (см. Приложение 1 и веб-страницу [www.unep.org/PCFV](http://www.unep.org/PCFV))**



22. Параллельно с такими разработками, с целью предотвращения загрязнения топлива, были созданы новые виды моторных масел, содержащие минимальные количества серы, сульфатной золы и фосфора.

серы. На Рисунке 2 представлены данные для различных стран мира по уровням содержания серы в горючем.

Многие страны мира снижают показатели предельно допустимой концентрации серы в горючем и разрабатывают новые стандарты по выхлопным газам, направленные на уменьшение загрязнения окружающей среды автотранспортом. Тем не менее, мировая картина неоднородна. Например, в большинстве государств Африки содержание серы в дизельном топливе превышает 5000 ppm. В то же самое время во многих азиатских странах, включая Китай и Индию, этот показатель либо уже находится на уровне 500 ppm, что соответствует европейским требованиям, либо принимаются серьезные меры по достижению такого уровня в ближайшие годы.

В декабре 2006 г. Глобальное партнерство PCFV опубликовало последние данные по уровням содержания серы в различных видах горючего для 130 развивающихся стран и государств с переходной экономикой (для получения более подробной информации по каждой стране см. Приложение 2).<sup>23</sup> В настоящее время примерно в 20% государств, по которым у PCFV имеются данные, установлена норма содержания серы в дизельном топливе 500 ppm или менее.

Большинство этих стран располагаются в Центральной и Восточной Европе, а также в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Примерно в 10% государств этот показатель находится в пределах 500 – 2000 ppm, и в некоторых из них предпринимаются попытки установления более строгих стандартов. В большинстве стран (примерно 70%) концентрация серы в дизельном топливе превышает 2000 ppm. На самом деле, в почти 90% из этих государств содержание серы в горючем превышает 5000 ppm, а примерно в 10% из них – 10000 ppm и даже более.

Это означает, что 80% стран, по которым у PCFV имеются данные, не обладают топливом того качества, которое требуется для внедрения технологий контроля выхлопных газов, широко используемых в развитых государствах и способствующих улучшению состояния окружающей среды.



Таблица 1 содержит несколько примеров норм содержания серы в топливе, установленных в некоторых развивающихся странах.

**Таблица 1. Содержание серы в топливе в некоторых развивающихся странах**

Страна		Дизельное топливо (ДТ), Бензин (Б)	Действующие стандарты	Будущие стандарты
Египет		ДТ и Б	5000 ppm и 500 ppm	
Сирия		ДТ и Б	6500 ppm и 1500 ppm	
Йемен		ДТ и Б	10000 ppm и 1500 ppm	
Мексика	В городской черте	ДТ и Б	300 ppm и 300 ppm (в среднем), 500 ppm (максимум)	ДТ – 15 ppm: на границе с США с 2007 г., в основных городах - с 2009 г., остальная территория – с 2010 г.
	За городом	ДТ и Б	500 ppm и 1000 ppm	Б – 30 ppm (в среднем), максимально допустимая концентрация 80 ppm (2006 г.) и 15 ppm (середина 2009 г.)
Бразилия	В городской черте	ДТ и Б	500 ppm и 1000 ppm	ДТ – 50 ppm (2009 г.) Б – 50 ppm (2009 г.)
	За городом	ДТ и Б	2000 ppm и 1000 ppm	ДТ – 50 ppm (2009 г.) Б – 50 ppm (2009 г.)
Венесуэла		ДТ и Б	5000 ppm и 600 ppm	
Южная Африка		ДТ и Б	500 ppm и 500 ppm	50 ppm (2010 г.)
Замбия		ДТ и Б	7 500 ppm и 1000 ppm	
Кот-д'Ивуар		ДТ и Б	5000 ppm и 500 ppm	

## 4. Сера в составе топлива – ключевой фактор в сокращении автомобильных выбросов

В данной главе рассказывается, каким образом наличие серы в горючем влияет на токсичность выхлопных газов автомобилей, и объясняется взаимосвязь между уровнем содержания этого элемента и внедрением технологий контроля выхлопных газов. Также в данной главе рассматриваются некоторые пути сокращения автомобильных выбросов.

### 4.1 Сера в топливе и автомобиль: системный подход

Существует прямая зависимость между качеством горючего и характеристиками его выхлопных газов, т.к. автомобиль и его топливо (а также моторное масло) образуют единую систему, которая определяет не только количество и состав выбрасываемых в окружающую среду веществ, но и степень эффективности технологий контроля этих выбросов. Кроме того, от нее зависит общее качество работы автомобиля и, следовательно, степень удовлетворенности потребителя. Использование такого «системного подхода» является ключевым фактором в понимании роли серы в сокращении выбросов выхлопных газов. Уменьшение концентрации серы в горючем позволяет, прежде всего, сократить выбросы мельчайших частиц. В целом, значение малого содержания этого элемента двояко.

Во-первых, использование малосернистого топлива позволяет снизить количество сернистого газа и сульфатных компонентов ТЧ, выбрасываемых в окружающую среду с выхлопными газами как старых, так и новых автомобилей.<sup>24</sup> Существует прямо пропорциональная зависимость между уровнем содержания серы в горючем и количеством выбрасываемых сернистого газа (SO<sub>2</sub>) и твердых частиц. Хотя сульфатные компоненты выделяются в окружающую среду в небольшом объеме по сравнению с другими ТЧ, они представляют собой мелкие и ультрамелкие частицы, число которых может значительно превышать число всех остальных частиц.<sup>25</sup>

Во-вторых, повышенное содержание серы в топливе может снижать эффективность работы технологий контроля выхлопных газов, приводя к увеличению выбросов угарного газа, углеводородов, оксидов азота и твердых частиц. В случае дизельных автомобилей это касается, прежде всего, каталитических преобразователей и сажевых фильтров, предназначенных для сокращения выбросов NO<sub>x</sub>, HC и ТЧ, в случае транспортных средств, работающих на бензине – трёхкомпонентных нейтрализаторов, контролирующих объемы выбрасываемых HC, CO и NO<sub>x</sub>.<sup>26</sup>

24. После перехода на топливо с низким уровнем содержания серы необходимо позаботиться о смазочных материалах, которые тоже содержат этот элемент. Попадая в двигатель, они могут ухудшать работу технологий контроля выбросов выхлопных газов.

25. Смотри:

- АООС США. «Справочные данные по макрочастицам дизельного происхождения [Fact Sheet on Diesel Particulates]», 2005 (<http://www.epa.gov/NE/eco/airtox/diesel.html>),
- Институт изучения влияния на здоровье [Health Effects Institute]. «Выхлопные газы дизельных двигателей: критический анализ выбросов, доз и хронических эффектов воздействия на здоровье [Critical Analysis of Emissions, Exposure and Chronic Health Effects]», 1995 (<http://www.healtheffects.org/Pubs/diesum.htm>).

26. Смотри:

- Hochhauser, A. M., Schleyer, C.H. и Yeh, L.I., компания «ExxonMobil Research and Engineering» совместно



Стандарты выбросов выхлопных газов и связанные с ними нормы содержания серы в топливе существенно изменились за последние 15 лет. С их подробным перечнем можно ознакомиться на специализированном веб-сайте Diesel Net, посвященном экологически чистому дизельному топливу и дизельным двигателям.<sup>27</sup> Всемирная топливная хартия содержит подробную информацию о том, каким образом повышенное содержание серы в горючем влияет на эффективность работы технологий контроля выхлопных газов.<sup>28</sup>

#### 4.2 Влияние серы на работу дизельных двигателей и технологий контроля автомобильных выбросов

Дизельный двигатель является наилучшим решением для автомобилей большой грузоподъемности, таких как грузовики, автобусы, сельскохозяйственные и строительные машины, т.к. обеспечивает существенную экономию топлива и долгий срок службы. Современные технологии позволяют значительно улучшить работу таких двигателей. Их эффективность и более высокая экономичность по сравнению с бензиновыми привлекают интерес все большего количества рядовых автомобилистов.

При сгорании дизельного топлива в окружающую среду выбрасывается сложная смесь газов, жидких и твердых аэрозольных частиц, среди которых преобладают твердые частицы (ТЧ) и оксиды азота (NO<sub>x</sub>). В меньших количествах присутствуют углеводороды (HC) и угарный газ (CO). ТЧ представлены в трех основных формах:

- в твердом виде (частицы элементарного углерода),
- в виде растворимой органики (тяжелые углеводороды, легко связывающиеся с углеродными частицами),
- в виде сульфатов, образующихся в результате окисления серы.

Соотношение количества углерода, органики и сульфатов зависит как от устройства двигателя, так и от уровня содержания серы в горючем. Количество ТЧ, выбрасываемых с выхлопными газами дизельных автомобилей, в несколько раз превышает количество ТЧ, выбрасываемых исправными транспортными средствами, работающими на бензине.

с. Rickeard, D.J., компания «ExxonMobil Petroleum and Chemical». «Влияние серы в составе топлива на сокращение выбросов выхлопных газов бензиновых и дизельных автомобилей [Impact of Fuel Sulfur on Gasoline and Diesel Vehicle Emissions]». Статья 2006-01-3370, представленная на конференции Общества инженеров-автомобилестроителей [SAE], январь 2006;

- «Всемирная топливная хартия [World Wide Fuel Charter]», 4-е издание, 2006, стр. 16-19 (<http://www.autoalliance.org/archives/wwfcbrochure.pdf>);
- АООС США. «Анализ эффекта регулирования. Контроль за загрязнением воздушной среды транспортными средствами. Вторая категория стандартов по выхлопным газам и требований по содержанию серы в бензине [Regulatory Impact Analysis - Control of Air Pollution from Motor Vehicles: Tier 2 Motor Vehicle Emission Standards and Gasoline Sulfur Control Requirements]», Приложение В-1, 1999 (<http://www.epa.gov/otaq/regs/ld-hwy/tier-2/frm/ria/r99023.pdf>);
- МЕСА. «Влияние серы в составе топлива на системы каталитического превращения выхлопных газов. [The Impact of Gasoline Fuel Sulfur on Catalytic Emission Systems]», 1998 (<http://www.meca.org/galleries/default-file/sulfur.pdf>).

27. Краткая информация о мировых стандартах по выхлопным газам и по качеству топлива (<http://www.dieselnet.com/standards/>).

28. См. <http://www.autoalliance.org/archives/wwfcbrochure.pdf>

Использование топлива с низким содержанием серы напрямую скажется на работе автомобилей, не оснащенных какими-либо дополнительными устройствами контроля выхлопных газов, т.к. позволит снизить выбросы в окружающую среду диоксида серы и твердых частиц. В то же самое время транспортные средства, имеющие систему дополнительной очистки, смогут полностью контролировать вредные выбросы. Являясь частью выхлопной системы, устройства контроля выхлопных газов нейтрализуют, либо задерживают загрязняющие вещества. Все подобные технологии в большей или меньшей степени чувствительны к уровню содержания серы в горючем.

#### 4.2.1 Новые модели дизельных автомобилей

В настоящее время Европейский Союз, Соединенные Штаты, Канада и Япония уже перешли, либо находятся на этапе перехода к более строгим стандартам, касающимся автомобильных выбросов. В любом случае, эти страны позаботились, прежде всего, о снижении уровней содержания серы в топливе, тем самым обеспечив оптимальную работу технологий контроля выхлопных газов. Новый стандарт устанавливает сверхнизкую концентрацию серы в горючем (15 ppm и менее).

#### Разработка новых двигателей

За последние 15 лет конструкторы разработали целый ряд технологий, обладающих высоким КПД, большой эффективностью и хорошей способностью контролировать выхлопные газы. Среди таких технологий – системы прямого впрыскивания, впрыска под высоким давлением, повторного сжигания отработанных газов, последовательного охлаждения. Внедрение таких модификаций в США позволило значительно сократить уровень выбросов всех выхлопных газов, включая ТЧ и NO<sub>x</sub>, по сравнению с обычными дизельными двигателями. Хотя для использования данных технологий не требуется каких-либо определенных концентраций серы в горючем, большинство из них, если не все, будут работать намного дольше и эффективнее в условиях низкого содержания этого элемента. Использование малосернистого топлива позволяет снизить коррозию форсунок и поршневых колец, замедлить процесс закисания моторного масла и сократить общий износ двигателя.

Система повторного сжигания отработанных газов (EGR) представляет собой измененную конструкцию двигателя, при которой отработанные газы направляются обратно в систему впрыска топлива, что позволяет снизить температуру сгорания, и, следовательно, замедлить образование NO<sub>x</sub>. Такая технология широко используется на многих современных автомобилях, но не может применяться на старых моделях. Регулирующий клапан системы EGR может подвергаться коррозии в условиях повышенной концентрации серы, поэтому содержание этого элемента должно быть сведено к минимуму (не более 500 ppm).

Системы впрыска под высоким давлением используются для повышения эффективности сгорания воздушно-топливной смеси в цилиндрах. Тем самым увеличивается эффективность использования горючего, и снижается уровень выбросов выхлопных газов. Примером такой технологии может служить т.н. аккумуляторная система подачи топлива, приобретающая в настоящее время все большую



популярность, особенно в Европе. С учетом того, что эта система работает под очень высоким давлением (до 1800 бар), для ее нормального функционирования требуется очень чистое горючее, не содержащее никаких примесей (например, воды или твердых частиц). В условиях перехода на малосернистые виды топлива, подобные технологии испытываются (и внедряются) международными производителями только для рынков, предлагающих горючее высокого качества и с низким содержанием серы.

Чтобы соответствовать строгим стандартам по выхлопным газам, на новых автомобилях могут использоваться нижеперечисленные технологии контроля транспортных выбросов.<sup>29</sup>

### Сокращение выбросов твердых частиц

**Катализаторы окисления дизельного топлива (DOC).** После системы EGR катализаторы окисления дизельного топлива (DOC) являются наиболее популярной технологией контроля выхлопов для дизельного топлива. Катализаторы DOC способствуют окислению угарного газа (CO) и углеводородов (HC) до углекислого газа и воды. Они также участвуют в сжигании растворимой органической части углеродных частиц, которые входят в состав сажи и дыма. Катализаторы DOC способны дезактивировать 20-50% всех ТЧ и более 90% CO и HC.<sup>30</sup> Эта технология широко используется в мировой практике. В настоящий момент более 50-ти миллионов легковых и 1,5 миллиона грузовых автомобилей и автобусов по всему миру оснащены катализаторами DOC.<sup>31</sup> Эта технология может успешно применяться как на новых, так и на старых моделях транспортных средств. Повышенное содержание серы может отрицательно сказываться на ее работе, поэтому, во избежание случаев появления серного дыма, концентрация серы в используемом топливе не должна превышать 500 ppm.

**Дизельный пылепоглощающий фильтр (DPF)** располагается в выхлопной системе и используется для улавливания мелких твердых частиц из отработанных газов. Во избежание скопления большого количества задерживаемых частиц, в фильтре DPF заложена функция автоматической очистки или «регенерации». Она осуществляется путем окисления или сжигания накопленных частиц в условиях повышенной температуры выходящих газов.<sup>32</sup> Такой процесс называется «пассивной регенерацией». Другой способ очистки – периодическая замена фильтра на новый,

29. Ожидается, что для автомобилей нового поколения будет разработан целый спектр технологий контроля выбросов выхлопных газов. О самых последних разработках в данной области (данные за 2001 г.) можно узнать на веб-страницах <http://www.epa.gov/otaq/regs/hd2007/frm/frdslpre.pdf> и <http://www.epa.gov/otaq/regs/hd2007/frm/ria-iii.pdf>

30. Смотри:

- MECA. «Технологии контроля выхлопных газов автобусов и тяжелых грузовых автомобилей [Emissions Control Technologies for Heavy-Duty Trucks and Buses]» (<http://www.meca.org/page.wv?name=Trucks+%26+Buses&section=Emission+Control+Technology>);
- MECA. «Переоборудование дизельных автомобилей системами контроля выбросов выхлопных газов [Retrofitting Emission Controls on Diesel-Powered Vehicles]», апрель 2006 ([http://www.meca.org/galleries/default-file/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20\(revised\).pdf](http://www.meca.org/galleries/default-file/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20(revised).pdf))

31. Заявление Ассоциации производителей производителей технологий контроля выбросов выхлопных газов (MECA), представленное в черновом варианте «Плана по снижению выбросов выхлопных газов в случае портов и международных грузоперевозок [Draft Emission Reduction Plan for Ports and International Good Movement in California]» (2006), составленного Калифорнийским советом по воздушным ресурсам.

32. MECA. «Контроль выбросов выхлопных газов дизельных автомобилей [Emissions Controls From Diesel Vehicles]» (<http://www.meca.org/page.wv?name=Publications&section=Resources>)

т.н. «активная регенерация». Некоторые фильтры DPF дополнительно оснащены катализатором, который позволяет снижать температуру воспламенения, необходимую для окисления задержанных частиц (каталитический фильтр или CDPF). С середины 2000 г. более одного миллиона европейских легковых транспортных средств были оснащены фильтрами DPF. Начиная с 2007 г., каждый дизельный автомобиль, продаваемый в США и Канаде, будет иметь в наличии высокоэффективный пылепоглощающий фильтр DPF,<sup>33</sup> а с 1-го сентября 2009 г. все новые модели машин и микроавтобусов в ЕС будут использовать такие фильтры в обязательном порядке.<sup>34</sup> Помимо новых автомобилей, в настоящее время предпринимаются попытки использования данной технологии для модернизации устаревших моделей.

Более 200000 автомобилей большой грузоподъемности уже были оснащены фильтрами DPF.<sup>35</sup> Эта технология доказала свою эффективность, продемонстрировав снижение выбросов ТЧ на более чем 95%, а СО и НС на 90-99% и 58-82% соответственно. Однако повышенное содержание серы в топливе может значительно снижать эффективность таких устройств. Образующиеся после каталитического окисления серы сульфатные частицы оседают на фильтре. Это ведет к ухудшению его работы, увеличению количества выбросов нежелательных веществ, требует осуществления более частой регенерации и, наконец, приводит к повышенному расходу горючего. Из-за возникающего противодействия высокая концентрация серы может отрицательно сказываться на функционировании не только фильтров DPF, но и двигателя в целом. Для эффективной работы таких устройств требуются малосернистые моторные масла и топливо, в котором уровень содержания серы не превышал бы 50 ppm. Согласно проведенным исследованиям, наибольшая эффективность фильтров DPF и наименьшая необходимость их регенерации достигались при концентрации серы 15 ppm и менее, поэтому страны ЕС, США и Япония приняли решение об установлении именно такого стандарта по содержанию серы в горючем.

**Проточные фильтры (FTF)** обычно имеют структуру проволочной сетки или клубка, способствующую окислению большинства выбрасываемых в воздушную среду частиц. Такие фильтры являются менее герметичными, чем пылепоглощающие фильтры DPF. Они хорошо подходят для установки на старые модели дизельных автомобилей большой грузоподъемности, особенно с ручным приводом. Калифорнийский совет по воздушным ресурсам (CARB) исследовал эффективность работы проточных фильтров при концентрации серы 150 ppm (средний показатель содержания серы в топливе, продаваемом в Калифорнии). Было обнаружено, что эти устройства позволяют снизить уровень ТЧ на 50% и более. Для достижения такого результата при концентрации серы 500 ppm требуется дополнительное оснащение фильтра FTF катализатором. Проточные фильтры являются достаточно новой технологией. Для их нормального функционирования необходимы либо дополнительная установка катализаторов, либо низкий уровень содержания серы в горючем. В настоящее время изучаются их возможности в сфере улавливания ультрамелких частиц.

33. <http://www.aecc.be/content/pdf/AECC%20Position%20on%20emissions%20control%20technologies%20for%20Euro%205%20&%206%20240506.pdf>

34. См. [http://www.ec.europa.eu/enterprise/automotive/index\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/enterprise/automotive/index_en.htm)

35. Заявление Ассоциации производителей технологий контроля выбросов выхлопных газов (МЕСА), представленное в черновом варианте «Плана по снижению выбросов выхлопных газов в случае портов и международных грузоперевозок» (2006), составленного Калифорнийским советом по воздушным ресурсам.



## Сокращение выбросов оксидов азота

В настоящее время разрабатываются разнообразные технологии, направленные на сокращение выбросов NOx и позволяющие дизельным автомобилям соответствовать самым строгим стандартам. Количество NOx, выделяемое в окружающую среду, может быть снижено благодаря использованию устройств, перечисленных выше (особенно, благодаря установке системы повторного сжигания отработанных газов EGR). Однако в этом случае необходимо будет сделать выбор между контролем выбросов ТЧ и контролем выбросов NOx. Технологии, направленные исключительно на сокращение NOx транспортного происхождения, включают адсорбенты NOx и системы избирательного каталитического восстановления.<sup>36</sup>

**Адсорбенты NOx.** В случае адсорбентов NOx, оксиды азота окисляются и накапливаются в виде твердых нитратов. Когда адсорбент перенасыщается, количественный состав воздушно-топливной смеси изменяется, и происходит обратный выход NOx, которые после прохождения через катализатор на основе благородного металла восстанавливаются до свободного азота N<sub>2</sub>. Эффективность такой технологии в сокращении выбросов NOx может достигать 95%, но при этом затрачивается на 1,5% больше горючего.<sup>37</sup> К сожалению, оксиды серы улавливаются такими ловушками по сходному принципу. Однако в отличие от NOx, молекулы SOx образуют с адсорбентом более прочные химические связи, для разрыва которых требуется высокая температура. Даже в случае использования малосернистого топлива, сера со временем скапливается в адсорбенте, значительно снижая эффективность его работы. Поэтому использование данной технологии может осуществляться только в условиях практически нулевого содержания серы (менее 15 ppm). Хотя адсорбенты являются достаточно перспективным направлением, технологии их применения все еще совершенствуются и в широкую продажу пока не поступали.

**Избирательное каталитическое восстановление (ИКВ).** В основе системы восстановления ИКВ находится химический восстановитель, способствующий разложению NOx на свободные азот и кислород. В качестве восстановителя чаще всего используется мочевина, запас которой хранится на борту автомобиля и должен периодически пополняться. ИКВ позволяет сократить выбросы NOx на 65-80%. К тому же, по сравнению с другими технологиями, ИКВ позволяет экономить на 7% больше горючего.<sup>38</sup> Стоит отметить, что без восстановителя работа системы абсолютно неэффективна, поэтому исключительно важно обеспечить наличие мочевины в тех регионах, где используется данная технология.

В ЕС системы ИКВ вводятся в использование в первую очередь на автомобилях большой грузоподъемности. Эффективность их работы по сокращению выбросов NOx во многом зависит от катализатора окисления. Это означает, что в случае использования

36. Для многих технологий контроля выбросов NOx требуется масло с низким содержанием серы.

37. Faulkner (2002).

38. Johnson, T. «Контроль выбросов выхлопных газов дизельных автомобилей: годовой анализ [Diesel Emissions Control: Last 12 months in Review]». Доклад, представленный на 8-й Конференции по снижению выбросов выхлопных газов дизельных автомобилей, 25-29 августа, 2002, Сан-Диего, Калифорния ([http://www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/resources/proceedings/2002\\_deer\\_presentations.shtml](http://www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/resources/proceedings/2002_deer_presentations.shtml))

### Оценка возможностей модернизации старых автомобилей

При планировании модернизации транспортных средств необходимо учитывать следующие факторы.

**Отбор автомобилей:** Необходимо произвести тщательную оценку имеющихся транспортных средств и определить, какие стратегии снижения уровней выбросов выхлопных газов будут для них наиболее подходящими.

**Наличие топлива:** Важно обеспечить бесперебойное снабжение топливом с требуемым уровнем содержания серы.

**Надежные технологии:** При разработке возможных путей сокращения выбросов выхлопных газов важно опираться на известные и проверенные технологии. Это позволит подобрать к каждому конкретному типу двигателя наиболее подходящую из них и в дальнейшем приведет к достижению поставленных целей относительно выхлопных газов.

Одиннадцать месяцев назад маршрутные автобусы в Мехико (Мексика) были оснащены катализаторами DOC или фильтрами DPF и были переведены на дизельное топливо с содержанием серы менее 15 ppm. Измерения уровней выхлопных газов до и после внедрения новых технологий показывают, что после установки катализаторов на устаревшие модели количество выбросов ТЧ снизилось на 20%, а при использовании фильтров на новых автобусах – на 90%. Модернизация старых автомобилей была успешно проведена также в Сантьяго (Чили), Гонконге (Китай) и других городах по всему миру. Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) и Калифорнийский совет по воздушным ресурсам (CARB) производят оценку и предоставляют данные о существующих технологиях контроля выбросов выхлопных газов и о различных преимуществах их использования. Более подробную информацию по этим вопросам можно получить на следующих веб-страницах:

<http://www.epa.gov/otaq/retrofit/retroverifiedlist.htm>

<http://www.arb.ca.gov/diesel/verdev/verdev.htm>

топлива с высоким уровнем содержания серы, система ИКВ будет производить большое количество ТЧ, содержащих сульфатные компоненты. Следовательно, для эффективной работы данной технологии требуется горючее с содержанием серы не более 50 ppm (в зависимости от действующих стандартов).<sup>39</sup>

#### 4.2.2 Сокращение выбросов выхлопных газов старых дизельных автомобилей

Автомобили большой грузоподъемности имеют достаточно долгий срок службы. В США он составляет 29 лет для грузовиков и 16 лет для рейсовых автобусов.<sup>40</sup> В других странах мира эти показатели могут быть даже выше. С увеличением срока службы транспортного средства растет и уровень загрязняющих веществ, выбрасываемых им в окружающую среду. Это означает, что для абсолютного соответствия требованиям новых стандартов по выхлопным газам потребуется не

<sup>39</sup>. Смотри:

- АООС США. «Анализ эффекта регулирования. Стандарты по выхлопным газам для автомобилей большой грузоподъемности и по содержанию серы в дизельном топливе [Regulatory Impact Analysis: Heavy-Duty Engine and Vehicles Standards and Highway Diesel Fuel Sulphur Control Requirements]», 2000, Вашингтон;
- Khair, M. «Потенциал технологий EGR-ИКВ-DPF и видов топлива с усовершенствованным составом [Low Emissions Potential of EGR-SCR-DPF and Advanced Fuel Formulations]». Промежуточный отчет, представленный на 8-й Конференции по снижению выбросов выхлопных газов дизельных автомобилей, 25-29 августа, 2002, Сан-Диего, Калифорния.

<sup>40</sup>. Департамент транспорта США. Бюро транспортной статистики. «Национальная транспортная статистика за 2005 год. [National Transportation Statistics 2005]», Вашингтон ([http://www.bts.gov/publications/national\\_transportation\\_statistics/](http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/)).



менее 20 лет, т.к. именно за этот период происходит полная замена устаревших моделей автомобилей на новые. Поэтому все больше государств, в целях улучшения качества воздуха, наряду с установлением более строгих стандартов, разрабатывают программы модернизации именно старых транспортных средств.

Ремонт и модернизация устаревших дизельных автомобилей были признаны наиболее рентабельными способами борьбы с выхлопными газами. В связи с этим, ниже приводятся пять основных технических решений, предназначенных, прежде всего, для ныне используемых транспортных средств.

**РЕМОНТ/ПЕРЕДЕЛКА.** Своевременный ремонт и небольшая переделка могут вернуть многим двигателям изначальные технические параметры, заложенные производителями, и тем самым снизить уровень выбросов выхлопных газов до первоначально предусмотренных.

**СМЕНА ТОПЛИВА.** Использование более чистых видов горючего (например, малосернистого топлива) ведет к непосредственному сокращению выбросов мелких частиц и способствует внедрению современных технологий контроля выхлопных газов.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ (РЕТРОФИТ) АВТОМОБИЛЯ.** Самыми распространенными устройствами, используемыми для модернизации автомобилей большой грузоподъемности, являются катализаторы окисления DOC и пылепоглощающие фильтры DPF. Проточные фильтры FTF представляют собой пока еще новую технологию и поэтому пока не получили широкого применения. Перечисленные устройства могут быть установлены на различных видах транспортных средств, включая грузовые автомобили и автобусы дальнего следования, строительные и сельскохозяйственные машины и т.д.

Самый простой, наиболее гибкий и наименее дорогой способ модернизации автомобилей представляет собой установка катализаторов окисления DOC. Важным условием для их эффективной работы является использование топлива с концентрацией серы не более 500 ppm. При этом можно добиться сокращения выбросов всех ТЧ на 20-50%, а CO и HC – на более чем 90%.<sup>41</sup> Пылепоглощающие фильтры DPF также являются эффективной и несложной технологией, применимой для модернизации устаревших дизельных моделей. Однако для их функционирования требуется горючее с содержанием серы, не превышающим 50 ppm, а еще лучше – 15 ppm. Помимо катализаторов DOC и фильтров DPF, разрабатываются другие технологии, предъявляющие свои требования, например, применение топливных добавок.

**ЗАМЕНА ДВИГАТЕЛЯ.** Во многих случаях ходовая часть или кузов автомобиля могут служить достаточно долго. Для того чтобы добиться сокращения выбросов выхлопных газов, необходимо лишь заменить двигатель на новый, либо модернизировать его.

41. Смотри:

- МЕСА. «Технологии контроля выхлопных газов автобусов и тяжелых грузовых автомобилей [Emissions Control Technologies for Heavy-Duty Trucks and Buses]» (<http://www.meca.org/page.ww?name=Trucks+%26+Buses&section=Emission+Control+Technology>);
- МЕСА. «Переоборудование дизельных автомобилей системами контроля выбросов выхлопных газов [Retrofitting Emission Controls on Diesel-Powered Vehicles]», апрель 2006 ([http://www.meca.org/galleries/default-file/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20\(revised\).pdf](http://www.meca.org/galleries/default-file/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20(revised).pdf)).

**ПОЛНАЯ ЗАМЕНА АВТОМОБИЛЯ.** Модернизация многих произведенных до 1990 года дизельных двигателей или автомобилей в целом либо невозможна, либо для ее проведения требуются очень большие затраты. В таком случае замена всего транспортного средства представляется наиболее экономичным решением.

### 4.3 Сера и бензиновые автомобили

Угарный газ (CO), углеводороды (HC) и оксиды азота (NOx) являются основными загрязняющими веществами, выделяемыми в окружающую среду с помощью транспортных средств, работающих на бензине. По сравнению с дизельным транспортом, такие автомобили производят намного меньше выбросов твердых частиц, а содержание серы в их топливе обычно намного ниже.

Как уже упоминалось выше, дальнейшее снижение концентрации серы в горючем позволит значительно сократить выбросы твердых частиц, повысит эффективность работы транспортных средств, оснащенных катализаторами, и будет способствовать внедрению новых технологий контроля выхлопных газов.

Трехкомпонентные преобразователи (TWC). Наиболее широко используемым устройством, позволяющим снижать уровни выбросов выхлопных газов, является каталитический преобразователь. Структура этого прибора напоминает пчелиные соты, покрытые металлами (палладием, платиной и родием), выполняющими каталитическую функцию в процессе превращения вредных веществ в безопасные газы перед их выбросом из выхлопной трубы. Двухкомпонентные преобразователи, восстанавливающие HC и CO, были впервые введены в использование в середине 70-х гг. прошлого века в США, Канаде и Японии. Развитие технологий в течение 1980-1990 гг. привело к появлению в большинстве развитых стран трехкомпонентной модификации прибора, позволяющей нейтрализовать CO, HC и NOx. По данным 2000 г., примерно 85% производимых в мире автомобилей были оснащены трехкомпонентными преобразователями.<sup>42</sup>

Для соблюдения строгих стандартов по выхлопным газам, введенных недавно в Соединенных Штатах, Европейском Союзе и Японии, производители автомобилей намного улучшили технологию TWC: в последних версиях уменьшен размер сот и увеличена их плотность (увеличивается площадь поверхности для протекания реакций), разработаны новые варианты напыления, повышающие дисперсию благородных металлов (большая активная поверхность при той же массе), улучшены термическая устойчивость и кислородное снабжение и т.д. В зависимости от качества используемого топлива, улучшенные каталитические преобразователи могут сокращать выбросы выхлопных газов практически до нулевого уровня. Наличие серы в горючем значительно снижает эффективность работы таких устройств, т.к. она способна блокировать зоны активного катализа со слабой возможностью дальнейшей очистки (десульфуризации) последних. При переходе на малосернистое топливо эффективность работы преобразователей TWC всегда возрастает, в то время как после десульфуризации она практически не восстанавливается.<sup>43</sup>

42. MECA. «Факты о чистом воздухе. Контроль выбросов выхлопных газов автомобилей: вчера, сегодня, завтра. [Clean Air Facts – Motor vehicle Emission Control: Past, Present, and Future]» (<http://www.meca.org/galleries/default-file/advancedfact.pdf>).



Влияние повышенного содержания серы на современные каталитические преобразователи будет строго отрицательным, т.к. и новые модели автомобилей, и последние технологии контроля выхлопных газов рассчитаны на минимальные концентрации серы в горючем.

#### 4.4 Позиция Глобального партнерства PCFV относительно снижения содержания серы в топливе

Глобальное партнерство PCFV наметило следующие основные направления своей деятельности: исключение из состава бензина свинцовых добавок и снижение уровней содержания серы в дизельном топливе и бензине, сопровождаемые внедрением экологически чистого автотранспорта и транспортных технологий.

Несмотря на то, что стандарты содержания серы в горючем различаются от одной страны к другой, в развитых государствах они не превышают 50 ppm как для бензина, так и для дизельного топлива. Учитывая эту особенность, на IV-м съезде членов Глобального партнерства PCFV, проводившемся 14-15 декабря 2005 г. в штаб-квартире ЮНЕП в Найроби (Кения), была поставлена цель «...достичь повсеместного снижения уровня содержания серы в различных видах топлива до показателя 50 ppm или менее, сопровождаемого внедрением экологически чистых транспортных средств и технологий, разработкой региональных и национальных планов действий и установлением временных рамок».

Сформулировав эту задачу, Глобальное партнерство PCFV твердо заявило о том, что развивающиеся страны имеют такое же право на чистый воздух, что и развитые государства. В то же самое время было отмечено, что улучшение качества воздушной среды в городской черте тесно связано с другими целями развития и защиты окружающей среды, такими как борьба с бедностью и доступ к чистой питьевой воде. Следовательно, очень важно, чтобы план действий по внедрению в использование малосернистого топлива разрабатывался индивидуально для каждого населенного пункта, с учетом значимости для него проблемы качества воздуха, наличия подходящих транспортных средств и перспектив дальнейшего сокращения выбросов выхлопных газов.

Глобальное партнерство PCFV признает, что решение о переходе на использование горючего с низким содержанием серы должно приниматься на местном уровне, в присутствии всех заинтересованных сторон – представителей нефтеперегонных заводов, производителей автомобилей, неправительственных организаций и правительства. Тем не менее, установление пороговой концентрации 50 ppm является той целью, к которой должны стремиться все страны. Достижение этого показателя должно быть включено в национальные планы действий. Его можно

#### 43. Смотри:

АООС США. «Анализ эффекта регулирования. Контроль за загрязнением воздушной среды транспортными средствами. Вторая категория стандартов по выхлопным газам и требований по содержанию серы в бензине [Regulatory Impact Analysis - Control of Air Pollution from Motor Vehicles: Tier 2 Motor Vehicle Emission Standards and Gasoline Sulfur Control Requirements]», 1999 (<http://www.epa.gov/otaq/regs/ld-hwy/tier-2/frm/ria/r99023.pdf>).

МЕСА. «Влияние серы в составе топлива на системы каталитического превращения выхлопных газов. [The Impact of Gasoline Fuel Sulfur on Catalytic Emission Systems]», 1998 (<http://www.meca.org/galleries/default-file/sulfur.pdf>).

использовать для осуществления гармонизации региональных стандартов, для разработки путей перехода на чистое топливо и транспортные средства и, в конце концов, для улучшения качества воздуха.

Фундаментальным принципом, заложенным в уставе Глобального партнерства PCFV, является поддержка инициатив по использованию более чистых видов топлива и автомобилей, а не установление каких-либо стандартов. Поэтому Глобальное партнерство готово поддерживать развивающиеся страны и государства с переходной экономикой в их решении снизить уровни содержания серы в различных видах горючего.



**Таблица 2: Возможные пути сокращения автомобильных выбросов**

	Для дизельного топлива	Для бензина
Если серы более 500 ppm	<p>Если содержание серы в топливе превышает 500 ppm, то на данный момент не существует технологий, позволяющих сократить выбросы выхлопных газов. В этом случае вы можете:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инициировать процесс снижения содержания серы в горючем до уровня, по достижении которого можно начинать использование технологий контроля выхлопных газов.</li> <li>• Разработать стандарты по выхлопным газам, обуславливающие введение соответствующих модификаций двигателей для всех новых моделей автомобилей. Параллельно проводить политику снижения уровней содержания серы в топливе.</li> <li>• Начать кампанию по замене самых старых моделей автомобилей.</li> </ul>	<p>Если уровень содержания серы в топливе находится в пределах 500-1000 ppm, вы можете:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• потребовать установки каталитических преобразователей (КП) на все новые модели автомобилей и параллельно проводить политику снижения концентрации серы в горючем.</li> <li>• Установить возрастной порог на импорт подержанных транспортных средств и потребовать наличия у них КП</li> </ul>
Если серы менее 500 ppm	<p>Если уровень содержания серы в топливе составляет 500 ppm и менее, можно воспользоваться рядом современных технологий контроля выхлопных газов. Вы можете:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разработать стандарты по выхлопным газам для всех новых моделей автомобилей. Параллельно проводить политику дальнейшего снижения уровней содержания серы в горючем, которая будет способствовать внедрению еще более эффективных технологий контроля выхлопных газов, например, системы повторного сжигания отработанных газов EGR.</li> <li>• Модернизировать устаревшие модели автомобилей большой грузоподъемности путем установки катализаторов DOC для контроля выбросов HC, CO и TЧ и исследовать возможности использования проточных фильтров FTF для дальнейшего снижения выбросов TЧ.</li> </ul>	<p>Если уровень содержания серы в топливе составляет 500 ppm и менее, можно воспользоваться рядом современных технологий контроля выхлопных газов. Вы можете:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разработать стандарты по выхлопным газам для всех новых моделей автомобилей,</li> <li>• ограничить импорт подержанных транспортных средств только до имеющих КП.</li> </ul>
	Для дизельного топлива	Для бензина
Если серы менее 50 ppm	<p>Если уровень содержания серы в топливе равен 50 ppm и менее, вы можете воспользоваться следующими рекомендациями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разработать более строгие стандарты по выбросам TЧ и NOx новыми дизельными автомобилями, способствующие внедрению современных технологий их контроля.</li> <li>• Модернизировать устаревшие модели автомобилей большой грузоподъемности путем установки проточных фильтров FTF, находящихся в соответствии с типом двигателя и возрастом транспортного средства.</li> </ul>	<p>Если уровень содержания серы в топливе равен 50 ppm и менее, вы можете воспользоваться самыми последними технологиями контроля выхлопных газов. Вы можете:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разработать более строгие стандарты по выхлопным газам для новых моделей автомобилей, способствующие внедрению современных технологий их контроля.</li> <li>• Ограничить ввоз подержанных транспортных средств до имеющих КП и отвечающих новым стандартам.</li> </ul>

## 5. Снижение содержания серы в топливе

В данной главе обсуждаются вопросы, связанные с тем, каким образом решение о снижении концентрации серы может изменить сложившуюся инфраструктуру поставок горючего. Также рассматривается ряд факторов, которые обязательно необходимо учитывать перед принятием решений по содержанию серы в топливе.

### 5.1 Сера: откуда она берется?

Бензин и дизельное топливо производятся из сырой нефти, плотность, удельный вес и состав которой меняются от одного месторождения к другому. Сера входит в состав всех видов нефти, но в разных количествах. Легкие виды, такие как марка «Brent», добываемая в Северном море, или нигерийская «Bonny Light», содержат мало серы, в то время как в нефти, добываемой на Ближнем Востоке, этого элемента намного больше. В наибольшем количестве сера присутствует в мексиканских и венесуэльских марках (т.н. «кислая» нефть). Нефть из различных источников может отличаться по консистенции (от водянистой до густой) и по цвету (от светлой до темной). Ее «среднестатистический» состав: углерода – примерно 84%, водорода – 14%, серы – 1-3%, азота, кислорода, металлов и солей – менее 1% каждого.

Таблица 3: Характеристики некоторых видов сырой нефти<sup>44</sup>

	Легкая или малосернистая («сладкая» нефть)		Среднесернистая		Тяжелая или высокосернистая («кислая» нефть)	
	Высокий удельный вес («Bonny Light»)	Низкий удельный вес («Bonny Medium»)	Легкая («Murban»)	Тяжелая («North Slope»)	Легкая («Arabic»)	Тяжелая («Bachequero»)
Относительный удельный вес	37,6	26,9	39,4	26,8	33,4	16,8
Среднее содержание серы (ppm)	1300 ppm	2300 ppm	7400 ppm	10000 ppm	18000 ppm	24000 ppm
Вариации серы (% от веса)	0 - 0,5	0 - 0,5	0,51 - 1,0	0,51 - 1,0	1,0+	1,0+

Сера может содержаться в нефти в виде газообразного сероводорода (H<sub>2</sub>S) или в связанном с другими, более тяжелыми, соединениями состоянии. В процессе перегонки эти вещества могут переходить в различные конечные продукты, включая бензин и дизельное топливо. В целом, чем выше плотность сырой нефти, тем тяжелее избавиться от серосодержащих соединений.

44. Нефтеперерабатывающие заводы США, Национальный нефтяной совет, июнь 2000.



## 5.2 Нефтеперерабатывающие заводы: как они работают?

Назначение нефтеперегонного завода состоит в превращении сырой нефти в ряд продуктов с необходимыми свойствами (включая и концентрацию серы), находящимися в соответствии с локальными запросами и требованиями рынка. Для выполнения этой задачи требуется несколько различных технологических установок. Вкратце, процесс переработки нефти сводится к следующему.

1. Сырая нефть разделяется на фракции с помощью установки атмосферной дистилляции.
2. Самая легкая фракция представляет собой сжиженный нефтяной газ (LPG).
3. Следующей легкой фракцией является лигроин, служащий основным компонентом бензина. На этом этапе происходит удаление серы. Тяжелый лигроин направляется в печь реформинга для увеличения октанового числа, а легкий – в установку изомеризации, либо напрямую в бензин.
4. Остаток, образующийся после работы установки атмосферной дистилляции (мазут, содержащий намного больше серы, чем лигроин) превращается в более легкие продукты (дизельное топливо). На простых нефтеперерабатывающих заводах этот процесс осуществляется в установке для термической переработки тяжелых фракций. На комплексных заводах превращение происходит в установке вакуумной дистилляции с образованием тяжелого воскообразного дистиллята, требующего дальнейшего расщепления с помощью установок каталитического или гидрокрекинга.<sup>45</sup> На наиболее сложно устроенных заводах дистиллят подвергается дальнейшему расщеплению на фракции в результате сложных и разнообразных процессов.<sup>46</sup>

Помимо вышеперечисленных установок, на нефтеперегонных заводах также имеется много других агрегатов, например, установка гидрогенизационной сероочистки, описанная ниже. Дополнительная информация о работе нефтеперерабатывающих заводов и описание различных технологических установок содержатся в недавно вышедшей публикации Международной ассоциации нефтяной промышленности по охране окружающей среды (IPIECA).<sup>47</sup>

## 5.3 Пути снижения содержания серы в топливе

### 5.3.1 Страны без нефтеперерабатывающих заводов

Страны без нефтеперерабатывающих заводов (или те, которым требуется лишь небольшое количество малосернистого топлива) могут снизить концентрацию серы в топливе путем покупки на мировом рынке горючего с требуемыми характеристиками. По такому же временному пути пошли государства, в которых

45. Компоненты дизельного топлива после каталитического крекинга содержат больше серы, чем после гидрокрекинга.

46. На настоящем комплексном нефтеперерабатывающем заводе может работать до сорока различных взаимосвязанных установок, предназначенных для оптимального производства нефтепродуктов.

47. IPIECA. «Сера в топливе: стратегии и пути использования экологически чистых видов топлива и транспортных средств. [Fuel sulphur: Strategies and options for Enabling Clean Fuels and Vehicles]», 2006 (<http://www.ipieca.org>)

имеются нефтеперегонные заводы, но последние находятся в процессе модернизации. Примером могут служить Индия и Филиппины, которые в течение небольшого срока, пока их заводы перестраивались в соответствии с требованиями новых, более строгих стандартов, импортировали топливо с низким содержанием серы.

### 5.3.2 Страны с нефтеперерабатывающими заводами

#### Переход на сырую нефть с более низким содержанием серы

Если позволяют условия, многие страны, имеющие нефтеперегонные заводы, могут изначально переключиться на работу исключительно с малосернистой нефтью. Например, переход с нефти марки «Arab Light» (содержание серы более 1%) на нигерийскую «Bonny Light» (менее 0,5%) позволяет снизить концентрацию элемента в дизельной фракции с 1,05% (10500 ppm) до 0,13% (1300 ppm). В результате, следуя только по пути использования легкой нефти, можно производить дизельное топливо с содержанием серы 1000 – 2000 ppm, но никак не меньше. Такая стратегия применяется в Китае. Перед переходом на другой вид нефти необходимо учитывать, насколько будет отличаться удельный вес новой марки и будет ли она соответствовать техническим требованиям завода.

#### Десульфуризация смешиваемых компонентов

Чтобы добиться производства топлива с концентрацией серы, не превышающей 1000 ppm, важно использовать технологии, позволяющие избавиться от ее излишков перед окончательным смешиванием фракций. Удаление серы может происходить как часть или вместо процесса переработки легкой нефти. В случае комплексных нефтеперегонных заводов, более рентабельно использовать установки гидрогенизационной сероочистки, позволяющие работать с тяжелыми видами нефти.<sup>48</sup> В случае более простых заводов, рекомендуется взвесить все за и против между инвестициями в установку сероочистки и переходом на более легкие виды сырой нефти.

Гидроочистка является наиболее распространенным методом удаления серы. Для получения малосернистого бензина требуется всего лишь гидрообработка его крекированного потока.

В случае дизельного топлива, для сероочистки требуется использование более сложных установок высокого давления, а сам процесс нередко осуществляется в несколько приемов. Гидроочистка дизельного топлива позволяет улучшить его свойства и незначительно увеличивает его цетановое число. Тем не менее, существует ряд других показателей качества горючего, рассматриваемых в Разделе 5.4, которые необходимо принимать во внимание.

Альтернативой гидроочистке служит гидрокрекинг. Это очень дорогой способ десульфуризации (в 4-5 раз дороже гидроочистки), т.к. осуществляется с помощью сложной установки и требует много водорода. Конечными продуктами гидрокрекинга являются компоненты керосина и дизельного топлива высокого качества и с низким содержанием серы. Использование установки гидрокрекинга

48. Более подробное описание процесса десульфуризации можно найти в документе «Сера в топливе: стратегии и пути использования экологически чистых видов топлива и транспортных средств. [Fuel sulphur: Strategies and options for Enabling Clean Fuels and Vehicles]», 2006 (<http://www.ipieca.org>).



экономически оправдано, если нефтеперегонный завод специализируется на производстве вышеупомянутых продуктов. Ее применение только в целях сероочистки нерентабельно. Хорошо подобранная установка гидрокрекинга позволяет снизить концентрацию серы в дизельном топливе до 50 ppm. Для дальнейшей десульфуризации требуются как установка гидрокрекинга, так и установка гидроочистки.

Технологии сероочистки будут совершенствоваться параллельно с ростом спроса на малосернистое топливо. В настоящее время на многих нефтеперерабатывающих заводах испытываются новые технологии, позволяющие снизить эксплуатационные затраты и/или капитальные вложения. Такие инициативы должны всячески поощряться.<sup>49</sup>

#### 5.4 Снижение содержания серы в топливе: дополнительные аспекты

Существует целый ряд дополнительных аспектов, связанных с переходом на производство малосернистого топлива и влияющих на работу нефтеперегонных заводов. Некоторые из них перечислены ниже.

- Для модернизации некоторых процессов переработки нефти требуется дополнительный водород (важнейший компонент для нормального функционирования завода). При оценке возможностей перехода на производство нового горючего необходимо учитывать стоимость этого элемента и его транспортировки.
- Некоторые процессы перегонки требуют значительных затрат энергии. Переквалификация завода может привести к еще большему увеличению ее потребления и росту выбросов углекислого газа в атмосферу.<sup>50</sup> Эти вопросы также должны учитываться перед принятием решения о переходе на производство малосернистого топлива.
- Всегда следует учитывать действующие национальные стандарты по качеству горючего, например, относительно содержания ароматических соединений, смазывающих свойств и цетанового числа для дизельного топлива и октанового числа для бензина.
- Десульфуризация дизельного топлива может незначительно увеличивать цетановое число, что способствует улучшению работы двигателя и снижает образование дыма. В то же самое время, снижение концентрации серы ведет к ухудшению смазывающих свойств, необходимых для нормальной работы двигателя и движущихся металлических деталей, например, роторного топливного насоса. Эту проблему можно решить с помощью недорогих топливных добавок и кондиционеров.
- Некоторые процессы, направленные на удаление избытков серы из бензина, также могут способствовать снижению октанового числа. В этом случае необходимо восстанавливать последнее до значения, определенного национальными стандартами для топлива и техническими требованиями автомобилей.
- Десульфуризация дизельного топлива обуславливает снижение содержания ароматических компонентов, что может отрицательно сказываться на состоянии эластомерных уплотнений и вызывать утечки горючего.<sup>51</sup> Такому воздействию

49. См., например, АООС США. «Контроль выбросов выхлопных газов внедорожных транспортных средств [Control of Emissions of Air Pollution from Non-Road Diesel Engines and Fuel]», Федеральный регистр №68 и далее (<http://www.epa.gov/fedreg/EPA-AIR/2003/May/Day-23/a9737c.html>).

50. Углекислый газ (CO<sub>2</sub>) является парниковым газом, способствующим глобальному изменению климата.

чаще всего подвержены транспортные средства без регулярного технического обслуживания и с износившимися деталями. С другой стороны, низкая концентрация ароматических соединений способствует сокращению выбросов выхлопных газов.<sup>52</sup>

- Хотя для хранения малосернистого горючего не требуется специальных условий, следует принять меры предосторожности для предотвращения смешивания продуктов с высоким и низким содержанием серы (например, авиационного и дизельного топлива). Этого можно избежать, если осуществлять жесткий контроль качества, тщательно промывать цистерны, предоставлять надлежащие условия для хранения различных видов горючего.
- Необходимо позаботиться о снижении риска загрязнения малосернистого топлива при его транспортировке по нефтепроводам. Незначительное перемешивание может происходить между соприкасающимися слоями различных партий. Этого можно избежать, тщательно контролируя их загрузку строго в порядке увеличения или уменьшения уровня содержания серы (т.н. «запрограммированная последовательность») или отделяя соприкасающиеся слои, которые позже можно смешивать с горючим с более высокой концентрацией серы, либо заново подвергать заводской переработке.
- Важно соблюдать все необходимые меры предосторожности при перевозке бензина и дизельного топлива. Малосернистые виды топлива обладают плохой внутренней электропроводностью, поэтому легко избавляются от статического электричества, что может приводить к самовозгоранию и взрывам.

---

51. Смотри, например:

- C.M. Cusano и др. «Разбухание эластомеров в зависимости от состава дизельного топлива [Changes in Elastomer Swell with Diesel Fuel Composition]», 1994. Статья 942017, представленная на конференции Общества инженеров-автомобилестроителей [SAE];
- S.D. Robertson и др. «Воздействие моторных масел различного состава на эластомеры [Effect of Automotive Gas oil Composition on Elastomer Behavior]». Статья 942018, представленная на конференции Общества инженеров-автомобилестроителей [SAE].

52. См., например, АООС США. «Стратегии и вопросы взаимосвязи свойств дизельного топлива с характеристиками выхлопных газов [Strategies and Issues in correlating Diesel fuel Properties with Emissions]», Документ для обсуждения EPA420-P-01-001, 2001.



## 6. Дополнительные аспекты

В данной главе обсуждаются дополнительные аспекты перехода на виды топлива с низким содержанием серы. Сюда относятся различные преимущества от такого решения (например, увеличение срока службы двигателя и снижение затрат на техническое обслуживание) и дополнительные факторы, которые необходимо учитывать при разработке стратегий перехода (например, учет различий между городской чертой и сельской местностью и фальсификация продуктов).

### 6.1 Малосернистое топливо в городской черте и за ее пределами

Учитывая, что загрязнение воздуха в городской черте всегда выше, некоторые страны приняли решение ввести ограничения на использование высокосернистого топлива, прежде всего, в городах с последующим переходом на новые стандарты по всей территории. В Мексике, например, горючее со сверхнизким содержанием серы (15 ppm для дизельного топлива) будет использоваться в Мехико начиная с 2007 г., на границе с США – к 2009 г. и по всей стране – к 2010 г. Для Бразилии, в целом, предельно допустимая концентрация серы в топливе составляет 2000 ppm, а для больших городов – 500 ppm (см. Таблицу 1 в Главе 3). Помимо установления более строгих стандартов, такая политика также позволяет внедрять в городах проекты по модернизации автотранспорта (например, автобусных парков), конечно, при условии использования малосернистого горючего.

С другой стороны, введение обязательного использования топлива такого качества на ограниченной территории приводит к проблемам его отсутствия за пределами городской черты. Поэтому чаще всего такой подход применяется лишь в случае городского общественного транспорта и такси. Тем не менее, в связи с ростом количества транспортных средств, работающих на горючем с низким содержанием серы, спрос на малосернистое топливо также будет расти, а цены на него, соответственно, будут падать. Этот фактор будет способствовать увеличению объемов производства такого горючего и его дальнейшему распространению на рынке.

### 6.2 Транспортные «коридоры» для транзитных автомобилей

С недавних пор многие государства начали создавать транспортные «коридоры» через определенные регионы или целые страны. Например, в США такие маршруты, предвосхищающие введение национального стандарта по содержанию серы в топливе менее 15 ppm, были организованы вдоль западного побережья (проект «West Coast Diesel Collaborative»), на Среднем Западе (проекты «Midwest Clean Diesel Initiative» и «Голубые небеса») и вдоль восточного побережья (проекты «Mid-Atlantic Diesel Collaborative» и «Northeast Diesel Collaborative»).

Проект «West Coast Diesel Collaborative» представляет собой сотрудничество между представителями национального, федерального и местного правительства, частного сектора и активистов по защите окружающей среды, объединенных общей целью сократить выбросы выхлопных газов вдоль западного побережья США. Работа данного проекта направлена на создание, поддержку и внедрение инициатив по снижению уровней выхлопных газов дизельных автомобилей. Кроме этого, участники проекта следят за наличием топлива необходимого качества для транспортных

средств, перемещающихся вдоль западного побережья.<sup>53</sup>

Другим примером может служить Россия, которая предложила создать «коридор» в европейские страны для транспортных средств, работающих на горючем со сверхнизким содержанием серы, в целях развития туризма и торговли с использованием современных технологий, функционирование которых невозможно при высокой концентрации этого элемента.<sup>54</sup>

### 6.3 Автомобиль и двигатель

#### 6.3.1 Техническое обслуживание автомобиля

Более низкое содержание серы в горючем позволяет замедлить коррозию и снизить скорость закисания моторного масла. Это снижает необходимость частых технических проверок автомобиля и, следовательно, значительно снижает затраты на его техническое обслуживание

**Таблица 4: Влияние низких концентраций серы на некоторые детали автомобиля<sup>55</sup>**

Деталь/компонент	Роль малосернистого топлива	Ожидаемый результат
Поршневое кольцо	Позволяет уменьшить коррозионный износ	Более долгий срок службы двигателя, реже необходимость в ремонте
Гильзы цилиндров	Позволяет уменьшить коррозионный износ	Более долгий срок службы двигателя, реже необходимость в ремонте
Моторное масло	Способствует замедлению процесса образования осадка и снижает необходимость в щелочных добавках	Более долгий срок службы поршневых колец и гильз цилиндров, реже необходимость в смене масла
Выхлопная труба	Позволяет уменьшить коррозионный износ	Реже необходимость в замене деталей

Экономические выгоды от перехода на малосернистые виды топлива во многом зависят от продолжительности его использования и специфики региона. Согласно подсчетам Агентства по охране окружающей среды США (АООС США), на горючем с низким содержанием серы можно сэкономить до 1,4 цента за каждый

53. Более подробную информацию об этих проектах можно получить на следующих веб-сайтах:

<http://www.westcoastdiesel.org/>

<http://www.epa.gov/midwestcleandiesel/index.html>

[http://epa.gov/region6/6xa/blue\\_skies\\_collaborative.htm](http://epa.gov/region6/6xa/blue_skies_collaborative.htm)

<http://www.dieselmiddatlantic.org/diesel/index.htm>

<http://www.northeastdiesel.org/>

54. «Новости о дизельном топливе [Diesel Fuel News]». «Российское Министерство транспорта с 2005 г. запускает план по использованию дизельного топлива со сверхнизким содержанием серы для автотранспорта, перевозящего международные грузы [Russia Transport Ministry floats 2005 ULSD Plan – ultra-low sulphur diesel for international goods carriers]», 9 июня 2003 ([http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_m0CYH/is\\_10\\_7/ai\\_103382165](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0CYH/is_10_7/ai_103382165)).

55. <http://www.adb.org/Vehicle-Emissions/General/diesel.asp#2>

56. 1 галлон примерно равен 3,79 л



галлон<sup>56</sup> для легких грузовых автомобилей, до 1 цента/гал для грузовых автомобилей среднего веса и до 0,7 цента/гал для тяжелых транспортных средств.<sup>57</sup> В целом, на одном автомобиле можно сэкономить 153-610 долларов США.

### 6.3.2 Срок службы двигателя

Присутствие серы в топливе значительно снижает срок службы двигателя транспортного средства. Особенно это касается видов горючего с высоким содержанием серы (более 2000 ppm). Приведенный ниже график демонстрирует зависимость срока службы двигателя от уровня содержания серы. Снижение концентрации этого элемента с 1,5% (15000 ppm) до 0,1% (1000 ppm) позволяет продлить срок службы двигателя на 80-90%.

Рисунок 3: Влияние уровня содержания серы в дизельном топливе на срок службы двигателя<sup>58</sup>



### 6.3.3 Сера в составе смазочных материалов

Помимо горючего, сера также присутствует в большинстве смазочных материалов, предназначенных для защиты двигателя от изнашивания. В случае негерметичности системы масло может попадать в камеру сгорания, и тогда содержащаяся в нем сера будет смешиваться с выхлопными газами и снижать качество работы технологий их контроля. Учитывая, что концентрация этого элемента в топливе будет уменьшаться, необходимо обратить особое внимание на уровень его содержания в маслах.<sup>59</sup> Многие развитые государства, в частности США, Япония и члены ЕС, в связи с невозможностью установления единого стандарта из-за большого

57. АООС США. «Анализ эффекта регулирования. Стандарты по выхлопным газам для автомобилей большой грузоподъемности и по содержанию серы в дизельном топливе [Regulatory Impact Analysis: Heavy-Duty Engine and Vehicles Standards and Highway Diesel Fuel Sulphur Control Requirements]», 2000 (. <http://www.epa.gov/otaq/highway-diesel/regs/exec-sum.pdf>).

58. <http://www.fleetwatch.co.za/supplements/SADiesel/DieselFactsFictionS.htm>, изначально бюллетень Детройтской корпорации, службы Горючего и смазочных материалов.

разнообразия смазочных материалов, пытаются решить эту проблему через внедрение добровольных обязательств их производителей. В странах, где существует проблема качества машинных масел, следует обсуждать ее с национальными производителями (автомобилей, двигателей, смазочных материалов и топливных добавок) в процессе разработки политики по снижению содержания серы в топливе.

#### 6.4 Контроль за соблюдением законодательства

Строгий контроль за соблюдением существующего законодательства является одним из важнейших рычагов, заставляющих правительство, коммерческие компании и другие организации выполнять свои экологические обязательства. Он ограничивает тех, кто в других обстоятельствах воспользовался бы нарушением закона в своих целях, и уравнивает шансы тех, кто законопослушен. Строгий контроль за соблюдением существующего законодательства абсолютно необходим для того, чтобы качество топлива действительно соответствовало установленным стандартам, а используемые технологии, направленные на сокращение выбросов выхлопных газов, действительно выполняли свою функцию. Соответствие топливным стандартам требуется, прежде всего, от нефтеперерабатывающих компаний и импортеров топлива, а также от других сторон, имеющих отношение к топливоснабжению.

#### 6.5 Фальсификация топлива

Фальсификация горючего представляет собой глобальную проблему, которая может отрицательно сказываться на реализации политики по сокращению выбросов выхлопных газов автотранспорта. Одним из способов фальсификации служит смешивание дизельного топлива с более дешевым и содержащим больше серы керосином. Строгий контроль за соблюдением установленных стандартов качества топлива на нефтеперегонных заводах и автозаправочных станциях является одним из основных путей сведения фальсификации горючего к минимуму. Более подробную информацию о фальсификации топлива (с конкретными примерами из Индии и Непала) можно получить на следующих веб-страницах:

<http://www.cpcb.nic.in/fueladultration/ch60703.htm>

[http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-58998\\_Fuel\\_Adulteration\\_Ale.pdf](http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-58998_Fuel_Adulteration_Ale.pdf)

---

59. Помимо серы, в состав моторного масла могут входить фосфор и сульфатная зола, которые значительно снижают эффективность работы систем контроля выбросов выхлопных газов. С другой стороны, эти компоненты могут служить для защиты двигателя от чрезмерного изнашивания, поэтому вопросы, связанные с химическим составом смазочных веществ следует оставлять на усмотрение производителей.



## Приложение 1 – Обзор основных загрязняющих веществ, выбрасываемых с выхлопными газами автомобилей

Загрязнитель	Влияние на здоровье	Другие особенности
Твердые частицы (ТЧ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Астма с осложнениями,</li> <li>- нарушение функции легких,</li> <li>- сердечные приступы,</li> <li>- преждевременная смертность,</li> <li>- ТЧ, выделяемые при сгорании дизельного топлива, могут способствовать развитию раковых новообразований.</li> </ul>	<p>Мелкие ТЧ (диаметром 2,5 мкм) либо выделяются в окружающую среду непосредственно с выхлопными газами, либо образуются позже в процессе реакций с их газообразными предшественниками, такими как оксиды серы и азота, органические соединения. Такие ТЧ наиболее опасны, т.к. могут проникать глубоко в легкие. Мелкие ТЧ могут сохраняться в атмосфере в течение долгого времени (до нескольких недель) и переноситься на многие тысячи километров.</p>
Углеводороды (НС)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- В данную группу входит большое количество токсичных веществ, вызывающих рак и другие заболевания.</li> </ul>	<p>На свету НС вступают в реакции с оксидами азота с образованием озона. В городской черте автотранспорт является их основным источником.</p>
Оксиды азота (NOx)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вступают в реакции с НС с образованием озона, который служит причиной многих респираторных заболеваний,</li> <li>- в ходе химических превращений могут образовывать различные аэрозоли, вызывающие целый ряд заболеваний органов дыхания.</li> </ul>	<p>Формула NOx объединяет целый ряд соединений и производных оксидов азота, включая двуокись азота, азотную кислоту, закись азота, нитраты и окись азота. Они являются одними из основных компонентов, участвующих в образовании озона в приземном воздухе. NOx в атмосфере образуют аэрозоли и ТЧ и могут переноситься на большие расстояния.</p>
Оксиды серы (SOx)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Способствуют возникновению респираторных заболеваний, особенно у детей и пожилых людей,</li> <li>- усугубляют проблемы сердца и легких.</li> </ul>	<p>SOx способствуют образованию атмосферных частиц, ухудшающих видимость. Могут переноситься на большие расстояния и впоследствии осесть.</p>
Озон (O3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Даже в небольших количествах вызывает развитие различных заболеваний,</li> <li>- в случае длительного воздействия может вызывать легочные изменения,</li> <li>- является одной из причин преждевременных смертей.</li> </ul>	<p>Озон не выделяется непосредственно с выхлопными газами автомобилей, а образуется на свету в процессе химических реакций между НС и NOx.</p>
Угарный газ (CO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- При высоких концентрациях является токсичным даже для здоровых людей,</li> <li>- при невысоких концентрациях оказывает влияние на людей с болезнями сердца,</li> <li>- может вызывать нарушения деятельности центральной нервной системы, а также служить причиной преждевременной смертности и малого веса при рождении.</li> </ul>	<p>Автомобили являются основными источниками угарного газа в городской черте. В США количество выбросов окиси углерода автотранспортом может достигать 95%.</p>

Источники:

АООС США - [www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html](http://www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html)

Журнал Американской медицинской ассоциации, 17 ноября 2004, № 292, стр. 19

## Приложение 2 – Показатели содержания серы в топливе для развивающихся стран (по состоянию на декабрь 2006 г.)

### Латинская Америка и Карибский бассейн – содержание серы в дизельном топливе

СТРАНА	Содержание серы (ppm)	КОММЕНТАРИИ	ИСТОЧНИК
Ангилья			
Антигуа и Барбуда			
Аргентина	1500/2500	1500 ppm в городской черте и 2500 ppm за городом; цель – 50 ppm к 2009 г.	ARPEL 2005; IFQC 2004
Аруба			
Багамские Острова			
Барбадос			
Белиз			
Бермудские Острова			
Боливия	500		ARPEL 2005
Бразилия	500/2000	500 ppm в крупных городах и 2000 ppm по стране; в настоящее время обсуждаются перспективы достижения показателя 50 ppm к 2009 г.	Ford (Бразилия)
Венесуэла	5000		
Виргинские Острова			
Гаити			
Гайана			
Гватемала	5000		Доклад фонда Kukulcan; подтверждается данными ARPEL 2005
Гондурас	5000		Доклад фонда Kukulcan, подтверждается данными ARPEL 2005
Гренада			
Доминика			
Доминиканская Республика			
Каймановы Острова			
Колумбия	1 00/4500	1200 ppm в Боготе, 4500 ppm по стране; разрабатывается закон об установлении к 2008 – 2010 гг. уровня содержания серы в дизельном топливе 500 ppm	Национальный Университет Колумбии



Коста-Рика	4500	Планируется снизить содержание серы до 4000 ppm в 2005 – 2006 гг., до 3500 ppm в 2006 г. и до 500 ppm в 2008 г.	Доклад фонда Kukulkan, подтверждается данными ARPEL 2005
Куба			
Мексика	300/500	300 ppm в городской черте и 500 ppm за городом; стандарт NOM-086 устанавливает предел 15 ppm на границе с США – начиная с 2007 г., в городах – с начала 2009 г., на всей территории – с середины 2009 г.	SEMARNAT, PEMEX
Монтсеррат			
Никарагуа	5000		ARPEL 2005
Острова Теркс и Кайкос			
Панама	5000		Доклад фонда Kukulkan, подтверждается данными ARPEL 2005
Парагвай	5000		IFQC 2004, подтверждается данными ARPEL 2005
Перу	3000/5000	Для дизельного топлива марок 1 и 2 соответственно. Согласно правительственному решению, принятому в июле 2005 г., к 2010 г. содержание серы должно быть снижено до 50 ppm.	АООС США «Ежедневный доклад по состоянию окружающей среды [Daily Environment Report]; согласно ARPEL 2005, уровень содержания серы составляет 5000/7000 ppm
Пуэрто-Рико			
Сальвадор	5000		Доклад фонда Kukulkan, подтверждается данными ARPEL 2005
Сент-Винсент и Гренадины			
Сент-Китс и Невис			
Сент-Люсия			
Суринам	5000		ARPEL 2005
Тринидад и Тобаго	1500		ARPEL 2005
Уругвай	8000	К 2006 г. содержание серы должно быть снижено до 2500 ppm (ARPEL 2005)	IFQC 2004, подтверждается данными ARPEL 2005
Французская Гвиана			
Чили	50/350	500 ppm в крупных городах и 350 ppm по стране; к 2010 г. планируется снизить эти показатели до 10 ppm и 50 ppm соответственно	CONAMA (Чили)
Эквадор	500/7000	Марка Premium/Regular	ARPEL 2005
Ямайка			
Всего: 42 страны			

Источники:

ARPEL, 26 июля 2005 года, личная переписка.

IFQC = Международный центр по качеству топлива, 2004 (<http://www.worldfuelsconferences.com/images/ee04/Pye.pdf>).

Фонд Kukulkan проводил семинар по экологически чистым видам топлива и транспортных средств в Центральной Америке в апреле 2004 года в Гватемале.

Michael Walsh, международный консультант. Обзор мировых экологически чистых видов топлива, отправленный по электронной почте 26 июня 2005 года.

SEMARNAT, PEMEX. Доклад о дизельном топливе с низким уровнем содержания серы, декабрь 2005 года ([http://portal.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/boletines\\_2005\\_275.shtml](http://portal.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/boletines_2005_275.shtml)).

## Страны Передней Азии, Ближнего Востока и Северной Африки – содержание серы в дизельном топливе

СТРАНА	Содержание серы (ppm)	КОММЕНТАРИИ
Алжир	900	Сырая нефть с минимальным содержанием серы. Дальнейшая нефтепереработка не планируется.
Бахрейн	5,000 (500)	Снижение уровня содержания серы до второго показателя к 2007 г. В продаже имеется малосернистое топливо.
Египет	5,000	Снижение уровня содержания серы в топливе не планируется. Действующий стандарт – 10000 ppm.
Израиль	50	
Иордания	9000	Действующий стандарт – 12000 ppm. Снижение не планируется.
Ирак	10000	Действующий стандарт – 25000 ppm. Снижение не планируется.
Иран	5000	Действующий стандарт – 10000 ppm.
Йемен	10000	В настоящее время стандартов не существует. Добываемая нефть содержит небольшие количества серы, но она экспортируется. К 2010 планируются изменения.
Катар	5000	
Кувейт	3500	Действующий стандарт – 5000 ppm. Снижение не планируется.
Ливан		Информация отсутствует.
Ливийская Арабская Джамахирия	1000	Действующий стандарт – 1500 ppm.
Марокко	10000 (350)	Незначительное использование дизельного топлива с содержанием серы 350 ppm.
Объединенные Арабские Эмираты	5,000	Планируется снизить содержание серы до 2500 ppm к концу 2005 г. и до 50 ppm к 2010 г.
Оман	5500	Действующий стандарт – 10000 ppm. Снижение не планируется.
Палестина	10000	Горючее с содержанием серы 10000 ppm импортируется из Иордании.
Саудовская Аравия	5000	Действующий стандарт – 1500 ppm. Планируется снижение содержания серы до 500 ppm к 2007 г. и до 50 ppm в дальнейшем.
Сирия	6500	Действующий стандарт – 7000 ppm.
Тунис	10,000	Действующий стандарт – 10000 ppm. Изменения планируются к 2011 г.
Всего: 19 стран		

Источники:

MW = Mike Walsh, международный консультант. Обзор мировых экологически чистых видов топлива, отправленный по электронной почте 26 июня 2005 года.

IFQC = Международный центр по качеству топлива, июль 2005 года

Национальные консультанты = Основано на информации, полученной от национальных консультантов на семинаре ЮНЕП/PCFV в Бейруте в 2004 году.

Съезд членов Марракешского сотрудничества в марте 2005 года.

Ближневосточное новостное агентство.



## Страны Африки к югу от Сахары - содержание серы в дизельном топливе

СТРАНА		КОММЕНТАРИИ	ИСТОЧНИКИ
Ангола	3000		Fred Sexsmith
Бенин	5000	Импортируется из Кот-д'Ивуара и Нигерии	
Ботсвана	500	Поставляется из Южной Африки	
Буркина-Фасо	5000		Наш консультант (Zéphirin Ouedraogo)
Бурунди	5000	Импортируется из Танзании и Кении	
Габон	8000	Планируется снижение до 5000 ppm в 2010 г.	Встреча, организованная Всемирным банком в Брюсселе
Гамбия	5000	Импортируется из Кот-д'Ивуара	Встреча членов PCFV
Гана	5000		Национальные стандарты
Гвинея	5000	Поставляется из Сенегала	
Гвинея-Бисау	5000	Поставляется из Сенегала	
Демократическая Республика Конго	3500		Fred Sexsmith
Джибути	5000		Информация отсутствует
Замбия	7500		Национальные стандарты
Зимбабве	5000	Импортируется через Мозамбик	
Кабо-Верде			
Камерун	5000		Национальные стандарты/наш консультант (Molo Yenwo)
Кения	10000	Одна из нефтяных компаний уже импортирует горючее с содержанием серы 2000 ppm	Национальные стандарты
Коморские Острова			Информация отсутствует
Кот-д'Ивуар	5000		Национальные стандарты
Лесото	500	Поставляется из Южной Африки	
Либерия	5000	Поставляется из Сенегала	
Маврикий	2500		Fred Sexsmith
Мавритания	5000		Fred Sexsmith
Мадагаскар	5000		Fred Sexsmith
Малави	5000		Национальные стандарты
Мали	5000	Поставляется из Сенегала	
Мозамбик	5000		Национальные стандарты
Намбия	500	Импортируется из Южной Африки	

Нигер	10000		Fred Sexsmith
Нигерия	3000	Фактический уровень – 1330 ppm	Наш консультант (Aminu Jalal)
Республика Конго (Браззавиль)	10000	Фактический уровень – 1000 ppm (согласно нашему консультанту)	Fred Sexsmith/наш консультант (Séraphin Ele)
Реюньон			Информация отсутствует
Руанда	5000	Импортируется через Кению и Танзанию	
Сан-Томе и Принсипи	3000		Fred Sexsmith
Свазиленд	500	Импортируется из Южной Африки	
Сейшельские Острова			Информация отсутствует
Сенегал	5000		Национальные стандарты /наш консультант (Ibrahima Sow)
Сомали			Информация отсутствует
Судан	11000		Представитель нефтяной компании в Кении (Muthuma)
Сьерра-Леоне	5000	Импортируется из Сенегала	
Танзания	5000		Национальные стандарты
Того	5000	Импортируется из Кот-д'Ивуара и Нигерии	
Уганда	5000	Импортируется через Кению и Танзанию	
Центральноафриканская Республика	3000-5000	Импортируется из Камеруна	
Чад	5000	Импортируется из Камеруна и Нигерии	
Экваториальная Гвинея	5000-8000	Поставляется из Камеруна и Габона	
Эритрея	7000		Fred Sexsmith
Эфиопия	10000		Fred Sexsmith
Южно-Африканская Республика	500	Поставлена цель к 2010 г. снизить содержание серы до 50 ppm. В наличии уже имеется топливо с уровнем содержания 50 ppm.	Национальные стандарты /наш консультант (Stuart Rayner)
Всего: 49 стран			

Источники:

Fred Sexsmith, консультант Всемирного банка, май 2005 года.

Различные национальные консультанты и стандарты.

Встречи при поддержке UNEP/PCFV в Бенине (Гамбия) в 2004 и 2005 годах.

Встречи участников инициативы Всемирного банка «Чистый воздух для африканских городов» в Брюсселе (Бельгия) в 2004 году и в Дакаре (Сенегал) в 2005 году.



## Страны Центральной и Восточной Европы и Центральной Азии - содержание серы в дизельном топливе

СТРАНА	Содержание серы (ppm)	КОММЕНТАРИИ	ИСТОЧНИКИ
Азербайджан	2000	Используется ГОСТ 305/82. Имеются два нефтеперегонных завода. Планируется снижение уровня содержания серы до 2000 ppm к 2005 г. и до 500 ppm к 2015.	Компания «Alexander's Gas and Oil»
Албания	2000/350	Топливо с содержанием серы 2000 ppm производится на отечественных заводах, с концентрацией 350 ppm – импортируется.	Исследование РЭЦ*
Армения	5000	Используется ГОСТ 305/82, устанавливающий уровень содержания серы 2000 ppm.	
Беларусь	350	В сентябре 1993 года введен новый межгосударственный стандарт, соответствующий европейскому. Пока ему отвечают не все виды горючего.	Министерство экономики
Болгария	350/50	С 1-го января 2007 г. будет введен новый национальный стандарт 50 ppm. 70% продаваемого топлива содержит 50 ppm серы. Действующий стандарт – 350 ppm.	Исследование РЭЦ, результаты 2004 г.
Босния и Герцеговина	350	97-100% топлива с таким содержанием серы импортируется из соседних стран. Национальный стандарт составляет 350 ppm..	Исследование РЭЦ
Венгрия	10		Исследование РЭЦ
Грузия	5000	Используется ГОСТ 305/82	
Казахстан	5000	Используется ГОСТ 305/82	Компания «Alexander's Gas and Oil»
Кипр	50		
Кыргызстан	5000	Используется ГОСТ 305/82	
Латвия	50		Исследование РЭЦ
Литва	50		Согласно исследованию РЭЦ, выборочное среднее значение составляет 126,82 ppm летом и 135,57 ppm зимой
Македония	2000	Национальный стандарт для дизельного топлива – 2000 ppm. Топливо с таким содержанием серы, в основном, импортируется.	Согласно специальному исследованию РЭЦ в Македонии, выборочное среднее значение составляет 1 900 ppm
Мальта	50		
Молдова	2000	Используется ГОСТ 305/82	
Польша	50	Национальный стандарт соответствует Директиве Европейского Союза 98/70/ЕС, фактический уровень содержания серы в топливе – 50 ppm..	Согласно исследованию РЭЦ, национальный стандарт устанавливает содержание серы на уровне 350 ppm, в то время как фактический уровень составляет 50 ppm
Российская Федерация	2 000/5000	«Лукойл» наладил производство дизельного топлива марки «Euro IV» (конц. серы 50 ppm) для транспортных средств, участвующих в перевозках грузов и пассажиров между Россией и Европейскими странами. Большая часть дизельного топлива содержит 2000 ppm и менее серы. Однако в продаже все еще имеется горючее с концентрацией серы 5000 ppm.	

Румыния	350/50	«Petrom» и «Rompetrol» уже производят дизельное топливо с содержанием серы 10 ppm. Национальное законодательство соответствует Директиве Европейского Союза 98/70/ЕС, устанавливающей уровень 50 ppm.	Согласно исследованию РЭЦ, выборочное среднее значение составляет 246 ppm
Сербия	10000	На отечественных заводах производится дизельное топливо с содержанием серы 10000 ppm и «эко топливо» с содержанием 350 ppm. Горючее с низким содержанием серы (50 ppm) производится на нефтеперегонном заводе в Панчево, а также импортируется в небольших количествах.	Согласно исследованию РЭЦ, выборочное среднее значение составляет 6 940 ppm
Словакия	10		Согласно исследованию РЭЦ, выборочное среднее значение составляет 264,5 ppm летом и 262,9 ppm зимой
Словения	50		Согласно исследованию РЭЦ, выборочное среднее значение составляет 263 ppm.
Таджикистан	5000	Используется ГОСТ 305/82	
Туркменистан	5000	Используется ГОСТ 305/82.	Правительство Туркменистана
Турция	≤ 7000/50	Согласно национальному законодательству, допустимый уровень содержания серы равняется 350 ppm (75% рынка в 2005 году). До 2007 года разрешена торговля дизельным топливом с содержанием серы 7000 ppm. В течение 2007-2009 гг. планируется переход к топливу с содержанием серы 10 ppm через промежуточный показатель 50 ppm.	Согласно исследованию РЭЦ, в настоящий момент уровень содержания серы в топливе равняется 7000 ppm. В 2007 г. планируется снизить его до 350 ppm.
Узбекистан	5000	Используется ГОСТ 305/82	ЕЖ ООН
Украина	2000	Используется ГОСТ 305/82	ЕЖ ООН
Хорватия	50	К 2009 г. будет адаптирована Директива Европейского Союза 2003/17/ЕС (10 ppm). Модернизация хорватских нефтеперегонных заводов, которую планируется завершить к 2009 г., позволит производить топливо европейского качества.	Исследование РЭЦ
Черногория	50	По данным на 1-е января 2006 г. все импортируемое топливо должно соответствовать стандартам Европейского Союза.	Исследование РЭЦ
Чехия	50	К 2005 г. планируется наладить производство топлива со сверхнизким содержанием серы 50 ppm.	Исследование РЭЦ
Эстония	50		Согласно исследованию РЭЦ, выборочное среднее значение составляет 175 ppm
Всего: 31 страна			

\* Исследование РЭЦ проводилось в 2003 году, кроме специально указанных дат Источники:

Компания «Alexander's Gas and Oil» <http://www.gasandoil.com>

«Новости о дизельном топливе [Diesel Fuels News]», статья о России от 12 мая 2003 года ([http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_m0CYH/is\\_9\\_7/a\\_102090268](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0CYH/is_9_7/a_102090268)).

Правительство Туркменистана (<http://www.turkmenistan.ru>).

Пресс-релиз компании «Лукойл» от 17 июня 2005 года ([http://www.lukoil.com/press\\_6\\_5div\\_\\_id\\_21\\_1id\\_22357\\_.html](http://www.lukoil.com/press_6_5div__id_21_1id_22357_.html)).

Mike Walsh, международный консультант. Обзор мировых экологически чистых видов топлива, отправленный по электронной почте 26 июня 2005 года.

ЕЖ ООН ([www.unecce.org](http://www.unecce.org)).



## Страны Азиатско-Тихоокеанского региона - содержание серы в дизельном топливе

СТРАНА	Содержание серы (ppm)	КОММЕНТАРИИ	ИСТОЧНИКИ
Афганистан	> 10000	Национальных стандартов не существует. Нововведений не планируется.	MW
Бангладеш	5000	Обсуждается введение стандарта Euro I (2000 ppm).	ASCOPE, MW
Бруней-Даруссалам	1000		ASCOPE
Бутан	2500	Планы неизвестны	ЮНЕП
Вануату			
Вьетнам	500	К 2010 г. планируется снижение уровня содержания серы до 150 ppm	ASCOPE
Индия	500	К 2010 г. планируется переход на стандарт Euro III (350 ppm)	ASCOPE, АБР
Индонезия	2000	В настоящий момент действует стандарт Euro I. После 2010 г. планируется переход на стандарт Euro III.	
Камбоджа	1500	Не существует никаких национальных стандартов и планов по улучшению качества топлива.	ASCOPE, MW
Кирибати			
Китай	500	К 2010 г. планируется переход на стандарт Euro III и, возможно, Euro IV	MW, наш консультант
Китай, Макао	50	К 2007 г. планируется переход на стандарт Euro V (10-15 ppm)	MW, ASCOPE
Китай, Тайвань	100	К 2010 г. планируется переход на стандарт Euro IV (50 ppm)	ASCOPE, MW
Корейская Народно-Демократическая Республика			
Лаосская Народно-Демократическая Республика			
Малайзия	500	К 2009-2010 г. планируется переход на стандарт Euro IV (50 ppm)	АБР, ASCOPE
Мальдивские Острова			
Маршалловы Острова			
Микронезия (Федеративные Штаты)			
Монголия			
Мьянма			
Науру			
Непал			
Ниуэ			

Острова Кука			
Пакистан	5000	В 2005 г. планируется снижение уровня содержания серы до 1000 ppm	
Палау			
Папуа-Новая Гвинея			
Республика Корея	100	К 2007 г. планируется переход на стандарт Euro IV (10-15 ppm)	ASCOPE, MW
Самоа			
Сингапур	500	К 2006 г. планируется переход на стандарт Euro IV (50 ppm)	ASCOPE, MW
Соломоновы Острова			
Таиланд	150	К 2010 г. планируется переход на стандарт Euro IV (50 ppm)	ASCOPE
Тимор-Лешти			
Токелау			
Тонга			
Тувалу			
Фиджи			
Филиппины	500	Обсуждается возможность перехода на стандарт Euro IV (50 ppm) к 2010 г.	
Шри-Ланка	2000	Нынешний стандарт, снижение уровня содержания серы в топливе не планируется.	MW
Япония	50	К 2007 г. планируется переход на стандарт Euro V (10-15 ppm)	MW
Всего: 41 страна			

Источники:

MW = Mike Walsh, международный консультант. Обзор мировых экологически чистых видов топлива, отправленный по электронной почте 26 июня 2005 года.

АБР = Азиатский банк развития, 2003.

ЮНЕП = Публикация Азиатско-тихоокеанского регионального офиса ЮНЕП о состоянии окружающей среды, 2001.

ASCOPE = Азиатский совет по нефти, ноябрь 2004.

