

**Европейская экономическая комиссия**

Исполнительный орган по Конвенции
о трансграничном загрязнении воздуха
на большие расстояния

Рабочая группа по стратегиям и обзору**Пятьдесят третья сессия**

Женева, 15–17 декабря 2015 года

Пункт 3 предварительной повестки дня

Ход осуществления плана работы на 2014–2015 годы

**Проект руководящего документа по методам ограничения
выбросов из мобильных источников***Резюме*

В соответствии с планом работы по осуществлению Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (ECE/EB.AIR/122/Add.2, пункт 2.2.1) Целевой группе экспертов по технико-экономическим вопросам было поручено обновить руководящий документ 1999 года по методам ограничения выбросов из отдельных мобильных источников (EB.AIR/1999/2). Настоящий проект руководящего документа представляется на рассмотрение Рабочей группой по стратегии и обзору на ее пятьдесят третьей сессии (Женева, 15–17 декабря 2015 года). Это руководство дополняется техническим докладом, который представлен в качестве информационного документа № 1. Цель настоящего документа – дать Сторонам Конвенции соответствующее руководство по определению наиболее оптимальных методов борьбы с выбросами с особым акцентом на наилучшие имеющиеся методы (НИМ), с тем чтобы они могли выполнять свои обязательства по Протоколу о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном 1999 года с поправками, внесенными в 2012 году*.

* Настоящий документ издается без официального редактирования.



Содержание

	<i>Стр.</i>
Перечень сокращений и акронимов	3
I. Введение	5
II. Охват	6
III. Процессы выбросов и их вклад в загрязнение	7
IV. Наилучшие имеющиеся методы ограничения выбросов из мобильных источников	8
A. Мопеды и мотоциклы	9
B. Дорожные транспортные средства малой грузоподъемности, оснащенные (бензиновым) двигателем с искровым зажиганием	12
C. Дорожные транспортные средства малой грузоподъемности, оснащенные (дизельным) двигателем с воспламенением от сжатия	15
D. Дорожные транспортные средства большой грузоподъемности, оснащенные (дизельным) двигателем с воспламенением от сжатия	18
E. РМ, образующиеся в результате износа и абразивного истирания компонентов дорожных транспортных средств	20
F. Бензиновые двигатели, используемые на внедорожной технике	21
G. Дизельная внедорожная мобильная техника и рельсовый транспорт	23
H. Дизельные суда (внутренние водные пути)	25
I. Морские суда	26
J. Воздушные суда	27
K. Трамваи, метро и троллейбусы на электрической тяге	28
V. Меры по осуществлению и нетехнические меры	28
VI. Основные источники	30

Перечень сокращений и акронимов

КПА	каталитический нейтрализатор проскока аммиака
НИМ	наилучшие имеющиеся методы
СУ	сажистый углерод
ССV	вентиляция закрытого картера
ВС	воспламенение от сжатия
КПГ	компримированный природный газ
СО	моноксид углерода
ДМЭ	диметилэфир
ДОКН	дизельный окислительный каталитический нейтрализатор
ДСФ	дизельный сажевый фильтр
РОВ	район ограничения выбросов
ЕЭК	Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций
РОГ	рециркуляция отработавших газов
ПВБ	прямой впрыск бензина
ПГ	парниковый газ
БФДЧ	бензиновый фильтр для осаждения дисперсных частиц
НС	углеводород
ТБГ	транспортное средство большой грузоподъемности
И/ТО	инспекция и техническое обслуживание
ТМГ	транспортное средство малой грузоподъемности
СПГ	сжиженный природный газ
У-NO _x	уловитель NO _x
СНГ	сжиженный нефтяной газ
ПВ	посадка и взлет
N ₂	азот
РОВА	район ограничения выбросов NO _x
NH ₃	аммиак
NO _x	окислы азота
ВМТ	внедорожная мобильная техника
БД	бортовая диагностика
ПАУ	полициклические ароматические углеводороды
ПЕМС	переносная система измерения выбросов
МСВП	многоточечная система впрыска топлива
PM	дисперсные частицы

КЧ	количество частиц
ОКНЧ	окислительный каталитический нейтрализатор частиц
СКВ	селективное каталитическое восстановление
РОВОС	район ограничения выбросов SO _x
ИЗ	искровое зажигание
SO _x	окислы серы
ТКК	трехкомпонентный катализатор
ЛОС	летучие органические соединения

I. Введение

1. Цель настоящего документа – дать Сторонам Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, принятой Европейской экономической комиссией (ЕЭК) Организации Объединенных Наций, соответствующее руководство по определению наиболее оптимальных методов ограничения выбросов с особым акцентом на наилучшие имеющиеся методы (НИМ), с тем чтобы они могли выполнять свои обязательства по Протоколу о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном (Гётеборгский протокол) 1999 года с поправками, внесенными в 2012 году.

2. Настоящий документ обновляет и заменяет руководящий документ по методам ограничения выбросов из отдельных мобильных источников, который был принят в 1999 году (ЕВ.AIR/1999/2). Техническая справочная информация и результаты анализа, которые подкрепляют этот обновленный руководящий документ, содержатся в полном техническом докладе [20].

3. Акцент в данном документе ставится главным образом на методы, которые можно применять на каждом отдельном транспортном средстве или двигателе, в целях ограничения уровня выбросов в обычном режиме эксплуатации («технические меры»). Кроме того, здесь рассматриваются и другие меры, в том числе смена вида топлива или изменение технических требований к топливу, а также «нетехнические меры».

4. В данном документе определен ряд мер, например НИМ, которые позволяют ограничить выбросы того или иного конкретного загрязнителя. Предложенные методы подтверждают на практике, что они обладают потенциалом ограничения выбросов в широком диапазоне применения в реальных условиях. Кроме того, здесь рассматриваются и другие перспективные методы, которые могут использоваться в будущем. Определение того или иного метода, как НИМ, для мобильных источников предполагает, что дополнительные издержки, связанные с их применением, в течение всего срока службы пропорциональны ожидаемым ограничениям данного загрязнителя. Именно это является причиной экономической жизнестойкости данного предложенного метода. Кроме того, при введении в практику каждого метода следует учитывать граничные условия и ограничительные факторы, а также потенциальные эффекты взаимодействия и другие преимущества и недостатки применительно к другим природоохранным целям. То или иное решение относительно применения НИМ может заключаться в определенном сочетании нескольких отдельных методов. К тому же вероятность того, что тот или иной метод будет отнесен к категории НИМ, повышается в том случае, когда он позволяет ограничить выбросы не одного загрязнителя, а двух или более.

5. Определение НИМ, используемого для ограничения выбросов из мобильных источников, разработано по образцу соответствующего определения для стационарных источников (см. ECE/EB.AIR/117). В целях сохранения логической последовательности в настоящем руководящем документе не делается попытки предложить какое-либо дополнительное определение НИМ для мобильных источников: в нем устанавливаются лишь те критерии, которые используются для выбора того или иного НИМ в случае мобильных источников. Исходя из этого метод, который относится к категории НИМ для мобильных источников, определяется следующим образом:

а) обеспечивает измеримые уровни сокращения выбросов в реальных условиях по сравнению с соответствующей исходной технологией с учетом издержек, которые пропорциональны достигнутым уровням сокращения;

b) технически осуществим и подтвержден на практике в качестве метода, который фактически применяется в широких масштабах в реальных условиях;

c) масштабы любых экологических или иных побочных эффектов вследствие его применения гораздо меньше по сравнению с преимуществами, которые он дает в результате сокращения выбросов загрязнителя(ей), ради которого он был внедрен в практику.

6. Мобильные источники, включая случаи применения вне дорог, включают разнообразные типы транспортных средств и механизмов, изготовленных на основе различных концепций и эксплуатируемых в различных режимах и в самых разных условиях окружающей среды. Как следствие, использованные технологии и итоговые уровни выбросов могут существенно различаться в зависимости от категорий и видов применения. В настоящем документе сделанные рекомендации приводятся в разбивке по категориям рассматриваемых транспортных средств или видов техники и по видам НИМ, применимым к более новым и более старым типам. Это позволяет объяснить различия в структуре парка транспортных средств и находящихся в эксплуатации мобильных видов техники, которые встречаются среди Сторон Конвенции. Применимость НИМ может в значительной степени зависеть от конкретных экономических, экологических и/или технических обстоятельств, сложившихся в данной стране.

7. Рекомендации в настоящем документе следует рассматривать в качестве общего руководства по выбору возможных методов ограничения выбросов применительно к различным категориям источников выбросов из мобильных источников. Настоящий документ не претендует на то, что он содержит исчерпывающий перечень всех возможных методов. В некоторых конкретных местных условиях в качестве столь же эффективных возможных НИМ могут считаться и другие методы. По этой причине в данном документе по каждому НИМ указывается целый ряд ограничительных условий. В конкретных случаях могут быть и дополнительные ограничительные факторы технического, финансового и/или инфраструктурного характера.

II. Охват

8. В настоящем документе рассматриваются выбросы тех загрязнителей, которые регулируются Гётеборгским протоколом, в первую очередь окислы азота (NO_x), летучие органические соединения (ЛОС) и дисперсные частицы (PM). Мобильные источники рассматриваются здесь в качестве основных категорий, на которые приходится все эти загрязнители. Значительная доля выбросов PM из мобильных источников приходится на сажистый углерод (СУ). По этой причине рассмотренные здесь методы ограничения выбросов PM также относятся и к выбросам СУ.

9. Другие загрязнители, которые рассматриваются в Гётеборгском протоколе, включают окислы серы (SO_x), аммиак (NH_3) и другие прекурсоры озона, такие как монооксид углерода (CO) и метан (CH_4). Эти загрязнители рассматриваются здесь только в том случае, когда это считается уместным.

10. В большинстве случаев транспортные средства, суда и другое оборудование работают на дизельном топливе или бензине. В настоящем руководящем документе предлагается разделять НИМ по виду топлива, проводя при этом надлежащее различие между новыми транспортными средствами и существующим парком. В нем рассматриваются как выбросы отработавших газов, так и выбросы, не относящиеся к этой категории (в результате испарения, износа компонентов) и включаются технические и нетехнические меры. Технические меры вклю-

чают силовой привод, переход на другой вид топлива и технологии последующей обработки отработавших газов. В нижеследующей таблице кратко излагаются основные категории мобильных источников, рассматриваемые в настоящем документе с точки зрения методов ограничения выбросов.

Таблица 1

Основные категории рассматриваемых мобильных источников

Дорожные транспортные средства	<p>Двигатели с искровым зажиганием</p> <ul style="list-style-type: none"> • Мопеды и мотоциклы • Транспортные средства малой грузоподъемности (легковые автомобили, легкие коммерческие транспортные средства) <p>Двигатели с воспламенением от сжатия</p> <ul style="list-style-type: none"> • Транспортные средства малой грузоподъемности (легковые автомобили, легкие коммерческие транспортные средства) • Транспортные средства большой грузоподъемности (грузовики, автобусы)
Внедорожная мобильная техника (ВМТ)	<p>Двигатели с искровым зажиганием</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручное и неручное оборудование (бытовая, садовая, сельскохозяйственная и лесозаготовительная техника) <p>Двигатели с воспламенением от сжатия</p> <ul style="list-style-type: none"> • Промышленная, строительная, сельскохозяйственная и лесозаготовительная техника/тракторы • Автомотрисы, локомотивы
Внутреннее судоходство	<ul style="list-style-type: none"> • Двигатели с воспламенением от сжатия (пассажирские суда, грузовые суда)

11. *Мобильные источники, не включенные в Гётеборгский протокол:* Приложение VIII к Гётеборгскому протоколу не включает выбросы из следующих мобильных источников: воздушные суда, морские суда (каботажные и дальнего плавания) и (электрические) трамваи, метро и троллейбусы. Вместе с тем выбросы из этих источников либо включены в национальные кадастры в рамках Конвенции (на стадии посадки и взлета воздушного судна (ПО) и внутреннее судоходство), либо рассматриваются на предмет того, каким образом их включить в эти кадастры (международное судоходство). Что касается трамваев, метро и троллейбусов, то, хотя они и не производят выбросов, связанных со сжиганием топлива, они, тем не менее, являются источником выбросов тяжелых металлов вследствие износа их компонентов, и в частности искрения в силовых линиях. По этим причинам все эти мобильные источники также кратко рассматриваются в данном руководящем документе.

III. Процессы выбросов и их вклад в загрязнение

12. Мобильные источники выбрасывают загрязняющие вещества в качестве продукта сгорания топлива в их двигателях. Ограничить эти выбросы можно за счет улучшения параметров двигателя в части эффективности сгорания и контроля за свойствами топлива. Дополнительное сокращение можно обеспечить с

помощью устройств последующей обработки в системе выбросов отработавших газов. Что касается наиболее распространенных источников выбросов, не связанных со сжиганием топлива, то к ним относятся РМ, образующиеся в результате износа соответствующих компонентов (шин, тормозов), и испарение бензина из топливных баков дорожных транспортных средств. Этот вид выбросов также рассматривается в данном документе.

13. В общем объеме выбросов в различных частях региона ЕЭК на мобильные источники приходится порядка 40–60% всех выбросов NO_x и около 10–30% всего тонкодисперсного вещества ($\text{PM}_{2,5}$ или $\leq 2,5$ мкм в диаметре) (по данным за 2010 год). Самыми крупными отдельными источниками выбросов являются автомобили и грузовики, работающие на дизельном топливе, за которыми следуют сельскохозяйственные тракторы. В некоторых Сторонах Конвенции существенным источником выбросов являются также дизельные рельсовые и судовые силовые установки. В общем объеме выбросов в различных частях региона ЕЭК на мобильные источники приходится порядка 20% всех выбросов ЛОС (по данным за 2010 год). Самыми крупными отдельными источниками выбросов ЛОС являются транспортные средства малой грузоподъемности, работающие на бензине, включая двухколесные транспортные средства, за которыми следуют различные виды малой техники и сельскохозяйственные машины. В общем объеме выбросов в различных частях региона ЕЭК на наземные мобильные источники приходится менее 1% совокупных выбросов окислов серы (SO_2) и 1–4% совокупных выбросов NH_3 (по данным за 2010 год).

14. По причине существенного вклада мобильных источников в выбросы NO_x и РМ на эти два загрязнителя в настоящем руководящем документе обращается больше всего внимания. Что касается выбросов ЛОС и NH_3 , то они рассматриваются только применительно к тем мобильным источникам, которые вносят значительный вклад в совокупные выбросы этих загрязнителей, или в тех случаях, когда это точно установлено и когда для существенного сокращения этих выбросов можно использовать экономически приемлемые методы. Уровни выбросов обычно повышаются с увеличением сроков эксплуатации, поскольку эффективность ограничения выбросов со временем снижается. Кроме того, причиной снижения эффективности ограничения выбросов могут являться неисправности, обусловленные неправильной эксплуатацией, старением или стохастическими ошибками.

IV. Наилучшие имеющиеся методы ограничения выбросов из мобильных источников

15. В настоящем разделе содержатся рекомендации по сокращению выбросов в разбивке на категории мобильных источников на основе оценки возможных НИМ. По каждой категории предлагаемые меры разделяются на те, которые применимы к новым транспортным средствам/двигателям, к транспортным средствам/двигателям, находящимся в эксплуатации (существующий парк), и к будущим транспортным средствам/двигателям (перспективным или оснаждающим новым технологиям). Общие вопросы оценки и выбора НИМ, относящихся к мобильным источникам всех категорий, включают: i) (ограничение на) применимость того или иного метода к новым или существующим транспортным средствам/двигателям; ii) экологические преимущества и издержки (расходы по модификации/изготовлению), iii) вопросы реализации на практике; и iv) побочные экологические последствия, синергический эффект и преимущества и недостатки (воздействие на потребление топлива, выброс нерегулируемых загрязнителей и т.д.). В целом методы, которые применяют изготовители в целях соблюдения

самых последних стандартов, рассматриваются в качестве НИМ в случае тех типов транспортных средств и техники, которые производятся в настоящее время (и которые считаются в качестве новых). В процессе оценки особенно важное значение придается тем ограничениям в плане применимости и использования на практике, которые обусловлены техническими барьерами, потребностями в инфраструктуре, условиями окружающей среды, техническими спецификациями на топливо, требованиями к техническому обслуживанию и т.п.

A. Мопеды и мотоциклы

16. Мопеды и мотоциклы, работающие на бензине, традиционно считаются значительными источниками загрязнения ЛОС и СО. В частности, мопеды и мотоциклы в прошлом оснащались главным образом двухтактными двигателями, которые были хорошо известными источниками выбросов несгоревших углеводородов и, по этой причине, – дисперсных частиц, которые уходили в атмосферу в результате продувки цилиндров. Вклад этих транспортных средств в загрязнение городского атмосферного воздуха со временем увеличивается, в особенности в плотно заселенных (урбанизированных) зонах нашей планеты, в которых в качестве основного средства передвижения используются мопеды и мотоциклы.

1. НИМ применительно к новым транспортным средствам (типичные виды ограничения выбросов отработавших газов и выбросов в результате испарения топлива)

17. В случае новых транспортных средств в качестве НИМ считаются технологии, используемые в целях соблюдения предельных значений выбросов, установленных в самое последнее время; они строятся главным образом на системе распределенного впрыска, принципе стехиометрического горения (т.е. регулируемого кислородным датчиком) и на последующей каталитической обработке отработавших газов. Технология каталитической нейтрализации варьируется от относительно простых по своей конструкции окислительных катализаторов (например, на мопедах и маломощных мотоциклах) до сложных трехкомпонентных катализаторов с обратной связью для регулирования соотношения компонентов горючей смеси (на самых мощных четырехтактных двигателях). В этих случаях технология ограничения выбросов по своей концепции похожа на технологию, используемую на легковых автомобилях с бензиновым двигателем.

18. Зачастую процесс сжигания топлива на мопедах и некоторых мотоциклах (главным образом, менее мощных) регулируется в сторону незначительного обогащения смеси с целью повысить эффективность и динамичность. В этих случаях впуск вторичного воздуха производится во впускной канал до того, как отработавшие газы поступят в катализатор. Эта общая смесь может быть не стехиометрической, однако катализатор эффективно снижает уровень СО и НС, а NO_x удаляется в цилиндре за счет обогащенной смеси. В зависимости от катализатора и регулировки двигателя уровень содержания NO_x можно в какой-то мере снизить в канале выпуска отработавших газов.

19. *Двухтактные двигатели:* Хотя в последнее время проявляется тенденция к постепенному отказу от двухтактных двигателей в силу проблем с выбросами ЛОС, все же этот тип двигателей производят до сих пор. Для того чтобы соблюсти новые предельные уровни выбросов, необходимо вложить существенные средства в систему ограничения выбросов. Это предполагает необходимость непосредственного регулирования впрыска топлива в цилиндр для точного замера количества и регулирования момента зажигания, впуска вторичного воздуха в канал выпуска отработавших газов и окислительного катализатора для ограниче-

ния выбросов HC и во вторую очередь CO, в то время как NO_x необходимо ограничивать в первую очередь с помощью соответствующих мер калибровки системы сжигания. Новые компоненты и устройства регулировки всего комплекса означают, что двухтактные двигатели теряют свои преимущества с точки зрения простоты, стоимости и соотношения между мощностью и массой по сравнению с четырехтактными двигателями.

20. *Ограничение испарения топлива:* Система ограничения испарения топлива на мотоциклах состоит из угольных фильтров, подсоединенных к топливной системе. Для этого также используются фильтры с низкой степенью проницаемости, как это делается на легковых автомобилях. Принцип ограничения испарения применим только к более мощным типам транспортных средств, однако, как ожидается, он может быть в будущем использован на всех типах транспортных средств.

2. НИМ применительно к существующему парку (транспортные средства, находящиеся в эксплуатации)

21. Существующий парк мопедов и мотоциклов – хороший пример возможного применения мер по ограничению выбросов, прежде всего в случае старых двухтактных двигателей и транспортных средств, не оснащенных системой последующей обработки отработавших газов. Вместе с тем двигатели с малым объемом цилиндров, устанавливаемые на большинстве используемых в настоящее время транспортных средств, усложняют решение проблем, связанных с ограничением выбросов, что обусловлено ограниченным пространством и простотой конструктивных параметров этого технического класса двигателей. Как следствие, в случае транспортных средств, не оснащенных системой последующего ограничения выбросов, их модификацию с установкой каталитического нейтрализатора, как правило, рекомендовать в качестве НИМ нельзя. Единственный вариант, который можно было бы рассмотреть в качестве одной из эффективных мер для существующего парка более старых транспортных средств, состоит в их изъятии из эксплуатации; такие меры, т.е. ускоренные схемы их замены за счет соответствующих финансовых стимулов, безусловно представляют собой наиболее эффективный подход к снижению уровня загрязнения воздуха в городах. Что касается мотоциклов, изготовленных с применением более современных технологий (парк более новых транспортных средств), которые, возможно, уже оборудованы катализатором, то в качестве вариантов НИМ предлагается использовать следующие методы.

22. *Техническое обслуживание системы ограничения выбросов:* Неисправности и сбои в работе систем ограничения выбросов можно выявить с помощью различных схем контроля и технического обслуживания. В этой связи рекомендуется программа, предусматривающая ежегодный контроль всех двухколесных транспортных средств, которая должна предусматривать измерение уровня выбросов данным транспортным средством и ремонт в случае превышения установленных уровней.

23. *Хорошее качество топлива и смазочного масла:* Снижение активности катализатора может быть обусловлено примесями, содержащимися в топливе и смазочных маслах. В случае двухтактных двигателей добавка в цилиндр смазочного масла лишь усугубляет эту проблему. Поэтому в качестве НИМ для существующих типов транспортных средств можно было бы предусмотреть обязательное использование масел, рекомендуемых изготовителем, вместо дешевых заменителей, а также замена смазочного масла через рекомендуемые интервалы времени.

3. Оценка альтернативных видов топлива, которые можно рассмотреть в качестве заменителя бензина на двухколесных транспортных средствах

24. Использование альтернативных видов топлива (например, сжиженного нефтяного газа (СНГ), компримированного природного газа (КПГ) без дальнейшей (последующей) обработки выбросов отработавших газов) не позволяет обеспечить существенное улучшение с точки зрения качества воздуха (более подробный анализ см. транспортные средства, работающие на бензине). Кроме того, в настоящее время мотоциклам присущи существенные ограничения с точки зрения безопасности и места для хранения таких видов топлива. По этой причине альтернативные виды топлива для замены бензина на мопедах и мотоциклах, как правило, в настоящее время рассматривать в качестве НИМ нельзя.

4. Будущие типы транспортных средств

25. *Транспортные средства, работающие на бензине:* Стандарты Евро-4 (2016/2017 годы) и Евро-5 (2020 год) уже устанавливают весьма строгие целевые показатели, предполагающие необходимость использования передовых технологий ограничения выбросов. Что касается конкретно мотоциклов, то, как ожидается, они будут оснащаться трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами и системой стехиометрического сжигания топлива, а на мопедах необходимо будет использовать более мощные катализаторы и более совершенные методы доводки двигателей. Существенные технические прорывы, например повышение качества и соответствующая компоновка всей системы (стехиометрическое сжигание с использованием трехкомпонентного катализатора (ТКК)), потребуются, как предполагается, прежде всего в случае стандарта Евро-5. Одним из ограничительных факторов в случае небольших транспортных средств, т.е. мопедов, может оказаться стоимость и ограниченность пространства, поскольку на ТКК потребуется установить систему ограничения выбросов с обратной связью, а также расположить катализатор рядом с выпускным отверстием двигателя (или каналом двухступенчатого отвода отработавших газов) для быстрого запуска двигателя, вдвоенные кислородные датчики для проверки ресурсных параметров устройств ограничения выбросов и т.д. Весь этот комплекс мер должен, как ожидается, привести к существенному повышению цены мопедов; все это на фоне тенденции к замене двухтактных двигателей четырехтактными приведет, как можно предположить, к необходимости изготовления гораздо более конкурентоспособных и более мощных транспортных средств с точки зрения соотношения цены и качества. Кроме того, строгие стандарты должны, как ожидается, еще больше ускорить процесс изъятия из эксплуатации двухтактных двигателей.

26. *Транспортные средства на электрической тяге:* Электрические двухколесные транспортные средства обладают потенциальным преимуществом в том плане, что они позволяют существенно повысить качество воздуха, и начали в последнее время приобретать популярность на некоторых рынках. Вместе с тем при этом необходимо решить проблемы с весом и ограниченностью доступного пространства. В любом случае в будущем, когда эта технология усовершенствуется и стоимость аккумуляторов станет конкурентоспособной и все это приведет к снижению веса этих транспортных средств при сохранении того же диапазона требований к их управлению, следует ожидать, что электромопеды/мотоциклы получат более широкое распространение. Электрификация обладает реальным потенциалом в будущем в качестве НИМ для мопедов и мотоциклов.

В. Дорожные транспортные средства малой грузоподъемности, оснащенные (бензиновым) двигателем с искровым зажиганием

27. В двигателе с искровым зажиганием (ИЗ) топливо с высоким давлением паров смешивается с воздухом, после чего эта горючая смесь зажигается с помощью запальной свечи для создания силы тяги [17]. Бензиновые двигатели традиционно являлись самой широко распространенной системой тяги для легковых автомобилей, однако они также использовались (в меньшей степени) и на коммерческих транспортных средствах малой грузоподъемности. Транспортные средства, работающие на бензине, вносят существенный вклад в совокупные выбросы ЛОС, хотя в то же время их вклад в загрязнение NO_x и РМ меньше, чем в случае аналогичных транспортных средств с дизельными двигателями.

1. НИМ применительно к новым транспортным средствам (типичные виды ограничения выбросов и испарения топлива)

28. Соблюдение самых последних стандартов на выбросы обеспечивается за счет соответствующих мер ограничения выбросов, которые включают технические параметры двигателя и системы последующей обработки и в случае новых транспортных средств рассматриваются в качестве НИМ. В настоящее время есть две основные концепции сжигания топлива в бензиновых двигателях, которые характеризуются четкими отличиями. Самой распространенной концепцией является так называемая многоточечная система впрыска топлива (МСВП), а второй концепцией – прямой впрыск бензина (ПВБ). В связи с тем что эти концепции обуславливают обособленные (и различные) эксплуатационные показатели, они рассматриваются отдельно.

29. *Двигатели с МСВП:* Для ограничения выбросов двигатели с МСВП подвергаются стехиометрической калибровке в сочетании с ТКК с обратной связью. Как правило, система выпуска отработавших газов включает также на входе кислородный датчик, который позволяет контролировать содержание кислорода в отработавших газах и постоянно регулировать впрыск топлива для приведения режима работы в соответствие с условиями эксплуатации. Для контроля режима накопления кислорода в катализаторе и за счет этого – его реальной эффективности – на выходе используется еще один кислородный датчик. Многолетнее использование этой типичной конфигурации подтверждает ее высокий уровень эффективности и может обеспечить – в случае применения всех сегодняшних традиционных технологий, применяемых на транспортных средствах, – самые низкие уровни выбросов всех регулируемых загрязнителей.

30. *Двигатели с ПВБ:* ПВБ – более новая технология, используемая на двигателях с искровым зажиганием в целях повышения топливной экономичности и выходной мощности посредством прямого впрыска топлива в цилиндр. Сегодня большинство двигателей с ПВБ работают в стехиометрическом режиме во всем диапазоне эксплуатационных условий, однако в некоторых регионах с различной эксплуатационной нагрузкой есть и двигатели, которые сочетают в себе оба режима (сгорание обедненной смеси и стехиометрическое сгорание). Выбросы NO_x из двигателей с ПВБ, работающих в стехиометрическом режиме, ненамного отличаются от выбросов обычными транспортными средствами, оснащенными двигателями с МСВП. Однако двигатели с ПВБ с частичным сгоранием обедненной смеси, как правило, выбрасывают большее количество NO_x по причине наличия кислорода в отработавших газах. Для снижения уровня NO_x в случае этих технологий сжигания обедненной смеси можно использовать уловитель NO_x (U-NO_x). По причине ограниченных возможностей регулировки двигателя и низкой сопротивляемости воздействию серы на сегодняшний день применение такой концепции (сжигание обедненной смеси с использованием U-NO_x) на коммерче-

ских транспортных средствах не получило широкого распространения. Транспортные средства, оснащенные системой ПВБ, могут также приводить к увеличению выбросов РМ (и количества частиц (КЧ)). Это явление можно взять под контроль с помощью модификации метода впрыска и совершенствования топливной системы. Если система регулировки двигателя сама по себе окажется недостаточной, то в этом случае можно использовать бензиновый фильтр для осаждения дисперсных частиц (БФДЧ), который также является эффективным методом ограничения выбросов дисперсного вещества, поскольку он обладает высокой фильтрационной способностью в диапазоне всех режимов работы двигателя и изменения окружающих условий.

31. *Ограничение испарения топлива:* Неметановые фракции ЛОС, которые образуются в топливной системе транспортного средства (выбросы в результате испарения), возникают вследствие летучести топлива в сочетании с колебаниями температуры окружающей среды и изменениями температуры в топливной системе транспортного средства. Необходимым компонентом устранения выбросов в результате испарения является фильтр с активированным углем, который используется для улавливания паров в канале продувки топливного бака. Для ограничения выбросов в результате испарения также используются баки с низкой проницаемостью. Они позволяют снизить уровень проницаемости пластиковых материалов и полимеров для бензина в жидком или парообразном состоянии.

2. НИМ применительно к существующему парку (транспортные средства, находящиеся в эксплуатации)

32. Большинство транспортных средств малой грузоподъемности, работающих на бензине (ТМГ), которые эксплуатируются сегодня на дорогах в странах Западной Европы и Северной Америке, уже оснащены ТКК. В целом считается, что для транспортного средства с ТКК, которое проходит нормальное техническое обслуживание, характерен низкий уровень загрязнения, хотя некоторые исключения могут существовать в силу неблагоприятных условий эксплуатации, например экстремальных температур. По этой причине акцент в выборе НИМ для таких транспортных средств может заключаться в поддержании его технических и эксплуатационных характеристик на надлежащем уровне. В регионах, где до сих пор эксплуатируется значительная доля транспортных средств, не оснащенных катализатором, наиболее эффективным способом снижения уровня загрязнения воздуха могло бы явиться проведение целенаправленной работы по их изъятию из эксплуатации. Опыт показывает, что ускоренные схемы замены, подкрепленные действенными финансовыми стимулами, являются весьма эффективным методом недопущения этих устаревших транспортных средств для их использования на дорогах [13] [19] [20]. Для транспортных средств, оснащенных ТКК, которые используются на дорогах, предлагаются два метода.

33. *Техническое обслуживание системы ограничения выбросов:* Эффективность ограничения выбросов катализатором с течением времени может резко снижаться по целому ряду причин. Неисправности и сбои в работе системы ограничения выбросов можно определить путем использования соответствующих схем проверки технического обслуживания. Весьма эффективным методом, позволяющим выявить источники с высоким уровнем выбросов, может быть дистанционное зондирование выбросов в сочетании с идентификацией регистрационных знаков. Для того чтобы система привычных упрощенных испытаний была более эффективной, эту систему необходимо укрепить (например, с замером уровня NO_x). И наконец, в случае транспортных средств, изготовленных с применением более современных методов, можно было бы использовать дополнительный вариант – методы идентификации соответствующих сбоев в работе с помощью системы бортовой диагностики (БД). После выявления неисправности можно предусмотреть

реть, в частности, замену соответствующего компонента (например, катализатора), повторную калибровку или очистку (например, инжекторов). Замена старых катализаторов, выявленных в ходе проверки, должна, как ожидается, оказать существенное воздействие не только на три основных загрязнителя (CO , ЛОС и NO_x), но и весьма позитивный эффект на выбросы NH_3 , поскольку устаревшие катализаторы преимущественно снижают содержание NO_x , что сопровождается выбросом NH_3 , а не газообразного азота (N_2).

34. *Ограничение испарения топлива:* В целях ограничения испарения топлива в качестве НИМ можно было бы рассмотреть вариант модификации фильтров с активированным углем и использования топливных баков с низким уровнем проницаемости, хотя это сопряжено с некоторыми техническими трудностями. Кроме того, поскольку никаких методов проверки эффективности фильтра и никакого графика его технического обслуживания и замены, установленного изготовителем, не существует, одним из весьма эффективных способов мог бы явиться вариант разработки и включения таких проверок в регулярные программы контроля. В случае более старых типов транспортных средств в качестве НИМ можно рассмотреть вариант замены фильтра.

3. Оценка альтернативных видов топлива, которые можно рассмотреть в качестве заменителя бензина на ТМГ

35. Альтернативные виды топлива, которые предлагаются для транспортных средств с искровым зажиганием, такие как природный газ, сжиженный нефтяной газ и биоспирты, зачастую рекламируются как «чистые» альтернативы обычным видам топлива. Сравнение альтернативных видов топлива с бензином в большинстве случаев показывает ограниченные преимущества их использования с точки зрения выбросов, или не показывает вообще [18]. В некоторых случаях альтернативное топливо может привести к снижению уровня выбросов какого-либо конкретного загрязнителя, но с другой стороны есть вероятность и того, что это приведет к увеличению других токсичных, но нерегулируемых загрязнителей. Кроме того, модификация существующих транспортных средств для работы на альтернативных видах топлива может быть сопряжена с вероятностью повышения уровней выбросов в силу зачастую ограниченной технической проработки методов модификации и отсутствия эффективных механизмов проверки качества произведенной модификации и обусловленного ею уровня выбросов в реальных условиях. По этой причине использование на дорожных транспортных средствах альтернативных видов топлива для замены бензина, как правило, нельзя рассматривать в качестве НИМ применительно к регулируемым загрязнителям. Это в принципе означает, что сокращение выбросов за счет этих видов топлива можно также обеспечить за счет совершенствования системы сжигания бензина и последующей обработки отработавших газов. Текущие научные изыскания и нормотворческая работа по вопросам производства и более широкого применения альтернативных видов топлива обусловлены главным образом соображениями обеспеченности ресурсами (природный газ) и потребностью в снижении уровня выбросов парниковых газов (ПН) транспортными средствами. В любом случае замена топлива на транспортных средствах с искровым зажиганием предполагает необходимость изучения изменений в характере выбросов как регулируемых, так и не регулируемых загрязнителей, а также возможности проверки модифицированных транспортных средств на эффективность сокращения выбросов в реальных условиях.

4. Будущие типы транспортных средств

36. *Транспортные средства, работающие на бензине:* Основным компонентом ограничения выбросов в будущем останется ТКК. Современные ТКК спроектированы и производятся с более эффективным каталитическим покрытием и химическим составом в условиях параллельного повышения степени калибровки двигателей. Наиболее значительные изменения ожидаются в случае транспортных средств с ПВБ в связи с предстоящим введением в действие более строгих предельных величин КЧ, установленных стандартом Евро-6с, который, как предполагается, будет предусматривать необходимость использования на некоторых типах транспортных средств БФДЧ (возможно, в сочетании с ТКК). Для соблюдения предельных значений РМ и КЧ на транспортных средствах с ПВБ, предусмотренных стандартом Евро-6с, могут быть также изменены конструктивные параметры двигателя, например, использование системы распределенного многоточечного впрыска топлива под высоким давлением в сочетании с современными пьезоэлектрическими инжекторами. Что касается ограничения NO_x , то в этом случае может использоваться стехиометрический режим сгорания в сочетании с ТКК или режим сгорания обедненной смеси в сочетании с U-NO_x . В дополнение к более строгому ограничению выбросов отработавших газов, будущие транспортные средства с бензиновым двигателем должны будут также соответствовать более строгим нормам в части выбросов в результате испарения, как это предусматривается осуществляемым в настоящее время пересмотром европейского законодательства [10]. Этот пересмотр имеет целью усовершенствовать систему контроля за выбросами в результате испарения.

37. *Гибридные и электрические транспортные средства:* Гибридные транспортные средства, работающие на бензине, имеют, главным образом, целью снизить уровень расхода топлива и выбросов ПГ, однако исследования показывают, что некоторые из них могут также обеспечить существенное сокращение выбросов загрязнителей воздуха. Они начинают пользоваться очень большой популярностью на некоторых рынках сбыта в регионе ЕЭК. Электромобили на аккумуляторах и на топливных элементах также представляют собой транспортные средства, которые изготовлены с применением самых современных технологий и обладают потенциальными возможностями обеспечить в будущем значительное сокращение выбросов ПГ и загрязнителей атмосферы. В настоящее время все эти концепции проникают на рынок в различной (небольшой) степени [12] в зависимости от их концепции, что обусловлено различными недостатками (техническими, экономическими и инфраструктурными). Что касается конкретно электромобилей, то их широкое распространение в реальных условиях нашего мира может произойти только в том случае, если повысится конкурентоспособность аккумуляторов в части технических параметров и стоимости и если будут устранены недостатки, препятствующие распространению водородных тяговых систем (безопасное, рентабельное и экологически чистое производство и распределение водорода).

С. Дорожные транспортные средства малой грузоподъемности, оснащенные (дизельным) двигателем с воспламенением от сжатия

38. В двигателе с воспламенением от сжатия топливо самовозгорается после повышения давления и температуры в камере сгорания в результате давления [17]. Двигатели с воспламенением от сжатия (ВС), используемые в дорожных транспортных средствах, работают главным образом на дизельном топливе и, как правило, выбрасывают большое количество NO_x и РМ. Последние включают большую долю СУ и ассоциируются с повышенным уровнем выбросов КЧ.

1. НИМ применительно к новым транспортным средствам (типичные виды ограничения выбросов)

39. С точки зрения параметров двигателя типичный дизельный двигатель на новом транспортном средстве оборудован многоимпульсной общей магистралью прямого впрыска, группой клапанов в головках цилиндров и системой рециркуляции отработавших газов (РОГ). Метод последующей обработки NO_x в целях ограничения выбросов может быть разным на разных моделях и варьироваться следующим образом: i) ограничение выбросов NO_x за счет только собственного оборудования двигателя (последующая обработка NO_x отсутствует); ii) использование уловителя NO_x ; и iii) селективное каталитическое восстановление с впрыскиванием в магистраль отработавших газов мочевины. Для ограничения РМ и КЧ до установленных нормативных предельных уровней используется дизельный сажевый фильтр (ДСФ).

40. Следует отметить, что до первого поколения транспортных средств, которые отвечают стандарту Евро-6, введенному в действие в 2014 году, реальные выбросы NO_x в значительной мере превышали, по имеющимся сообщениям, соответствующие предельные уровни выбросов. Условия эксплуатации охватывают гораздо более широкий диапазон режимов работы по сравнению с ездовым циклом, который используется для целей официального утверждения. Ограничение выбросов в таких условиях, которые выходят за рамки цикла испытаний, оказывается менее строгим, что дает определенные преимущества в плане экономии топлива. Для того чтобы снизить выбросы NO_x в пределах более широкого диапазона режимов работы, калибровку системы двигателя и последующей обработки отработавших газов необходимо изменить. В частности, график РОГ следует расширить в части скорости вращения и нагрузки двигателя и/или увеличить впрыск мочевины в системы СКВ. И наконец, может потребоваться более точное регулирование температурного режима, с тем чтобы устройства последующей обработки могли быстрее выйти на оптимальный режим работы после запуска двигателя. Соответствующие испытания показали, что сочетание мер по регулировке двигателя, РОГ и СКВ может обеспечить реальное отражение уровней выбросов NO_x , которые удовлетворяют требованиям стандарта Евро-6 в пределах широкого диапазона режима работы.

2. НИМ применительно к существующему парку (транспортные средства, находящиеся в эксплуатации)

41. Существующий парк дизельных ТМГ – хороший пример возможного применения мер по ограничению выбросов, в частности NO_x , поскольку в реальных условиях эксплуатации эти транспортные средства, как показала практика, существенно превышают установленные для них соответствующие предельные значения, предусмотренные для официального утверждения, [2] [9]. Это – результат регулировки систем ограничения выбросов таким образом, чтобы они обеспечивали сокращение выбросов только в диапазоне тех режимов работы, которые предусмотрены характерными ездовыми циклами, предусмотренными процедурой официального утверждения.

42. Вместе с тем варианты ограничения выбросов такими транспортными средствами, в частности парком более старых транспортных средств, в целом ограничены. Модификация систем ограничения выбросов (например, СКВ) сопряжена с техническими трудностями и ограниченностью доступного пространства, что затрудняет их широкое применение на практике (например, в форме программы модификации в городских условиях). Что касается транспортных средств, изготовленных с применением более современных технологий (парк более новых транспортных средств), то некоторые имеющиеся на сегодняшний день техноло-

гии ограничения выбросов обладают действительным потенциалом существенного сокращения выбросов даже в условиях реальных режимов эксплуатации, если их надлежащим образом откалибровать/переналадить в целях улучшения их работы. Что касается возможности использования альтернативных видов топлива для замены дизельного топлива, то реальное (но все же умеренное) сокращение выбросов можно обеспечить с помощью возобновляемого дизельного топлива. Хотя теоретически некоторую степень ограничения выбросов можно обеспечить с помощью других видов топлива (например, с помощью природного газа), тем не менее их нельзя рекомендовать для широкого использования на существующих транспортных средствах по причине требуемой в этом случае чрезмерной модификации и различных ограничительных факторов (технических, экономических и других) или низкой эффективности сокращения выбросов (биодизельное топливо).

43. Следствием вышеупомянутого анализа является то, что набор мер по снижению уровня выбросов такими транспортными средствами ограничивается нижеследующими нетехническими мерами.

44. *Ограничения на доступ и/или полное изъятие из эксплуатации на дорогах:* Ограничение доступа дизельных ТМГ к городским центрам и обязательное введение в практику городских зон может обеспечить существенные преимущества в плане охраны окружающей среды. В тех регионах, в которых на общий автопарк приходится значительная доля дизельных автомобилей, самым эффективным методом снижения уровня загрязнения атмосферы городов явилось бы, безусловно, изъятие этих транспортных средств из эксплуатации. Опыт показывает, что ускоренные схемы замены, подкрепленные действенными финансовыми стимулами, весьма эффективны в деле изъятия конкретных типов транспортных средств из эксплуатации и их замены более чистыми транспортными средствами. В случае дизельных ТМГ такие меры могли бы способствовать замене дизельных транспортных средств транспортными средствами, работающими на бензине, природном газе или на других более чистых видах топлива.

45. *Инспекция и техническое обслуживание:* Нынешняя система периодических проверок обычно не включает проверку на NO_x и недостаточно надежна в плане обнаружения вышедшего из строя ДСФ. По этой причине ее необходимо совершенствовать и впредь в этом направлении. Надежным средством в этом отношении могли бы быть, как представляется, БД-системы, оснащенные функцией идентификации. Вместе с тем на данный момент они могут в лучшем случае использоваться для контроля РМ; до тех пор пока выбросы NO_x в реальных условиях управления будут оставаться на высоком уровне в силу конструктивных особенностей, БД-системы будут не в состоянии выявить сбой в работе.

3. Будущие типы транспортных средств

46. *Типичная система ограничения выбросов дизельными транспортными средствами:* Базовая система ограничения выбросов на будущих ТМГ с дизельным двигателем должна, как ожидается, сочетать в себе РОГ, дизельный окислительный каталитический нейтрализатор (ДОКН), СКВ (или У- NO_x для менее мощных транспортных средств) и ДСФ. Как ожидается, проверка выбросов NO_x дизельными двигателями в реальных условиях управления (ВДР) будет предполагать необходимость в новой калибровке и в новой концепции ограничения выбросов на уровне всей системы; контроль за эффективностью работы различных компонентов с помощью БД-системы будет гарантировать эффективную и длительную работоспособность всей системы в целом. Хотя в правилах, касающихся легковых автомобилей, которые должны удовлетворять требованиям стандарта Евро-6, никаких положений, регламентирующих ограничение проскока аммиака,

пока еще не предусмотрено (что уже сделано в случае транспортных средств большой грузоподъемности (ТБГ)), тем не менее можно утверждать, что в целях предотвращения проскока аммиака в случае использования СКВ нужен именно катализатор нейтрализации проскока аммиака (после катализатора СКВ). Это может предполагать необходимость дополнительного уточнения правил.

47. *Альтернативные виды топлива и системы тяги:* В будущем для замены дизельного топлива можно использовать КПГ не только по той причине, что он может обеспечить сокращение выбросов, но и потому что он рассматривается как компонент, позволяющий диверсифицировать структуру потребления энергоресурсов и, как следствие, снизить зависимость от нефти. В настоящее время изучается второе поколение биотоплив, однако имеющейся на сегодня информации, которая могла бы подтвердить, что эти виды топлива могут обеспечить преимущества в плане выбросов, помимо снижения уровня выделения ПГ, пока еще немного. Что касается гибридных транспортных средств, работающих на дизельном топливе, то их рыночный потенциал выглядит обнадеживающим.

D. Дорожные транспортные средства большой грузоподъемности, оснащенные (дизельным) двигателем с воспламенением от сжатия

48. По аналогии с ТМГ, двигатели с воспламенением от сжатия, устанавливаемые на ТБГ, работают до настоящего времени главным образом на дизельном топливе и, как правило, выбрасывают много NO_x и РМ. Кроме того, выбросы картерных газов также вносят свой вклад в выбросы ЛОС и РМ.

1. НИМ применительно к новым транспортным средствам (типичные виды ограничения выбросов)

49. Соблюдение самых последних стандартов, регламентирующих выбросы, обеспечивается с помощью соответствующих мер по их ограничению, которые включают технические меры на уровне как двигателя, так и системы последующей обработки, и которые рассматриваются – в случае новых типов транспортных средств – в качестве НИМ. Основные меры, которые принимаются на уровне двигателя, включают рециркуляцию отработавших газов (РОГ), впрыск под высоким давлением с точной регулировкой момента впрыска и оптимальные процессы воздухообмена. Что касается последующей обработки, то она представляет собой сочетание ДОКН для ограничения выбросов CO/HC , СКВ для ограничения выбросов NO_x , ДСФ для ограничения РМ и катализатор нейтрализации проскока аммиака (КПА) в целях нейтрализации избыточных выбросов NH_3 в результате СКВ. Оба стандарта – Евро-6 в Европейском союзе и US2010 в Соединенных Штатах Америки – предусматривают такие меры по ограничению выбросов в целях их регулирования в диапазоне предельных уровней для ТБГ.

2. НИМ применительно к существующему парку (транспортные средства, находящиеся в эксплуатации)

50. Существующий парк ТБГ – хороший пример возможного применения мер по ограничению выбросов. Что касается прежде всего транспортных средств, которые находятся в распоряжении государственных органов или относятся к категории ведомственных автопарков (городские автобусы, грузовые автомобили для сбора мусора и отходов), то в их случае можно принять такие меры, как модификация и переход на другой вид топлива. Для существующих ТБГ можно рассмотреть следующие рекомендуемые НИМ.

51. *Модификация систем СКВ и ПВБ:* Модификация устройств последующей обработки отработавших газов – дорогостоящий метод, который может обеспечить значительные экологические преимущества. Наиболее доступными методами ограничения выбросов из существующих ТБГ являются, судя по всему, прежде всего СКВ (для NO_x) и ДСФ (для РМ). Системы СКВ и ДСФ можно использовать на практике вместе, с тем чтобы добиться совместного положительного эффекта в плане сокращения NO_x и РМ, что может дать преимущества в части расходов (по сравнению с их использованием в отдельности). Некоторые примеры в тех или иных странах подтверждают успешные случаи модификации систем ограничения NO_x и РМ как на грузовиках, используемых для перевозок на дальние расстояния, так и на городских автобусах.

52. *Другие виды модификации:* ДОКН можно использовать в сочетании с ДСФ и СКВ. В виде отдельного случая модификации его можно рассматривать в качестве НИМ прежде всего в крупных масштабах, поскольку по сравнению с ДСФ он более устойчив к воздействию серы, и в тех случаях, когда другие технические факторы (например, возможность регенерации) исключают вариант использования ДСФ. Модификацию системы вентиляции закрытого картера (ВЗК) можно рассматривать в качестве НИМ для ограничения выбросов отработавших газов более старых транспортных средств. Если картер старого дизельного двигателя сообщается непосредственно с атмосферой, то это может привести к увеличению выбросов ЛОС (и РМ) на 25%; поэтому такая модификация системы ВЗК может способствовать общему сокращению выбросов. Систему ВЗК можно использовать в сочетании с ДОКН или ДСФ. С другой стороны система РОГ обладает в этом плане ограниченными возможностями в силу технических трудностей, связанных с ее установкой на существующих двигателях.

53. *Переход на другой вид топлива:* Конверсия и природный газ (наиболее часто в сжатом виде) возможна (например, на городских автобусах), но трудна в реализации в силу технических сложностей (в частности, применительно к резервуарам для хранения) и высоких начальных расходов. Из других возможностей перехода можно отметить только возобновляемое дизельное топливо, которое обеспечивает измеримое, но вместе с тем умеренное сокращение, главным образом РМ. Такие альтернативы, как диметилэфир (ДМЭ) и эмульсированное дизельное топливо, в настоящее время не рекомендуются по целому ряду технических, экономических или других причин, ограничивающих их применение. В частности ДМЭ, судя по всему, может иметь перспективы на будущее, после того как будут решены проблемы с его производством. Первое поколение биодизельного топлива в составе смесей, которые допускаются нынешним законодательством, характеризуется низкой эффективностью сокращения выбросов. Второе поколение биотоплив может характеризоваться более экологическими характеристиками горения, однако это необходимо показать на конкретных видах рыночного топлива.

54. *Гибридизация:* Замена старого ТБГ новым гибридным транспортным средством может обеспечить некоторое сокращение выбросов и дополнительные (существенные) преимущества в плане расхода топлива. Гибридизацию, особенно в случае городских автобусов, можно рассматривать в качестве НИМ. Помимо того что они содействуют общему сокращению выбросов на муниципальном уровне, они также имеют то преимущество, что они позволяют снизить степень воздействия на пассажиров, когда они стоят в очереди на автобусных остановках или когда автобусы отходят от остановок. Основные ограничения гибридных автобусов включают высокую первоначальную стоимость, хотя повышение топливной экономичности может в долгосрочном плане привести к снижению расходов. Кроме того, до сих пор не выяснен вопрос эффективности аккумуляторов

гибридных систем в долгосрочной перспективе. Что касается гибридных грузовиков, то их массовое производство еще не налажено.

3. Будущие типы транспортных средств

55. *Типичная система ограничения выбросов дизельными двигателями:* Базовая система ограничения выбросов на будущих ТБГ с дизельным двигателем должна, как ожидается, сочетать в себе РОГ, ДОКН, СКВ и ДСФ. Дальнейшая оптимизация и контроль за эффективностью работы различных компонентов с помощью БД-системы будет гарантировать эффективную и длительную работоспособность всей системы в целом.

56. *Альтернативные виды топлива и системы тяги:* ДМЭ в качестве заменителя дизельного топлива, судя по всему, имеет перспективы на будущее (в плане эффективного решения проблемы РМ и ограничения выбросов NO_x), однако сначала необходимо будет решить проблемы с его производством и распределением. Для грузовиков, используемых для перевозок на дальние расстояния, в качестве НИМ могут также служить различные иные варианты возобновляемых видов топлива. Что касается использования альтернативных систем тяги, то в этом плане, как следует ожидать, будет, несомненно, проходить процесс более широкой диверсификации, особенно в случае гибридных городских автобусов, возможно, в сочетании с использованием какого-либо альтернативного вида топлива (например, природного газа) с целью обеспечить дополнительное сокращение выбросов. Одним из возможных вариантов могут быть автобусы, работающие полностью на электрической тяге, при условии появления быстродействующих или беспроводных систем зарядки. В настоящее время есть небольшой парк прототипов автобусов на топливных элементах, которые уже эксплуатируются в различных частях мира [4], однако распространение водородных технологий может произойти только в том случае, если производство и распределение водорода станет конкурентоспособным в экономическом отношении. Что касается грузовиков, используемых для перевозок на дальние расстояния, то они вряд ли подходят для широкого применения тех или иных концепций гибридных систем тяги, хотя в случае грузовиков, используемых для сборно-развозочных операций, разработки уже ведутся.

Е. РМ, образующиеся в результате износа и абразивного истирания компонентов дорожных транспортных средств

57. РМ, образующиеся в результате износа и абразивного истирания компонентов, вносят существенный вклад в общий объем выбросов РМ [7]. Связанные с этим меры по повышению качества воздуха должны распространяться как на первичные выбросы (образование нового пылевидного вещества), так и вторичный подъем пыли (уже скопившейся на дороге) в результате движения транспортных средств [3]. Например, подметание улиц дает неоднозначный результат в том что касается повторного подъема пыли; вместе с тем оно никак не решает проблему первичных выбросов.

58. *Меры по сокращению выбросов:* С учетом нынешнего практического опыта и фактических данных можно было бы рассмотреть следующие меры по снижению негативных последствий пыли, которая образуется в результате износа [1]. Они включают: i) минимизацию источников (выравнивание дорожного покрытия и использование измельченного гравия, крупнокускового заполнителя, износостойчивого скалистого грунта, альтернативных дорожных покрытий, и подбор шин (с повышенной износостойчивостью) и ii) минимизацию рассеивания в воздухе (данные экспериментальных испытаний на влажных дорогах с использо-

ванием пылесвязующих материалов пока ограничены) [11]. Кроме того, свести до минимума источники пыли, которая образуется в результате износа, и ее распространение в воздушной среде можно с помощью соответствующих мер по организации дорожного движения, таких как ограничение движения на дорогах, уменьшение доли грузовых автомобилей и снижение скорости движения. Уменьшить износ можно также за счет более плавного торможения (и разгона).

59. *Меры, применимые к тормозам:* Износ тормозов обусловлен принудительным замедлением дорожных транспортных средств, во время которого тормозные накладки подвергаются сильному воздействию тепла в результате трения. Продукты износа тормозов (а также шин) могут содержать токсичные тяжелые металлы. Одна из мер, которую можно было бы предусмотреть в целях сокращения выбросов, состоит в изменении состава тормозных накладок и дисков (например, в случае керамических тормозов уровень выбросов ниже). Кроме того, недавно была разработана система сбора «тормозных» частиц, которая позволяет рекуперировать частицы, образующиеся в результате действия тормозных колодок. На последних моделях транспортных средств получает все более широкое распространение рекуперативная система торможения. В случае этой системы торможение в диапазоне от слабого до умеренного обеспечивается за счет сопротивления генератора, спаренного с колесами. Это позволяет рекуперировать часть кинетической энергии для зарядки аккумулятора транспортного средства и тем самым повысить топливную экономичность. Эта система дает и побочный положительный эффект – уменьшение износа тормозных накладок.

Е. Бензиновые двигатели, используемые на внедорожной технике

60. Бензиновые двигатели, используемые на внедорожной технике, представляют собой весьма неоднородную категорию, в том числе ручное и неручное оборудование (бытовая, садовая, сельскохозяйственная и лесозаготовительная техника) с широкой номенклатурой габаритов и выходной мощности [5] [13]. Основные проблемные загрязнители, выделяемые этой категорией, включают ЛОС и СО [8]. ЛОС выделяются в результате неполного сгорания и потерь в результате продувки, что обусловлено главным образом широким использованием в этой категории двухтактных двигателей. В этой связи есть также проблемы с выбросом РМ в результате работы двигателей этого типа (избыток углеводородов). Это в первую очередь касается тех, кто непосредственно подвергается воздействию отработавших газов, например пользователи.

1. НИМ применительно к новым двигателям (типичные виды ограничения выбросов)

61. Ограничение выбросов в этой категории двигателей менее отработано, нежели в случае бензиновых двигателей, используемых на дорожных транспортных средствах, в силу соответствующих ограничительных факторов, таких как доступное пространство, максимальная рабочая температура, шум и ограниченный полный срок службы. Эти двигатели должны работать под разными углами. По причине их высокой удельной мощности на единицу массы и отсутствия картера для смазочного масла двухтактные двигатели идеально вписываются в эту категорию.

62. Ограничение выбросов здесь сосредоточено главным образом на ограничении потерь в результате продувки. Используемые в этой связи методы включают улучшение процесса сгорания и контроль за обменом смеси для двухтактных двигателей (прямой впрыск, впрыск по принципу волны давления, послонная продувка и т.д.). Это – наиболее распространенные методы, используемые в не-

больших двигателях, которыми оснащается ручная техника, например цепные пилы. Иной метод предусматривает замену двухтактных двигателей четырехтактными, в частности для более крупной наземной техники, например, газонокосилок или уплотнителей. Еще одним хорошим вариантом в некоторых случаях применения может быть замена бензиновых двигателей электрическими (например, в газонокосилках).

63. Сокращение выбросов за счет последующей каталитической обработки отработавших газов используется реже в небольших бензиновых двигателях этой категории (по сравнению с более мощными двигателями, работающими на бензине) и ограничивается целым рядом факторов. Работа двигателей на богатых топливных смесях в целях ограничения температуры отработавших газов снижает эффективность процесса окисления на стадии последующей обработки. Кроме того, окислительные катализаторы могут привести к повышению температуры отработавших газов до неприемлемого с точки зрения удобства или недопустимого уровня. По этой причине система ограничения выбросов с помощью катализаторов используется только на специальной технике.

2. НИМ применительно к существующему парку (двигатели, находящиеся в эксплуатации)

64. Особый характер и особые практические методы ограничения выбросов бензиновыми двигателями, используемыми на внедорожной технике, предполагают необходимость применения индивидуальных методов, с помощью которых можно было бы попытаться ограничить выбросы существующим парком двигателей. По этой причине для данной конкретной категории двигателей в качестве НИМ предлагаются следующие методы.

65. *Замена:* Техника этой категории может иметь очень короткий срок службы (5–6 лет) и стоить относительно недорого. Поэтому полная замена этих изделий на более новое поколение можно рассматривать в качестве НИМ с учетом того, что новое оборудование будет соответствовать самым последним предельным значениям выбросов.

66. *Смазочное масло хорошего качества:* Использование смазочного масла хорошего качества (одобренного изготовителем) и с небольшими присадками (например, без кальция и серы) – важный момент прежде всего в случае двухтактных двигателей, который может повысить эффективность и долговечность той или иной каталитической системы последующей обработки, которая может на них устанавливаться. Усовершенствованная система смазки – необходимый элемент, обеспечивающий смазку этой техники, работающей в разных положениях (машинки для подрезания живой изгороди, цепные пилы, отрезные машины); поэтому смазочное масло хорошего качества приобретает еще более важное значение независимо от наличия катализатора. По этой причине в качестве НИМ для существующих типов двигателей можно было бы предусмотреть обязательное использование масел, рекомендуемых изготовителем, вместо дешевых заменителей.

67. *Бензин (алкилат) без ароматических соединений:* Выбросы в момент запуска двигателя и в процессе обычной (в прогретом состоянии) работы можно ограничить за счет использования бензина без присадок в виде ароматических соединений, бензола и олефинов. Такое топливо называется «бензин-алкилат» в связи с высоким содержанием парафинов (алкилатов). Кроме того, в целом упрощенная топливная система небольших двигателей является причиной относительно высокого уровня испарения топлива; поэтому использование бензина без присадок в виде ароматических соединений и бензола позволяет ограничить выбросы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), бензола и других токсиче-

ских загрязнителей (в том числе мутагенных), высвобождаемых в результате испарения.

3. Будущие двигатели

68. На новых двигателях, которые спроектированы таким образом, чтобы соблюсти стандарты, предусматривающие очередной этап ограничения выбросов (этап III), можно воспользоваться следующими более современными техническими решениями.

69. *Совершенствование системы сгорания:* Четырехтактные двигатели будут получать дальнейшее распространение, однако при этом ожидается появление и меньших двигателей. Кроме того, начинают появляться и гибридные двигатели, в которых смазка происходит по схеме, похожей на ту, которая присуща двухтактным двигателям (с помощью топливной смеси), а процесс сгорания происходит в четырехтактном режиме, в случае которого процесс сгорания используется для устранения потерь, обусловленных продувкой.

70. *Ограничение испарения топлива:* Потери в результате испарения топлива в значительной мере содействуют совокупному выбросу ЛОС двигателями этой категории. Это обусловлено главным образом в целом упрощенной топливной системой небольших двигателей, которая допускает повышенный уровень испарения топлива. Поэтому одним из НИМ, который дает возможность ограничить выбросы в результате испарения, может служить использование топливных баков и топливопроводов с низким уровнем проницаемости. Хотя метод ограничения этих выбросов разработан и в Соединенных Штатах есть правила, предусматривающие их ограничение, в европейских правилах такие требования пока еще не приняты.

G. Дизельная внедорожная мобильная техника и рельсовый транспорт

71. Дизельная ВМТ – категория мобильных источников, создающих аналогичную проблему, что и в случае дорожных ТБГ, т.е. высокий уровень выбросов NO_x и РМ, а также ЛОС (и РМ) в результате выбросов картерных газов в случае более старых двигателей. Проблема выбросов из ВМТ приобретает особую важность в экологически сложных окружающих условиях, например, в туннелях, шахтах и т.д.

1. НИМ применительно к новым двигателям (типичные виды ограничения выбросов отработавших газов)

72. Соблюдение самых последних стандартов обеспечивается с помощью мер по ограничению выбросов, которые представляют собой НИМ для новых двигателей. Типичная конфигурация системы ограничения выбросов на этапе IV/уровне 4 представляет собой дизельный двигатель с прямым впрыском, с турбонаддувом и промежуточным охладителем. В некоторых вариантах применения может использоваться система РОГ, однако для обеспечения требуемого ограничения выбросов NO_x достаточно системы СКВ. Для окисления избыточного NH_3 и недопущения проскока, превышающего нормативный предел на уровне 25 частей на миллион (млн.^{-1}), можно также использовать КПА. Для ограничения выбросов РМ обычно используют дизельный окислительный каталитический нейтрализатор (ДОКН) или окислительный нейтрализатор частиц (РОС). Для соблюдения пределов, установленных для этапа IV/уровня 4, ДСФ закрытого типа, как правило, не требуется.

2. НИМ применительно к существующему парку (двигатели/техника, находящиеся в эксплуатации)

73. Срок службы ВМТ – длительный, поэтому для ограничения выбросов существующим парком можно рассмотреть несколько технических вариантов. В случае существующего парка в качестве НИМ можно считать следующие рекомендуемые меры.

74. *Модификация СКВ и ДСФ:* Модификация системы последующей обработки для дизельной ВМТ представляет собой один из используемых видов практики, который обычно дает весьма хорошие результаты в плане снижения уровней выбросов, при условии использования эффективного модифицированного оборудования, официально утвержденного по типу конструкции. Одним из обычных видов практики является использование системы СКВ (для ограничения выбросов NO_x) и ДСФ (для ограничения выбросов РМ) или сочетание этих двух систем, что позволяет значительно ограничить уровень выбросов и что имеет важное значение для техники, которая используется в экологически сложных окружающих условиях (в туннелях, шахтах и т.д.).

75. *Другие виды модификации:* Можно использовать ДОКН в сочетании с СКВ. В виде отдельного случая модификации его можно рассматривать в качестве НИМ прежде всего в крупных масштабах, поскольку по сравнению с ДСФ он более устойчив к воздействию серы, и в тех случаях, когда другие технические факторы (например, возможность регенерации) исключают вариант использования ДСФ. Модификацию системы ВЗК можно рассматривать в качестве НИМ для ограничения выбросов картерных газов на дизельных двигателях, установленных на внедорожной мобильной технике, и использовать в сочетании с ДОКН или ДСФ. С другой стороны, система РОГ обладает в этом плане ограниченной возможностью в силу технических трудностей, связанных с ее установкой на существующих двигателях.

76. *Переход на другой вид топлива:* Из альтернативных видов топлива, которые можно было бы использовать для существующих двигателей, можно предложить только возобновляемое дизельное топливо. Однако сокращение, которое оно может обеспечить, весьма умеренное. Другие виды топлива, такие как природный газ, ДМЭ и эмульсированное дизельное топливо, хотя и позволяют в какой-то степени ограничить выбросы и/или обеспечить преимущества в плане выбросов ПГ, в настоящее время для широкого применения не рекомендуются по целому ряду технических, экономических или других причин, ограничивающих их применение. Первое поколение биодизельного топлива в составе смесей, которые допускаются нынешним законодательством, характеризуется низкой эффективностью сокращения выбросов.

77. *Гибридизация:* Замена старой внедорожной мобильной техники новой гибридной техникой может обеспечить некоторое сокращение выбросов и дополнительные преимущества в плане расхода топлива. Вместе с тем массовое производство с использованием этой технологии еще не налажено, а имеющийся опыт весьма ограничен. В любом случае у нее есть перспективы дальнейшего развития в будущем для применения на двигателях некоторых категорий (например, портовое погрузочно-разгрузочное оборудование). Нынешние варианты применения показывают неоднозначные результаты в плане как выбросов загрязнителей, так и расхода топлива, и в значительной мере зависят от совместимости концепции эксплуатационных характеристик гибридной техники и рабочего цикла. Основные факторы, ограничивающие ее применение, включают надбавку к покупной цене, окупаемость, возврат вложенных средств, реальную экономию на топливе и конкурирующие технологии.

78. В дополнение к вышеупомянутым методам ограничения выбросов существующим парком, эффективным методом в некоторых случаях может явиться замена тяговой установки (т.е. только замена старого двигателя на новый). С учетом полезного срока службы некоторых видов ВМТ замена тяговой установки может дать возможность поставить новый двигатель (или новый двигатель, оснащенный системой ограничения выбросов), который удовлетворяет требованиям стандартов, предусматривающих гораздо более низкий уровень выбросов по сравнению со старым двигателем, зачастую с параллельными преимуществами в части расхода топлива и более низкими затратами на техническое обслуживание. Смена двигателя особенно часто практикуется на старых дизельных локомотивах (замена двигателя на генераторные агрегаты) и может быть распространена на другие виды техники, в частности в тех случаях, когда на двигатель приходится относительно небольшая доля расходов от общей стоимости данной техники (например, краны).

3. Будущие двигатели/техника

79. *Ограничение выбросов в случае дизельных концепций:* Важнейшим новшеством в связи с предстоящим этапом V [6] будет, как ожидается, внедрение в практику закрытых систем ДСФ для ограничения выбросов РМ и количества частиц. В принципе это, как предполагается, приведет систему ограничения выбросов в соответствии с самыми последними требованиями к выбросам, предусмотренным стандартом Евро-6. Регистрация выбросов в процессе эксплуатации с помощью системы ПСИВ, предусмотренная действующими правилами, обеспечит эффективность ограничения выбросов в обычных условиях эксплуатации. Другие усовершенствования в области ограничения выбросов могут включать более широкое использование системы РОГ, оптимизацию СКВ и возможное совмещение СКВ и ДСФ в одном компоненте.

80. *Альтернативные виды топлива и системы тяги:* Этим концепциям будет, несомненно, гораздо труднее проникнуть на рынок ВМТ (по сравнению с дорожными транспортными средствами), поскольку дизельное топливо намного предпочтительней для таких типов двигателей в силу их высокой эффективности, долговечности и характеристик крутящего момента. В любом случае концепции, которые могут в перспективе найти применение в будущем, – это двигатели, работающие на природном газе или ДМЭ, или гибридные двигатели, используемые в конкретных случаях применения (например, портовое погрузочно-разгрузочное оборудование). В настоящее время опытные данные по ним весьма ограничены.

Н. Дизельные суда (внутренние водные пути)

81. Дизельные суда и двигатели относятся к числу транспортного оборудования с самым длительным сроком службы, который может превысить 30 лет. К тому же ежегодно на слом и на замену идет очень небольшая доля этого оборудования. По этой причине меры по ограничению, ориентированные на новые суда, будут, как предполагается, оказывать очень медленное воздействие в реальных условиях нашего мира. С другой стороны, меры, ориентированные на существующие суда и виды топлива, будут оказывать, как ожидается, более масштабное воздействие. Ниже анализируются основные меры по ограничению выбросов NO_x и РМ. Что касается выбросов SO_x , то они могут ограничиваться за счет обеспечения топлив с низким содержанием серы.

82. *Ограничение выбросов NO_x с помощью бортовых устройств последующей обработки:* В целях эффективного ограничения выбросов NO_x системы СКВ, которые по своей концепции похожи на системы, используемые на дизельных дви-

гателях дорожных транспортных средств, можно модифицировать на существующих судах или использовать на новых. Вместе с тем эффективность ограничения может снижаться в условиях низкой нагрузки (<25%) или на малом ходу.

83. *Ограничение выбросов РМ с помощью бортовых устройств последующей обработки:* Наиболее известными устройствами, которые способны ограничивать выбросы SO_x , являются так называемые скрубберы, притом что они могут также оказывать позитивное воздействие и на РМ. Их можно рассматривать в качестве НИМ для новых судов (в сочетании, в случае возможности, с СКВ для дополнительного сокращения NO_x); модификация также возможна, однако ее осуществление сопряжено с некоторыми техническими трудностями (ограниченность доступного пространства, вес и остойчивость судна). Что касается ДСФ, то эту систему нельзя рассматривать в качестве одного из основных методов, который можно было бы использовать на судах. Она не готова для промышленной эксплуатации; к тому же, нет никаких гарантий по поводу того, что ее ожидаемое воздействие на РМ будет столь же существенным, как и на автомобилях/ВМТ. Вместе с тем ее потенциальные возможности в будущем могут улучшиться, в особенности во внутреннем судоходстве, где используется топливо с низким содержанием серы.

84. *Альтернативные виды топлива:* Один из вариантов ограничения NO_x мог бы заключаться в переходе на сжиженный природный газ (СПГ). К тому же это позволило бы устранить большую часть выбросов сажи и углерода (что имеет прямое отношение к климату) и дало бы операторам возможность снизить зависимость от ископаемого топлива. Вместе с тем это предполагает необходимость крупных работ по модификации, поэтому данный вариант рассматривается главным образом для новых судов. Самым существенным фактором, препятствующим его более широкому распространению, считается в настоящее время наличие топлива. Кроме того, следует обратить внимание на выбросы метана в результате использования природного газа на судах [20].

I. Морские суда

85. Морские суда (эксплуатируемые в национальных водах или на международных морских маршрутах) оснащены теми же типами дизельных двигателей, что и суда внутреннего водного плавания (хотя в какой-то степени более мощными); по этой причине для ограничения выбросов NO_x и РМ можно использовать те же бортовые устройства последующей обработки или перейти на СПГ. Дополнительные вопросы, связанные с морскими судами и методами ограничения выбросов, которые конкретно ориентированы на эти суда, рассматриваются ниже.

86. *Районы ограничения выбросов:* Районы ограничения выбросов (РОВ) конкретно определены для прибрежных районов, в которых остро стоят проблемы с качеством воздуха и где установлены более строгие нормы выбросов, которым должны удовлетворять суда, эксплуатируемые в этих водах. До настоящего времени эти требования выполнялись в районах ограничения выбросов серы (РОВС), в которых предписывалось гораздо более низкое содержание серы в топливе, и районах ограничения выбросов азота (РОВА), в которых предписывался гораздо более низкий уровень выбросов азота новыми судами неограниченного морского плавания (или теми, на которых были полностью заменены двигатели). В Европе в качестве районов ограничения выбросов SO_x , определены Балтийское и Северное моря, а в Америке в качестве районов ограничения выбросов SO_x и NO_x определены прибрежные воды Северной Америки, Соединенных Штатов и Карибского моря. Меры по ограничению выбросов, которые требуются в пределах РОВ, могут рассматриваться в качестве НИМ. Они распро-

страняются на конкретные виды топлива с максимальным допустимым содержанием серы и/или на бортовые технические средства ограничения выбросов, например СКВ и скрубберы. Что касается скрубберов, то они были установлены на судах, работающих на тяжелом топливе, для того чтобы они могли заходить в районы ограничения выбросов. Распространение системы таких районов ограничения выбросов может привести к дополнительным преимуществам в плане снижения загрязнения воздуха в пределах этих районов.

87. *Ограничения на содержание серы в топливе:* Конечные целевые показатели эквивалентного содержания серы предусматривают не более 0,5% по массе вне зон РОВ и 0,1% по массе внутри этих зон, с тем чтобы постепенно ввести их в действие для всех видов топлива. Эти ограничения можно обеспечить либо за счет использования дизельного топлива с низким содержанием серы, либо посредством замены силовой установки на двигатели, которые работают на каком-либо альтернативном виде топлива (например, на природном газе) или, в качестве варианта, за счет использования скрубберов на борту судна. В том и другом случае это сопряжено с некоторыми ограничениями экономического и технического характера и трудностями, связанными с доступностью. Любой из этих технических вариантов можно вполне рассматривать в качестве эффективного метода соблюдения более низких уровней SO_x , но окончательное решение зависит от типа судна и характера его эксплуатации.

88. *Инициативы на уровне портов:* В некоторых портах в мире начата реализация программ, предусматривающих подачу энергии на суда, которые стоят на причале, с береговых установок, а не за счет работы судовых двигателей. Этот вариант может обеспечить существенные преимущества в плане обеспечения качества воздуха по всем загрязнителям. Ограничительным фактором распространения таких программ на большее количество портов является отсутствие согласованных на глобальном уровне спецификаций на подачу энергии. Ограничение выбросов на уровне стран, которое можно обеспечить с помощью таких мер, зависит от энергетического баланса и технологий, используемых для производства энергии. Иные инициативы на уровне портов включают регулирование скорости, ограничение маневровых операций и т.д.

Ж. Воздушные суда

89. Двумя основными методами ограничения выбросов, которые может использовать изготовитель на каждом воздушном судне, является улучшение процесса сгорания в целях снижения уровня выбросов NO_x и совершенствование конструктивных характеристик воздушных судов. Сгорание с низким уровнем выбросов NO_x обеспечивается за счет экологических параметров конструкции камеры сгорания, в том числе конструкции топливного инжектора и жаровой трубы, динамических характеристик и работоспособности в условиях ограничения пиковой температуры и продолжительности ее действия. Совершенствование конструктивных характеристик включает снижение веса воздушного судна, улучшение аэродинамики и конкретных эксплуатационных параметров двигателя в целом и конструктивных особенностей воздушных судов, которые идут на более низких высотах и на меньшей скорости. В случае этих судов необходимо обратить внимание на возможность негативного воздействия на расход топлива и эксплуатационные издержки.

К. Трамваи, метро и троллейбусы на электрической тяге

90. Работа трамваев, метро и троллейбусов на электрической тяге не сопровождается выбросами отработавших газов или выбросами в результате испарения топлива. Тем не менее они являются источником выбросов тяжелых металлов в результате износа их компонентов, и в частности трения при движении по рельсам или скольжении токоъемника по проводам силовой линии. Искрение, которое возникает в силовых линиях, представляет собой дополнительный механизм выбросов тяжелых металлов. Выбросы, которые образуются в то время, когда бугель транспортного средства скользит по силовой линии и искрит, – в целом неизвестны, и их доля в кадастре выбросов обычно не учитывается. Некоторые исследования, проведенные в Соединенных Штатах и Европе, выявили повышенную концентрацию углерода и некоторых металлов на станциях метро [14] [15]. Кроме того, не следует забывать и тот факт, что производство электроэнергии также связано с проблемами существенного загрязнения в районе электростанций в зависимости от энергетического баланса каждой страны.

91. Использование этих систем общественного транспорта является само по себе эффективной мерой снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха и повышения его качества в городах посредством переключения перевозок с частных автомобилей (и дизельных автобусов) на более чистые электрические транспортные средства, которые характеризуются большей пассажиреместимостью. Ниже приводится ориентировочный перечень дополнительных мер, связанных с использованием этих транспортных систем в целях повышения уровня охраны окружающей среды и энергосбережения и повышения качества воздуха:

а) *Меры на уровне парков транспортных средств и сети:* модернизация существующего парка транспортных средств и оптимизация системы управления этим парком, повышение коммерческой скорости за счет строительства отдельных путей и меры в области регулирования движением, инспекция и техническое обслуживание рельсовых путей, стационарных установок и т.п.

б) *Общие меры:* обеспечение привлекательности использования (например, с помощью мер по организации так называемых перехватывающих парковок, использованию низкой платы за проезд, расширению сети, организации новых маршрутов), повышение степени интермодальности и сокращение продолжительности рейсов, использование систем управления движением.

с) *Технические меры:* ограничение трения посредством улучшения конструкции и использования лучших материалов, устранение искрения с помощью либо механических, либо, что более вероятно, электрических усовершенствований.

В. Меры по осуществлению и нетехнические меры

92. Меры по осуществлению и нетехнические меры принимаются в дополнение техническим мерам в целях оказания содействия в дальнейшем ограничении выбросов. В частности, надлежащие меры по осуществлению исключительно важны в целях контроля рабочих параметров находящихся в эксплуатации транспортных средств и двигателей. Нетехнические меры могут приниматься в порядке поддержки или облегчения модификации с помощью НИМ, ускоренного применения новых НИМ (транспортные средства, двигатели), использования более чистых видов топлива, ограничения объемов перевозок и/или содействия в переключении на более экологически чистые виды транспорта, например в железнодорожном, морском, внутреннем водном и комбинированном сообщении. Кроме того, что касается городского транспорта, то нетехнические меры также имеют

целью в большей степени свести воедино землепользование и планирование транспорта и создание инфраструктуры и сооружений для тех видов мобильности, которые характеризуются низким уровнем загрязнения (велосипеды, общественный транспорт и т.п.). Некоторые нетехнические меры, указанные в данном документе, сопровождаются – там, где это казалось необходимым, – соответствующими ссылками в предыдущей главе.

93. Ниже приводится краткое описание системы инспекции и технического обслуживания в качестве ключевых мер по осуществлению и некоторых широко используемых мер нетехнического характера. Меры по осуществлению и нетехнические меры могут различаться на практике и применяться в сочетании со специальными фондами и схемами стимулирования (структурными, финансовыми, ограничительными), дорожными сборами и налогами, налоговыми льготами или снижением налогов, субсидиями и т.п.

94. *Усиленные схемы инспекции и технического обслуживания:* Инспекция и техническое обслуживание (И/ТО) – один из способов проверки и снижения уровня выбросов и расхода топлива и повышения безопасности транспортных средств и ремонта тех из них, которые не удовлетворяют конкретным стандартам на выбросы. Эта работа сводится к визуальному осмотру, замеру выбросов и использованию различных технических средств/устройств. Базовый стандарт на И/ТО обычно включает проверку на холостом ходу, проверку на выбросы отработавших газов и проверку на наличие и надлежащей работы важнейших компонентов системы ограничения выбросов отработавших газов. Усиленная стандартная схема И/ТО включает проверку на выбросы отработавших газов и испытание на продувку системы ограничения выбросов в результате испарения, визуальный осмотр катализатора и дросселя в канале подачи топлива. Одной из систем, работающей на базе компьютера, которая постоянно контролирует показания электронных датчиков, систему ограничения выбросов и каталитический нейтрализатор является бортовая система диагностики (БД-система), цель которой – следить за тем, чтобы они работали в соответствии с заложенными в них функциями. Для измерения параметров выбросов отработавших газов можно также использовать устройства дистанционного зондирования.

95. *Экологические зоны:* Основная цель экологической зоны (или зоны с низким уровнем выбросов) состоит в повышении качества воздуха посредством ускорения естественного оборота парка транспортных средств. Обычно она представляет собой установленную зону, в которой применяются особые ограничения на доступ в целях снижения уровня выбросов и улучшения качества воздуха. Правила, действующие в этой зоне, могут включать ограничения на доступ транспортных средств, которые не соответствуют установленным нормам на выбросы, и/или на доступ транспортных средств на основе регистрационных знаков транспортных средств в конкретные дни, часы пик или районы. Водители транспортных средств, которые не соблюдают эти требования и въезжают в данную зону, обычно подвергаются санкциям в виде штрафа.

96. *Ускоренные схемы утилизации:* На более старые транспортные средства или транспортные средства с высоким уровнем выбросов, которые удовлетворяют менее строгим стандартам и оснащены изношенным оборудованием для ограничения выбросов, зачастую приходится несоразмерно высокая доля выбросов в их общем объеме. Ускоренные схемы утилизации представляют собой программы заблаговременного изъятия из эксплуатации старых транспортных средств, которые обычно вводятся в действие и предусматривают предоставление владельцам этих транспортных средств соответствующих субсидий. Эти схемы могут вполне обеспечить некоторые экологические преимущества, поскольку более новые транспортные средства удовлетворяют более строгим стандартам на выбросы, и

соответствующую экономию на топливе. Замена всего транспортного средства, которое уже подходит к концу установленного срока эксплуатации или которое было изготовлено до введения в действие строгих стандартов на выбросы, может оказаться самым лучшим вариантом.

97. *Переключение на общественный транспорт*: Стимулы и программы в целях поощрения переключения на более экологически чистые системы общественного транспорта представляют собой эффективную меру, позволяющую ограничить загрязнение воздуха и повысить его качество в городах (например, переключение с частных автомобилей и дизельных автобусов на электрические транспортные средства с повышенной пассажироместимостью, такие как трамваи, метро и троллейбусы или автобусы, которые работают на более чистых видах топлива и оснащены более экологически чистыми силовыми установками, и т.п.).

VI. Основные источники

1. J. Berger and B. Denby, A generalized model for traffic induced road dust emissions. Model description and evaluation, *Atmospheric Environment*, vol. 45, no. 22 (July 2011).
2. D.C. Carslaw and others, Recent evidence concerning higher NO_x emissions from passenger cars and light duty vehicles, *Atmospheric Environment*, vol. 45, no. 39 (December 2011).
3. H.A.C. Denier van der Gon and others, The policy relevance of wear emissions from road transport, now and in the future – An international workshop report and consensus statement, *Journal of the Air & Waste Management*, vol. 63, no. 2 (2013).
4. L. Eudy, K. Chandler, and C. Gikakis, Fuel cell buses in U.S. transit fleets: summary of experiences and current status, Technical Report NREL/TP-560-41967 (National Renewable Energy Laboratory, September 2007). Available from <http://www.nrel.gov/hydrogen/pdfs/41967.pdf>.
5. European Commission JRC, 2007 Technical Review of the NRMM Directive 1997/68/EC as amended by Directives 2002/88/EC and 2004/26/EC (Institute for Environment and Sustainability, September 2008).
6. European Commission, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on requirements relating to emission limits and type-approval for internal combustion engines for non-road mobile machinery, COM(2014) 581 final (Brussels, 25.9.2014). Available from <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/EN/1-2014-581-EN-F1-1.Pdf>.
7. European Environment Agency, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013, EEA Technical report No 12/2013, Technical chapter 1.A.3.b.vi Road vehicle tyre and brake wear, 1.A.3.b.vii Road surface wear.
8. European Environment Agency, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013, EEA Technical report No 12/2013, Technical chapter 1.A.4 Non-road mobile sources and machinery.
9. V. Franco and others, Real world exhaust emissions from modern diesel cars, International Council on Clean Transportation (ICCT, 2014). Available from <http://www.theicct.org/real-world-exhaust-emissions-modern-diesel-cars>.
10. A. Gary Haq, G. Martini, and G. Mellios, Estimating the costs and benefits of introducing a new European evaporative emissions test procedure, JRC Scientific and Policy Reports, EUR 26057 EN (2013).

11. M. Gustafsson, Dust binding: practical trials in Sweden, Air Quality alongside motorways (Rotterdam, November 25-26, 2009).
 12. ICCT, European vehicle market statistics pocketbook (2014).
 13. IHS Global Insight, Assessment of the Effectiveness of Scrapping Schemes for Vehicles, Final Report for EC DG ENTR (March 2010).
 14. W. Kam and others, A comparative assessment of PM_{2.5} exposures in light-rail, subway, freeway, and surface streets environments in Los Angeles and estimated lung cancer risk, *Environ. Sci.: Processes Impacts* 15, 234 (2013).
 15. W. Kam and others, Chemical characterization of coarse and fine particulate matter (PM) in underground and ground-level rail systems of Los Angeles Metro, *Environ. Sci. Technol.* 45, 6769 (2011).
 16. L. Ntziachristos and P. Dilara, Sustainability assessment of road transport technologies, JRC Scientific and Policy Reports, EUR 25341 EN (Institute for Energy and Transport, 2012).
 17. L. Ntziachristos, Emission factors for new and upcoming technologies in road transport, JRC Report, Dilara P. (ed.) (July 2014).
 18. Scrappage schemes in Europe: an assessment (05/2010). Available from <http://www.sustainable-mobility.org/resource-centre/month-issue/scrappage-schemes-in-europe-an-assessment.html>.
 19. UNEP, OECD, Older Gasoline Vehicles In Developing Countries and Economies in Transition: Their Importance and the Policy Options for Addressing Them (1999).
 20. G. Papadimitriou, V. Markaki, E. Gouliarou, J. Borcken-Kleefeld, and L. Ntziachristos, Best Available Techniques for Mobile Sources in support of a Guidance Document to the Gothenburg Protocol of the LRTAP Convention, IIASA and EMISIA, Final Technical Report for EC DG ENV (February 2015). Available from http://emisia.com/sites/default/files/BAT_Final.pdf.
-