



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ

Distr.
GENERAL

EB.AIR/WG.5/1999/13/Add.1
11 August 1999

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по стратегиям

(Тридцать первая сессия, 26 августа - 3 сентября 1999 года)

Пункт 2 предварительной повестки дня

Добавление

МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫБРОСОВ ИЗ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ*

I. СЕРА

Введение

1. Цель настоящей главы заключается в том, чтобы служить руководством для ошпределения способов и технологий ограничения выбросов серы при выполнении обязательств по настоящему Протоколу.

* Документ подготовлен технической редакционной группой на ее совещании в Женеве 29-30 июня 1999 года.

Документы, подготовленные под руководством или по просьбе Исполнительного органа по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и предназначенные для ОБЩЕГО распространения, следует рассматривать в качестве предварительных до их УТВЕРЖДЕНИЯ Исполнительным органом.

2. Глава основана на информации об общих вариантах сокращения выбросов серы, и, в частности, о результативности применения технологий ограничения выбросов и связанных с этим расходах, которая содержится в официальной документации Исполнительного органа и его вспомогательных органов.

3. Если не указано иного, перечисленные меры по сокращению выбросов рассматриваются, исходя в большинстве случаев из практического опыта за несколько лет, в качестве наиболее отработанных и экономически целесообразных наилучших доступных технологий. Производительность выражается в мг/м³ в виде средней дневной величины. Постоянно пополняющийся опыт применения малоотходных мер и технологий на новых установках, а также опыт переоборудования существующих установок потребуют регулярного пересмотра положений настоящего приложения.

4. Хотя в этой главе перечисляется ряд мер и технологий, характеризующихся широким диапазоном издержек и показателей эффективности, его нельзя рассматривать в качестве исчерпывающего перечня возможных мер по ограничению выбросов. Кроме того, выбор мер и технологий ограничения выбросов для какого-либо конкретного случая будет зависеть от ряда факторов, включая действующее законодательство и нормативные положения, и в частности требования, предъявляемые к технологиям ограничения выбросов, структуру первичных источников энергии, промышленную инфраструктуру, экономические факторы и условия на конкретном предприятии.

5. В этой главе в основном обсуждаются меры по ограничению выбросов оксидов серы, рассматриваемых как сумма диоксида серы (SO₂) и триоксида серы (SO₃), приведенного к SO₂. Доля серы, выбрасываемой либо в виде оксидов серы, либо в виде других серосодержащих соединений, в результате процессов, не связанных с горением, и от других источников мала по сравнению с выбросами серы в результате сжигания.

6. При планировании мер или технологий для источников серы, из которых происходят выбросы других компонентов, в частности оксидов азота (NO_x), твердых частиц, тяжелых металлов и летучих органических соединений (ЛОС), такие меры и технологии целесообразно рассматривать в привязке к способам ограничения выбросов конкретных загрязнителей с целью максимального повышения общей эффективности мер по борьбе с загрязнением и сведения к минимуму воздействия на окружающую среду и особенно во избежание переноса проблем загрязнения воздуха на другие среды (например, сточные воды и твердые отходы).

A. Крупные стационарные источники выбросов серы

7. Процессы сжигания органического топлива являются главным источником антропогенных выбросов серы из стационарных источников. Помимо этого, значительный вклад в такие выбросы могут вносить некоторые процессы, не связанные со сжиганием. Категории крупных стационарных источников на основе ЕМЕП/CORINAIR-90 включают в себя:

- a) коммунальные электростанции, теплоэлектроцентрали и районные отопительные котельные:
 - i) котлоагрегаты;
 - ii) стационарные турбины внутреннего сгорания и двигатели внутреннего сгорания;
- b) установки для сжигания в коммерческом, учрежденческом и жилищном секторах:
 - i) котлоагрегаты коммерческого назначения;
 - ii) бытовые отопительные системы;
- c) промышленные установки сжигания и процессы, связанные со сжиганием:
 - i) котлоагрегаты и технологические нагреватели;
 - ii) процессы, например, в металлургическом производстве обжиг и агломерация, коксовальные печи, обработка диоксида титана (TiO_2) и т.д.;
 - iii) производство целлюлозы;
- d) процессы, не связанные с сжиганием, например, производство серной кислоты, некоторые процессы органического синтеза, обработка металлических поверхностей;
- e) добыча, переработка и распределение ископаемых видов топлива;
- f) обработка и удаление отходов, например термическая обработка коммунально-бытовых и промышленных отходов.

8. Общие данные (1990 год) по региону ЕЭК свидетельствуют о том, что источником приблизительно 88% общего объема выбросов серы являются процессы сжигания (20% в результате сжигания в промышленности), 5% - производственные процессы и 7% - нефтеперерабатывающие предприятия. Энергетический сектор во многих странах является крупнейшим источником выбросов серы. В некоторых странах промышленный сектор (включая нефтепереработку) также является крупным источником выбросов SO_2 . Хотя выбросы нефтеперерабатывающих предприятий в регионе ЕЭК относительно малы, эти предприятия сильно влияют на выбросы серы из других источников ввиду содержания серы

в нефтепродуктах. Как правило, в нефтепродуктах остается 60% серы, содержащейся в нефти: 30% извлекается в виде элементарной серы, а 10% выбрасывается через дымовые трубы нефтеперерабатывающих предприятий.

В. Общие варианты сокращения выбросов серы в результате сжигания

9. Общими вариантами сокращения выбросов серы являются:

а) Меры по управлению энергетикой 1/:

- i) Энергосбережение. Рациональное использование энергии (повышение энергоэффективности/совершенствование технологических процессов, комбинированное производство энергии и/или регулирование спроса) обычно приводит к сокращению выбросов серы;
- ii) Структура источников энергии. Как правило, выбросы серы могут быть уменьшены путем увеличения в энергобалансе доли источников энергии, не связанных со сжиганием (например, гидроэнергетика, ядерная энергия, энергия ветра и т.д.). Однако при этом необходимо учитывать и другие факторы воздействия на окружающую среду;

б) Технологические варианты:

- i) Переход на другие виды топлива. Количество выбросов SO₂ в процессе сжигания напрямую зависит от содержания серы в используемом топливе. Переход на другие виды топлива (например, с углей с высоким содержанием серы на угли с низким содержанием серы и/или жидкое топливо или с угля на газ) приводит к уменьшению выбросов серы, однако такой переход может сдерживаться рядом факторов, таких, как доступность топлива с низким содержанием серы и возможность перевода существующих устройств сжигания на другие виды топлива. Во многих странах ЕЭК некоторые устройства сжигания на угле или нефти заменяются газовыми установками. Переходу на другие виды топлива может способствовать использование установок, которые могут работать на нескольких видах топлива;
- ii) Очистка топлива. Очистка природного газа является апробированной современной технологией, которая широко применяется по причинам эксплуатационного характера. Очистка технологического газа (кислый нефтезаводской газ, коксовый газ, биогаз и т.д.) также

является апробированной современной технологией. Десульфуризация жидкого топлива (легкая и средняя фракции) является апробированной современной технологией. Десульфуризация тяжелых фракций технически осуществима, но требует учета характеристик сырой нефти. Десульфуризация поступающих в атмосферу остатков (кубовых продуктов, образующихся в атмосферных перегонных установках) при производстве жидкого топлива с низким содержанием серы не находит широкого применения; более привлекательной, как правило, является переработка неочищенного сырья с низким содержанием серы. Повысилась эффективность технологии гидрокрекинга и полного преобразования, в которой высокая степень улавливания серы сочетается с более значительным выходом легких нефтепродуктов. Постоянно растет число установок, применяющих технологию полного преобразования. Такие установки, как правило, рекуперируют от 80 до 90% серы и преобразуют все остатки в легкие продукты или другую реализуемую продукцию. Установки этого типа потребляют больше энергии и требуют более значительных инвестиционных затрат. Данные об обычном содержании серы в продуктах нефтепереработки приводятся в таблице 1. Современные технологии очистки антрацита могут обеспечивать удаление приблизительно 50% неорганической серы (в зависимости от характеристик угля), но органическая сера при этом не удаляется. Разрабатываются более эффективные технологии, однако они связаны с более высокими удельными инвестициями и издержками. Таким образом, эффективность удаления серы путем очистки угля является ограниченной по сравнению с десульфуризацией дымовых газов. В каждой стране могут существовать свои конкретные возможности оптимизации для обеспечения наилучшего сочетания очистки топлива и очистки дымовых газов.

Таблица 1. Содержание серы в нефтепродуктах
(Содержание S (%))

	Типичные современные значения	Предполагаемые будущие значения
Бензин	0,015	0,005
Керосин для воздушно-реактивных двигателей	2	0,005
Дизельное топливо	< 0,05	< 0,005
Топливо коммунально-бытового назначения	0,1 - 0,2	< 0,1
Жидкое топливо	0,7 - 1,0 низк. содерж. S 1,0 - 2,8 прочее	< 0,5
Морское дизельное топливо	0,5 - 1,0	< 0,2
Флотский мазут	3,0 - 5,0	< 1 (прибрежные районы) < 2 (открытое море)

- iii) Новейшие технологии сжигания. Такие технологии сжигания, характеризующиеся повышенной теплоэффективностью и пониженным уровнем выбросов серы, включают в себя: сжигание в кипящем слое (СКС), в том числе: барботажного типа (БСКС), рециркуляционного типа (РСКС) и под давлением (СКСД); внутрицикловую газификацию (ВЦГ); и газовые турбины комбинированного цикла (ГТКЦ). Например, включение стационарных турбин внутреннего сгорания в системы сжигания существующих обычных электростанций может повысить общую эффективность на 5-7% и привести к значительному сокращению выбросов SO_2 . Однако это может потребовать существенной модификации нынешней системы горелок. Сжигание в кипящем слое представляет собой технологию сжигания антрацита и бурого угля, но с ее использованием также могут сжигаться другие твердые топлива, как, например, нефтяной кокс и такие низкосортные виды топлива, как, например, отходы, торф и древесина. Выбросы могут быть дополнительно уменьшены в результате интегрированного управления процессом горения в системе путем добавления извести/известняка в материал слоя. Общая установленная мощность СКС достигла приблизительно 30 000 МВт_т (250-350 установок), в том числе 8 000 МВт_т в диапазоне мощности свыше 50 МВт_т. Этот метод может обеспечивать достижение предельных значений в 200 мг/м³ или 1,7 г/кВт.ч_{эл}. Утилизация и/или удаление побочных продуктов этого процесса может вызывать определенные проблемы, решение которых требует дальнейших научных разработок. Процесс ВЦГ включает в себя газификацию угля и внутрицикловую выработку энергии в парогазовой турбине. Газифицированный уголь сжигается в камере сгорания газовой турбины. Ограничение выбросов серы достигается путем использования современных установок по очистке сырого газа на входе газовой турбины. Существует также технология для тяжелых нефтяных остатков и битумных эмульсий. Установленная мощность в настоящее время составляет приблизительно 1 000 МВт_{эл} (5 установок). В настоящее время планируется создание газотурбинных электростанций комбинированного цикла, которые работают на природном газе и достигают показателей чистой энергоэффективности порядка 48-52%.
- iv) Модификации процессов и сжигания. Модификаций сжигания, сравнимых с мерами, применяемыми для ограничения выбросов NO_x , не существует, поскольку при сжигании органически и/или неорганически связанная сера почти полностью окисляется.

Определенная процентная доля в зависимости от характеристик топлива и технологии сжигания остается в золе. Количество серы, остающейся в золе, может колебаться в зависимости от используемых сорбентов (например, извести и известняка) и изменения условий горения (например, температуры). В настоящем приложении процессы внесения сухих добавок, предназначенные для обычных котлоагрегатов, рассматриваются в качестве технологических модификаций, поскольку они сопряжены с инъекцией агента в камеру сгорания. Однако опыт показал, что при применении этих технологических процессов тепловая мощность снижается, отношение Ca/S является относительно высоким, а уровень удаления серы - низким. Вместе с тем благодаря достигнутой в последние годы оптимизации этих процессов эффективность удаления SO_2 составляет 50-80%. Необходимо учитывать возможность возникновения проблем с дальнейшей утилизацией побочного продукта.

- v) Процессы десульфуризации дымового газа (ДДГ). Эти процессы предназначены для удаления уже образовавшихся оксидов серы и относятся к мерам вторичного характера. Все применяемые в настоящее время современные технологические процессы обработки дымовых газов основаны на удалении серы посредством мокрой, сухой или полусухой и каталитической химической очистки. Для обеспечения наиболее эффективной программы сокращения выбросов серы с помощью мер, дополняющих меры регулирования в энергетическом секторе, которые перечисляются в рубрике а) выше, следует рассмотреть возможность сочетания технологических методов, указанных в рубрике b) выше. В некоторых случаях применение методов сокращения выбросов серы может также приводить к сокращению выбросов CO_2 , NO_x и других загрязнителей. На коммунальных электростанциях, теплоэлектроцентралях и в районных отопительных котельных применяются, в частности, следующие процессы очистки дымовых газов: мокрая очистка с помощью извести/известняка (ИМО); распылительная сухая абсорбция (РСА); процесс Уэлмана-Лорда (УЛ); аммиачная очистка (АО); и комбинированные процессы удаления NO_x/SO_x (процесс с использованием активированного угля (АУ) и комбинированное каталитическое удаление NO_x/SO_x). На крупных установках сжигания на долю процесса ИМО приходится 90% установленной мощности ДДГ. Этот процесс позволяет повысить эффективность улавливания серы до более чем 95% при одновременном получении значительных объемов гипса в качестве полезного побочного продукта. Эффективность этого процесса превышает 99% и выше эффективности остальных технологических процессов.

10. В таблице 2 показана эффективность вышеупомянутых вторичных мер на базе практического опыта, приобретенного на значительном числе введенных в действие установок. Кроме того, указывается установленная мощность, а также пределы производительности. Несмотря на сравнимость характеристик нескольких технологий борьбы с выбросами серы, конкретные факторы, присутствующие на объектах или установках, могут исключать применение данной технологии.

11. В таблицу 2 включены также данные о диапазоне обычных инвестиционных затрат при применении технологий борьбы с выбросами серы, указанных в подпунктах iii), iv) и v) пункта 9 b) выше. Однако при применении этих технологий в конкретных случаях следует учитывать, что инвестиционные затраты в связи с мерами по сокращению выбросов будут зависеть, среди прочего, от конкретных особенностей используемых технологий, требующихся систем ограничения выбросов, размера установки, степени требуемого сокращения и графика планового эксплуатационного обслуживания. Таким образом, в таблице приводится лишь общий разброс инвестиционных затрат. Инвестиционные затраты, связанные с переоборудованием, обычно превышают расходы на новые установки.

Таблица 2. Уровни выбросов оксидов серы при применении различных технологических способов снижения выбросов из котлоагрегатов, работающих на ископаемом топливе

	Неконтролируемые выбросы		Инжекция добавок		Мокрый скруббинг <u>a/</u>		Распылительная сухая абсорбция <u>b/</u>	
Эффективность сокращения (%)			до 80		95		до 90	
Энергоэффективность (кВт _г /10 ³ м ³ /ч)			0,1-1		6-10		3-6	
Общая установленная мощность (ЕЭК Евр.*) (МВт _г)					194 000		16 000	
Вид побочных продуктов			Смесь солей Са и летучих зол		Гипс (шлам/сточные воды)		Смесь СаSO ₃ . 1/2 Н ₂ О и летучих зол	
Конкретные инвестиционные затраты (ЭКЮ/кВт _г) (1990)			20-50		60-250		50-220	
	мг/м ³ <u>c/</u>	г/кВт. ч _{эл.}	мг/м ³ <u>c/</u>	г/кВт. ч _{эл.}	мг/м ³ <u>c/</u>	г/кВт. ч _{эл.}	мг/м ³ <u>c/</u>	г/кВт. ч _{эл.}
Антрацит <u>d/</u>	1 000-10 000	3,5-35	200 - 2 000	0,7-7	<400 (<200, 1% S)	<1,4	<400 <0,7	<1,4 (<200, 1% S)<0,7
Бурый уголь <u>d/</u>	1 000-20 000	4,2-84	200 - 4 000	0,85-16,8	<400 (<200, 1% S)	<1,7	<400 <0,8	<1,7 (<200, 1% S)<0,8
Мазут <u>d/</u>	1 000-10 000	2,8-28	400 - 4 000	1,1-11	<400 (<200, 1% S)	<1,1	<400 <0,6	<1,1 (<200, 1% S)<0,6

Таблица 2 (окончание)

	Аммиачный скруббинг <u>b/</u>	Процесс Уэлмана-Лорда <u>a/</u>	Активированный уголь <u>a/</u>	Комбинированный каталитический процесс <u>a/</u>
Эффективность сокращения (%)	до 90	95	95	95
Энергоэффективность (кВт _э /10 ³ м ³ /ч)	3-10	10-15	4-8	2
Общая установленная мощность (ЕЭК Евр.) (МВт _г)	200	2 000	700	1 300
Вид побочных продуктов	Аммиачные удобрения	Элементарная S Серная кислота (99% об.)	Элементарная S Серная кислота (99% об.)	Серная кислота (70% по массе)
Конкретные инвестиционные затраты (ЭКЮ (1990)/кВт _э)	230-270 <u>e/</u>	200-300 <u>e/</u>	280-320 <u>e/ f/</u>	320-350 <u>e/ f/</u>
	мг/м ³ <u>c/</u> г/кВт.ч _{эл.}	мг/м ³ <u>c/</u> г/кВт.ч _{эл.}	мг/м ³ <u>c/</u> г/кВт.ч _{эл.}	мг/м ³ <u>c/</u> г/кВт.ч _{эл.}
Антрацит <u>d/</u>	<400 (<200, 1% S) <1,4	<400 <0,7 <1,4 (<200, 1% S)	<400 <0,7 <1,4 (<200, 1% S)	<400 (<200, 1% S) <1,4 <0,7 (<200, 1% S) <0,7
Бурый уголь <u>d/</u>	<400 (<200, 1% S) <1,7	<400 <0,8 <1,7 (<200, 1% S)	<400 <0,8 <1,7 (<200, 1% S)	<400 (<200, 1% S) <1,7 <0,8 (<200, 1% S) <0,8
Мазут <u>d/</u>	<400 (<200, 1% S) <1,1	<400 <0,6 <1,1 (<200, 1% S)	<400 <0,6 <1,1 (<200, 1% S)	<400 (<200, 1% S) <1,1 <0,6 (<200, 1% S) <0,6

* Географический охват ЕМЕП.

a/ При высоком содержании серы в топливе показатель эффективности удаления нуждается в корректировке. Однако такая возможность зависит от конкретного процесса. Эффективность этих процессов составляет в среднем 95%.

b/ Ограниченная применимость для топлива с высоким содержанием серы.

c/ Выбросы в мг/м³ (нормальные температура и давление), в сухом состоянии, 6% кислорода для твердого топлива, 3% кислорода для жидкого топлива, выраженные на дневной основе.

d/ Коэффициент преобразования зависит от характеристик топлива, конкретного объема дымовых газов и термальной эффективности котлоагрегата (использовались следующие коэффициенты преобразования (м³/кВт.ч_э, термальная эффективность 36%): антрацит: 3,50; бурый уголь: 4,20; мазут: 2,80).

e/ Конкретные инвестиционные затраты относятся к небольшому числу выборочно взятых установок.

f/ Конкретные инвестиционные затраты включают процесс денитрификации.

12. Таблица составлена в основном для крупных установок сжигания в государственном энергетическом секторе. Однако варианты ограничения выбросов пригодны также для других секторов с аналогичными выбросами газов.

С. Методы ограничения выбросов для других секторов

13. Методы ограничения выбросов, указанные в подпунктах i)-v) пункта 9 b), пригодны не только для электроэнергетического сектора, но и для ряда других секторов промышленности. За несколько лет накоплен опыт их практического использования, в большинстве случаев в электроэнергетическом секторе.

14. Применение технологий борьбы с выбросами серы в промышленном секторе зависит только от конкретных ограничений, связанных с особенностями процесса в соответствующих секторах. В таблице 3 ниже представлены процессы, приводящие к значительным выбросам серы, и соответствующие меры по сокращению этих выбросов.

15. В секторах, упомянутых в таблице 3, меры, входящие в состав технологической линии, включая изменения сырьевого материала (при необходимости в сочетании с применяемым в конкретном секторе методом обработки дымовых газов), могут быть использованы для достижения наиболее эффективного сокращения выбросов серы.

Таблица 3

Источник	Меры по сокращению
Обжиг сульфидов цветных металлов	Мокрый каталитический процесс с применением серной кислоты (МСК)
Производство вискозы	Двойной контактный процесс
Производство серной кислоты	Двойной контактный процесс, повышенный выход продукции
Сульфатная варка целлюлозы	Широкий круг мер внутри процесса

16. Можно привести следующие примеры:

а) на новых установках для сульфатной варки целлюлозы может быть достигнут уровень выбросов в размере менее 1 кг серы на млн. г целлюлозной массы ВС (воздушная сушка) 2/;

b) на установках сульфитной варки целлюлозы может достигаться уровень 1-1,5 кг серы на млн. г целлюлозной массы ВС, выраженный как среднеемесячное значение;

c) в случае обжига сульфидов сообщалось о достижении эффективности удаления от 80 до 99% для установок производительностью 10 000-200 000 м³/ч (в зависимости от процесса);

d) для одного завода по агломерации железной руды установка ДДГ производительностью 320 000 м³/ч обеспечивает очистку газа до выраженного в виде среднеедневной величины уровня ниже 100 мг SO_x/норм. м³ при содержании O₂, равном 17-19%;

e) в коксовальных печах достигается выраженный в виде среднеедневной величины уровень ниже 400 мг SO_x/норм. м³ при 6% O₂;

f) на установках по производству серной кислоты достигается показатель преобразования, превышающий 99,5%;

g) модернизированные установки Клауса обеспечивают рекуперацию серы на уровне более 99,5%.

D. Побочные продукты и побочные эффекты

17. По мере активизации в странах региона ЕЭК деятельности по сокращению выбросов серы из стационарных источников будет также возрастать количество побочных продуктов.

18. Следует выбирать такие методы, которые приводят к получению пригодных для использования побочных продуктов. Кроме того, следует выбирать такие методы, которые приводят к повышению термоэффективности и сводят к минимуму, где это возможно, проблемы удаления отходов. Хотя большинство побочных продуктов являются пригодными для использования или рециркуляции, как, например, гипс, соли аммиака, серная кислота или сера, необходимо учитывать такие факторы, как условия рынка и стандарты качества. Необходимо совершенствовать и изучать возможности дальнейшего использования побочных продуктов процессов СКС и РСА, поскольку в некоторых странах существуют ограничения в отношении мест удаления отходов и критериев удаления.

19. Перечисляемые ниже побочные эффекты не будут препятствовать применению какой-либо технологии или метода, но должны учитываться при существовании нескольких вариантов борьбы с выбросами серы:

a) потребности в энергии для процессов обработки газа;

b) коррозия в связи с образованием серной кислоты в результате реакции взаимодействия оксидов серы с водяным паром;

- с) увеличение потребления воды и объема обрабатываемых сточных вод;
- d) требования в отношении реактивов;
- е) удаление твердых отходов.

Е. Соединенные Штаты и Канада

20. Определение "крупного стационарного источника": стационарный источник с выбросами более 100 т диоксида серы в год.

21. Определение "тонны": 1 тонна равняется 0,91 метрической тонны.

1. Соединенные Штаты

22. В Соединенных Штатах наилучшими имеющимися методами ограничения выбросов диоксида серы из следующих категорий стационарных источников являются:

парогенераторные установки электростанций - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел D и подраздел Da;

парогенераторные установки в промышленном, коммерческом и учрежденческом секторах - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Db, и подраздел Dc;

установки по производству серной кислоты - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел H;

нефтеперерабатывающие установки - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел J;

первичная выплавка меди - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел P;

первичная выплавка цинка - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Q;

первичная выплавка свинца - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел R;

стационарные газовые турбины - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел GG;

обработка природного газа на суше - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел LLL;

установки сжигания городских отходов - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Ea, и подраздел Eb;

установки для сжигания больничных/медицинских/инфекционных отходов - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Ec.

2. Канада

23. В Канаде наилучшими имеющимися методами ограничения выбросов диоксида серы (SO_x) из следующих категорий стационарных источников являются:

- Канадский вестник, часть I. Департамент окружающей среды. Выбросы при выработке тепловой энергии - Национальные руководящие принципы для новых стационарных источников. 15 мая 1993 года, стр. 1633-1638 (англ. текста).

Примечания к главе I

1/ Варианты а) i) и ii) включены в энергетическую структуру и политику Стороны. Здесь не рассматриваются состояние осуществления, эффективность и затраты по секторам.

2/ Требуется ограничение коэффициента преобразования серы в соду, т.е. удаление серы в форме нейтральных солей и использование компонента соды без серы.

II. ОКСИДЫ АЗОТА (NO_x)

Введение

24. В данной главе рассматриваются стационарные источники выбросов (NO_x), перечисленные в таблице 4.

25. Цель настоящей главы заключается в предоставлении Сторонам Конвенции рекомендаций относительно определения наилучших имеющихся методов, которые позволили бы Сторонам выполнить их обязательства по Протоколу. Представленные варианты наилучших имеющихся методов (НИМ) могут применяться во всех случаях.

Таблица 4. Рассматриваемые категории стационарных источников выбросов NO_x

Категории источников	
1.	Установки, работающие на основе сжигания топлива
a)	котлоагрегаты
b)	газовые турбины
c)	стационарные двигатели
2.	Нефтеперерабатывающие предприятия
3.	Коксовые печи
4.	Производство и обработка металлов:
a)	печи для обжига или спекания металлических руд
b)	установки для производства чугуна или стали (первичная или вторичная плавка), включая непрерывное литье
c)	установки для обработки черных металлов (горячая прокатка)
5.	Установки для производства цементного клинкера во вращающихся или других печах
6.	Установки для производства стекла, включая стекловолокно
7.	Установки для производства азотной кислоты
8.	Установки для сжигания коммунально-бытовых, опасных и медицинских отходов и осадка, образующегося в результате очистки сточных вод

26. Настоящая глава подготовлена на основе информации о вариантах и методах предупреждения и сокращения выбросов NO_x, их эффективности и связанных с ними затратах, которая содержится в техническом справочном документе, подготовленном Целевой группой по оценке вариантов/методов борьбы с выбросами NO_x, включая информацию, предоставленную стране, возглавлявшей работу Целевой группы, операторами установок, производителями оборудования для ограничения выбросов NO_x и членами Целевой группы. Технический справочный документ включает также информацию,

содержащуюся в официальной документации Исполнительного органа и его вспомогательных органов, в частности в документации шестого семинара по технологиям ограничения выбросов из стационарных источников, состоявшегося в Будапеште в 1996 году, и другую опубликованную информацию. Он отражает нынешнее положение (апрель 1998 года) в области развития и применения соответствующих вариантов и методов и сопутствующих затрат по сокращению выбросов NO_x из стационарных источников в разбивке по основным категориям источников выбросов.

27. "Наилучшие имеющиеся методы" означает наиболее эффективный и продвинутый этап совершенствования деятельности и методов ее осуществления, который свидетельствует о практической пригодности конкретных методов для заложения, в принципе, основы для определения предельных значений объемов выбросов с целью предупредить и, если это невозможно, в общем сократить выбросы и их воздействие на окружающую среду в целом:

а) "методы" включают как применяемую технологию, так и системы проектирования, сооружения, обслуживания, эксплуатации и вывода из эксплуатации конкретной установки;

б) "имеющиеся методы" означает методы, разработанные настолько, что их можно применять в соответствующем секторе промышленности в экономически и технически реальных условиях с учетом соответствующих затрат и преимуществ, вне зависимости от того, применяются ли или созданы ли эти методы в данной Стороне, при том понимании, что они являются реально доступными для оператора;

с) "наилучшие методы" означает те методы, которые являются наиболее эффективными для достижения высокого общего уровня защиты окружающей среды в целом.

28. При определении наилучших имеющихся методов в целом или в отдельных конкретных случаях особое внимание следует уделять нижеследующим факторам с учетом вероятных затрат и выгод, сопряженных с той или иной мерой, и принципов предосторожности и упреждения:

а) применение малоотходной технологии;

б) использование менее опасных веществ;

с) содействие рекуперации и рециркуляции 1/ веществ и, в надлежащих случаях, отходов, образующихся и используемых в ходе технологического процесса;

д) сопоставимые процессы, установки или методы, которые были с успехом испытаны в промышленных масштабах;

- e) технологические достижения и изменения в сфере научных знаний и понимания;
- f) характер, воздействие и объем соответствующих выбросов;
- g) сроки ввода в эксплуатацию новых или существующих установок;
- h) период времени, который необходим для внедрения наилучшего имеющегося метода;
- i) потребление и природа сырьевых материалов (включая воду), используемых в ходе процесса, и их энергоэффективность;
- j) необходимость предупреждать или сводить к минимуму общее воздействие выбросов на окружающую среду и риски для нее;
- k) необходимость предупреждать аварии и сводить к минимуму последствия для окружающей среды.

29. В настоящей главе затрагиваются меры по ограничению выбросов NO_x , рассматриваемых как совокупность закиси азота (NO) и диоксида азота (NO_2), выраженная через NO_2 . Однако при планировании мер или методов ограничения выхода NO_x из источников, из которых происходят выбросы других компонентов, в частности окислов серы (SO_x), летучих органических соединений (ЛОС), аммиака (NH_3), парниковых газов (например CO_2 и N_2O), твердых частиц (включая тяжелые металлы) и стойких органических загрязнителей (СОЗ), их целесообразно рассматривать в сочетании с вариантами ограничения выбросов этих конкретных загрязнителей в целях максимального повышения результативности принимаемых мер и сведения к минимуму воздействия загрязнителей на окружающую среду. Следует принять во внимание соответствующее компенсирующее влияние различных загрязнителей. Это особенно важно в случае применения мер, учитывающих многообразие загрязнителей и видов их воздействия.

А. Общие вопросы

30. Существует несколько возможностей для ограничения или предупреждения выбросов NO_x из стационарных источников. Как правило, различают меры первичного, вторичного (доочистка или очистка в конце технологического процесса) и структурного характера. Если не указывается иного, то предлагаемые меры можно применять на существующих и новых установках. Ниже приводится общий перечень имеющихся мер, которые могут также применяться в комбинации:

- a) повышение эффективности существующих технологий ограничения выбросов NO_x ;

- b) регулирование энергопотребления (эффективное и рациональное использование энергии);
- c) соответствующая конструкция котлоагрегатов;
- d) совершенствование технологии сжигания;
- e) модификация процессов горения (первичные меры);
- f) новые концепции технологий сжигания;
- g) очистка отходящих газов (вторичные меры);
- h) рациональные методы ведения домашнего хозяйства (например, регулярное обслуживание, надлежащий контроль).

1. Меры структурного характера

31. Применение экологически чистого топлива и рациональное использование энергии позволяют сократить выбросы NO_x . Как правило, применение определенных видов топлива определяется структурой энергоснабжения страны. Таким образом, возможности использования топлива с низким уровнем выбросов NO_x , как правило, ограничены. Хотя и существует значительный технический потенциал для сокращения выбросов NO_x за счет перехода к более чистым видам топлива, реализация этого потенциала зависит от конкретных условий страны, в частности от ее инфраструктуры и политики. С другой стороны, можно добиться значительного сокращения потребления энергии в самых различных производственных процессах на основе регулирования энергопотребления, например экономии энергии, перехода к более эффективной технологии и регулирования спроса. Затраты на меры по регулированию энергопотребления могут оказаться ниже, чем расходы на дополнительное энергоснабжение. Регулирование энергопотребления может существенно содействовать уменьшению загрязнения атмосферы. Очистку топлива для удаления из него азота не следует рассматривать в качестве коммерческой альтернативы. В то же время более широкое применение гидроочистки на нефтеперерабатывающих заводах также позволяет сократить содержание азота в конечной продукции.

2. Первичные и вторичные меры

32. В целях обеспечения наиболее действенного сокращения выбросов NO_x , помимо мер регулирования энергопотребления, следует рассмотреть комбинацию различных технических вариантов (переход на другие виды топлива, другие технологии сжигания, модификация технологического процесса и зоны горения, очистка топочных газов). Кроме того, для

выявления наилучших комбинаций, предполагающих модификацию процесса сжигания и очистку топочных газов, необходимо провести оценку этих методов непосредственно на месте, с тем чтобы проверить, насколько они обеспечивают достижение установленных норм выбросов.

33. Модификация технологического процесса и процесса сжигания используется для сокращения количества NO_x , образующихся в процессе сжигания топлива. Эти меры включают регулирование количества воздуха, подаваемого в зону горения, температуры пламени, состава топливно-воздушной смеси и т.д. Одни меры можно применять в порядке усовершенствования оборудования, другие - на новых установках, но они могут быть также применимы и для усовершенствования. Могут существовать некоторые ограничения в отношении эффективности и применимости рассматриваемых мер. Эти меры широко используются по отдельности или в комбинации:

- a) сжигание топлива с малой подачей воздуха;
- b) предварительный нагрев воздуха, подаваемого в ограниченном количестве 2/;
- c) автоматически отключаемые горелки 2/;
- d) сжигание в пламени со смещенным потоком 2/;
- e) горелки с низким уровнем выбросов NO_x ;
- f) рециркуляция топочных газов;
- g) сжигание под острым дутьем;
- h) сокращение количества NO_x в печи или дожиг;
- i) впрыск воды/пара и сжигание бедной/предварительно подготовленной топливной смеси 3/.

34. Такие технологии ограничений выбросов NO_x , как дожиг, хорошо разработаны и могут применяться при использовании любых горючих материалов. Согласно сообщениям, дожиг, применяемый отдельно или в сочетании с другими первичными мерами, позволяет достичь уровня сокращения NO_x до 70-80%. Дожиг имеет ряд таких преимуществ, как совместимость с другими первичными мерами по сокращению выбросов NO_x , простота внедрения, использование стандартного топлива (нефтяное или газовое) в качестве восстановителя, не нужно никаких добавок и требуется мало дополнительной энергии. Следует упомянуть особенно хорошие результаты применения дожига на крупных установках, работающих на нефтяном топливе, а также опыт в использовании угля в качестве восстанавливающего агента. В настоящее время топливо все чаще используется также в качестве восстанавливающего агента.

35. Сокращения выбросов NO_x можно также достичь за счет применения таких традиционных технологий с низким уровнем выбросов NO_x , как сжигание топлива в псевдоожиженном слое. Эту технологию можно применять в отношении самых различных видов топлива (уголь, биомасса, остаточные нефтепродукты и т.д.). Благодаря довольно низким температурам горения (около 850°C) и обязательной подготовке воздуха эта технология позволяет обеспечить значительное сокращение выбросов NO_x и может, как правило, использоваться отдельно без мер вторичного порядка. Сжигание в кислородной среде является еще одним способом сокращения выбросов NO_x ; до последнего времени промышленное применение этого метода ограничивалось сферой производства стекла.

36. Основные модификации зоны горения включаются главным образом в конструкцию котлоагрегата и горелок. Например, конструкция современной печи предусматривает использование оборудования для сжигания топлива под острым дутьем. Самая последняя конструкция горелок с низким выбросом NO_x предполагает как подготовку воздуха, так и подготовку топлива (дожигание на уровне горелок).

37. В отличие от большинства технологий сжигания применение модификаций камер или процессов сгорания в промышленных установках, работающих на основе сжигания топлива, обусловлено целым рядом технологических ограничений. Например, в печах для изготовления цемента или стекловаренных печах для получения требуемого качества продукции необходимо поддерживать определенную высокую температуру или обеспечивать равномерное распределение температуры в печи. Типичными примерами модификации зоны горения являются горелки с поэтапным сжиганием топлива/низким уровнем выбросов NO_x , рециркуляция топочных газов и оптимизация процесса (например, предварительный обжиг в цементных печах).

38. Процесс избирательного каталитического восстановления (ИКВ) является наиболее отработанным и широко используемым процессом очистки топочных газов, который характеризуется высокой эффективностью удаления NO_x (в некоторых секторах эта эффективность может достигать, в зависимости от конкретного случая, 95%) и общедоступностью. В процессе ИКВ обычно используются аммиак или мочевины в качестве восстановителей, однако наиболее часто для этой цели применяется хранящийся под высоким давлением ангидрид аммония. В Европе, главным образом, в конструкции котлоагрегатов успешно применяются различные установки ИКВ, использующие эти добавки. Применение ИКВ на установках, работающих на газе, может снизить выбросы NO_x до очень низкого уровня. Этот процесс применяется на установках, работающих на газе, нефтепродуктах и угле. Срок службы катализатора является гораздо более продолжительным, чем предполагалось первоначально, и достигает 6-10 лет на установках, работающих на угле, и 8-12 лет на установках, работающих на газе и нефти; при этом более низкие значения отмечаются в случае большого выхода пылевидных частиц, а более высокие - при очистке отходящих газов. Процесс ИКВ применяется также в небольших топочных устройствах и представляет собой хорошо отработанную технологию по удалению NO_x при сжигании топлива в котлоагрегатах и в отдельных промышленных процессах, в том числе:

- a) на установках по производству азотной кислоты;
- b) в стекловаренных печах;
- c) при производстве цемента (проверка применимости ИКВ проводилась в экспериментальном масштабе; ведется сооружение полномасштабной установки);
- d) в печах нефтеперерабатывающих заводов;
- e) при сжигании опасных отходов (главным образом в печах роторного типа);
- f) при сжигании бытовых отходов (главным образом в колосниковых печах);
- g) при сжигании больничных и прочих особых отходов на коммунальных или промышленных предприятиях (печи роторного типа, пиролизные установки, при сжигании в псевдоожиженном слое таких промышленных отходов, как осадочные отложения, остаточные нефтепродукты, отходы производства), в том числе в довольно небольших установках ($<10 \text{ МВт}_T$).

39. Процесс избирательного некаталитического восстановления (ИНКВ) применяется на малых и средних установках со средним содержанием NO_x в газах, подлежащих очистке. Процесс ИНКВ применяется в самых различных топочных устройствах и технологических печах (для производства стекла и цемента), а также в мусоросжигательных установках. Процесс ИНКВ, как правило, обеспечивает сокращение выбросов NO_x на 30-70%. В сочетании с рециркуляцией топочных газов этот процесс представляет собой привлекательную и надежную технологию умеренного сокращения выбросов NO_x (50-80%), главным образом в случае небольших топочных устройств и в промышленных процессах.

40. Другие технологии очистки топочных газов предполагают одновременное удаление NO_x и SO_2 . Процесс, основанный на использовании активированного угля (АУ), является вариантом, используемым лишь в небольшом числе случаев, поскольку он дорогостоящий и обеспечивает лишь ограниченное сокращение выбросов NO_x (порядка 60%). Процесс удаления окислов серы и окислов азота дает некоторые преимущества в случае сырья с большим содержанием серы.

3. Затраты

41. При выборе вариантов/методов сокращения выбросов NO_x из целого ряда мер и при разработке макроэкономической стратегии регулирования выбросов NO_x на национальном или региональном уровнях важное значение имеет определение инвестиционных и эксплуатационных затрат, связанных с такими вариантами/методами. Подробный анализ данных о затратах (соответствующих инвестиционных и эксплуатационных расходов)

приводится в справочном документе Целевой группы по оценке вариантов/методов ограничения выбросов NO_x , касающемся наилучших имеющихся методов. Соответствующие данные основываются на результатах практической работы. Были собраны соответствующие данные по существующим и новым установкам: для последней категории установок размер инвестиционных затрат обычно является значительно более низким.

42. В таблице 5 приводятся примеры инвестиционных и эксплуатационных затрат по подборке соответствующих комбинаций мер первичного и вторичного характера, которые применимы в рассматриваемых секторах. Указанные примеры конкретно привязаны к определенным соответствующим параметрам, таким, как время работы в течение года, объем отходящих газов и содержание в них загрязнителей, мощность базовой установки, вид топлива и т.д. Таким образом, эти данные приводятся лишь в качестве примера и их не следует воспринимать как значения, применимые в широком плане. В таблице 3 приводятся наиболее важные параметры для определения эксплуатационных затрат на примере процесса ИКВ. Эти примеры позволяют получить представление о методике, которая применялась для оценки затрат в техническом справочном докладе Целевой группы по оценке вариантов/методов ограничения выбросов NO_x .

Таблица 5. Инвестиционные и эксплуатационные затраты, связанные с использованием вариантов ограничения выбросов NO_x (модификация существующих установок)*

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Инвестиции <u>a</u> / [евро]	Эксплуатационные затраты <u>b</u> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Mг NO_x /год]
Котлоагрегаты				
Котлоагрегат теплоцентрали;	Горелка с низким уровнем выбросов NO_x	13 300 000	1 400 000	3 560
Топливо: каменный уголь	Горелка с низким уровнем выбросов NO_x и сжигание под острым дутьем	16 100 000	1 500 000	4 100
Мощность: 1 500 МВт	Горелка с низким уровнем выбросов NO_x и ИКВ	61 300 000	6 400 000	8 110
Время работы: 5 500 час/год	Горелка с низким уровнем выбросов NO_x , сжигание под острым дутьем и НКВ	17 500 000	2 200 000	6 770
	Горелка с низким уровнем выбросов NO_x , сжигание под острым дутьем и ИКВ	64 100 000	6 500 000	8 200

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Инвестиции <u>a</u> / [евро]	Эксплуатационные затраты <u>b</u> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Mг NO _x /год]
Котлоагрегат теплоцентрали; Мощность: 600 МВт _т Топливо: каменный уголь Время работы: 1 500 час/год	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x	7 000 000	430 000	390
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и сжигание под острым дутьем	8 500 000	505 000	450
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	32 000 000	1 930 000	885
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x , сжигание под острым дутьем и ИНКВ	9 200 000	610 000	740
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x , сжигание под острым дутьем и ИКВ	33 500 000	2 000 000	895
Промышленный котлоагрегат Топливо: природный газ Мощность: 160 МВт _т Время работы: 6 000 час/год	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x	2 800 000	170 000	140
Промышленный котлоагрегат Топливо: технологический газ Мощность: 160 МВт _т Время работы: 6 000 час/год	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИНКВ	1 500 000	240 000	830
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	3 400 000	560 000	1 040
	Рециркуляция топочных газов и ИНКВ	1 300 000	210 000	780
	Рециркуляция топочных газов и ИКВ	3 200 000	530 000	1 030
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x , рециркуляция топочных газов и ИНКВ	2 000 000	310 000	920
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x , рециркуляция топочных газов и ИКВ	3 850 000	630 000	1 070

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Инвестиции <u>a</u> / [евро]	Эксплуатационные затраты <u>b</u> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Mг NO _x /год]
Котлоагрегат теплоцентрали, промышленный котлоагрегат, обычное сжигание распыленного угля Топливо: уголь Мощность: 160 МВт _т Время работы: 6 000 час/год	Циркулирующий псевдоожиженный слой	10 700 000	830 000	760
	ИНКВ за счет сжигания в псевдоожиженном слое	290 000	74 000	152
Котлоагрегат для отопления коммерческих и общественных зданий Топливо: тяжелое дизельное топливо Мощность: 5 МВт _т Время работы: 2 000 час/год	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x	245 000	13 000	3,1
	Сжигание под острым дутьем	51 000	2 500	0,75
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и сжигание под острым дутьем	295 000	15 700	3,6
	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и рециркуляция топочных газов	295 000	16 500	4,5
Газовые турбины				
Комбинированный цикл Выходная мощность: 150 МВт _{эл} Топливо: природный газ Время работы: 6 000 час/год	ПМ	2 050 000	370 000	670
	ИКВ	27 000 000	3 110 000	1 145

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Инвестиции <u>a</u> / [евро]	Эксплуатационные затраты <u>b</u> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Mг NO _x /год]
Простой цикл	ПМ	360 000	36 000	70
Выходная мощность: 30 МВт _{эл}	ИКВ	5 400 000	380 000	115
Топливо: природный газ	ПМ и ИКВ	4 000 000	300 000	125
Время работы: 2 000 часов/год				
Теплоэлектроцентраль в промышленности	ПМ	550 000	50 000	685
Выходная мощность газовой турбины: 25 МВт _{эл}	ИКВ	4 500 000	600 000	1 165
Топливо: Дизельное топливо	ПМ и ИКВ	5 050 000	610 000	1 265
Время работы: 8 000 часов/год				
Комплексный цикл газификации угля и комбинированного производства энергии <u>c</u> /	ПМ	5 400 000	700 000	4 000
Выходная мощность: 450 МВт _{эл}	ИКВ	81 000 000	10 000 000	6 900
Топливо: тяжелое дизельное топливо				
Время работы: 8 000 ч/год				
Стационарные двигатели				
Традиционное сжигание обогащенной смеси	Обедненная смесь	10 000	-3 000	40
Топливо: природный газ				
Выходная мощность: 600 кВт _{эл}	Трехкомпонентный катализатор	40 000	2 500	40
Время работы: 5 000 ч/год				

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Инвестиции <u>a</u> / [евро]	Эксплуатационные затраты <u>b</u> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг NO _x /год]
Усовершенствованное сжигание обедненной смеси Топливо: природный газ Выходная мощность: 600 кВт _{эл} Время работы: 5 000 ч/год	ИКВ	50 000 <u>c</u> /	15 000	5
Дизельный двигатель Топливо: тяжелое дизельное топливо Выходная мощность: 20 МВт _{эл} Время работы: 5 000 ч/год	ИКВ	230 000	40 000	650
Дизельный двигатель Топливо: дизельное топливо Выходная мощность: 3 МВт _{эл} Время работы: 5 000 ч/год	Рециркуляция отходящих газов	15 000	5 000	26
	ИКВ	60 000	9 000	78
	Рециркуляция отходящих газов и ИКВ	75 000	9 000	80
Производство чугуна и стали: агломерационные фабрики				
Агломерационная машина с движущейся колосниковой решеткой Топливо: коксовая мелочь Производительность: 12 000 Мг агломерата/год Время работы: 8 400 ч/год	Рециркуляция топочных газов	5 000 000	-200 000 <u>e</u> /	2 000
	ИКВ	50 000 000	5 300	3 200

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Инвестиции а/ [евро]	Эксплуатационные затраты б/ [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг NO _x /год]
Производство цемента				
Сухой процесс с предварительным подогревом/ предварительным обжигом Топливо: уголь	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и поэтапное сжигание в случае печи с предварительным обжигом	0	0	340
Производительность: 2 000 Мг/день Время работы: 5 000 ч/год	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИНКВ	2 175 000	125 000 - 340 000	460
Сухой процесс с предварительным подогревом/ предварительным обжигом Топливо: уголь Производительность: 2 000 Мг/день; Время работы: 8 000 ч/год	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	6 400 000	< 300 000	960
Производство стекла: тарное стекло				
Производство бесцветного и цветного стекла Регенеративно нагреваемая поверхность Топливо: природный газ Производительность: 400 Мг/день Время работы: 8 760 ч/год	МЗГ <u>g</u> /	600 000	30 000	300
	Дожиг	250 000	200 000	470
	Плавильная печь с низким уровнем выбросов NO _x	2 000 000	100 000	550
	Сжигание в кислородной среде	-1 200 000 <u>g</u> /	1 200 000	630
	ИНКВ	1 000 000	130 000	390
	ИКВ	4 000 000	500 000	550
	МЗГ и ИНКВ	1 580 000	161 000	550
	МЗГ и ИКВ	4 390 000	536 000	650
Производство бесцветного и цветного стекла Регенеративно нагреваемая поверхность Топливо: природный газ Производительность: 400 Мг/день Время работы: 8 760 ч/год	МЗГ <u>f</u> /	360 000	18 000	76
Производство азотной кислоты				
Производство азотной кислоты средней концентрации Установка с большим перепадом давления Производительность: 1 000 Мг/день Время работы: 8 400 ч/год	ИКВ	2 000 000	300 000	950

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Инвестиции <u>a/</u> [евро]	Эксплуатационные затраты <u>b/</u> [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг NO _x /год]
Производство азотной кислоты высокой концентрации Производительность: 500 Мг/день Время работы: 8 400 ч/год	ИКВ	1 200 000	200 000	800
Сжигание отходов: сжигание бытовых или муниципальных отходов				
Мусоросжигательная установка с движущейся колосниковой решеткой Роторная печь Производительность: 30 Мг/день Время работы: 8 400 ч/год	ПМ	300 000	30 000	100
	ИНКВ	1 000 000	200 000	350
	ИКВ	26 000 000	2 000 000	430
	ПМ и ИНКВ	1 300 000	230 000	380
	ПМ и ИКВ	26 300 000	2 000 000	440
<u>a/</u> Зависит, в частности, от скорости потока отходящих газов, производительности, периферийных условий и т.д. <u>b/</u> Зависит, в частности, от расхода отходящих газов, концентрации NO _x в отходящих газах на входе, времени работы в течение года, степени сокращения выбросов NO _x и т.д. <u>c/</u> Ограниченный эксплуатационный опыт. <u>d/</u> Включая небольшой катализатор окисления. <u>e/</u> В связи с пониженным потреблением коксовой мелочи. <u>f/</u> Например, малая подача воздуха, предварительный нагрев воздуха, подаваемого в ограниченном количестве, поэтапное сжигание. <u>g/</u> В сравнении с обычным сжиганием воздушной смеси.				
ПМ = Первичная мера МЗГ = Модификация зоны горения ИНКВ = Избирательное некаталитическое восстановление ИКВ = Избирательное каталитическое восстановление НИКВ = Неизбирательное каталитическое восстановление (трехкомпонентный каталитический нейтрализатор)				

* Затраты выражены в евро, что равняется ЭКЮ 1995 года.

Таблица 6. Основные компоненты расходов и соответствующие параметры, которые учитывались при оценке эксплуатационных затрат (евро/год), связанных с применением технологии ИКВ (для водного раствора аммиака)

Параметры → Основные компоненты расходов ↓	Расход отходящих газов	К (NO _x на входе)	Время работы в течение года (часов/год)	Сокращение NO _x	Доля NO _x в общем объеме NO _x	Относительная значимость
Непосредственные эксплуатационные затраты, связанные с потреблением исходных материалов						
Потребление аммиака <u>a/</u>	•	•	•	•	•	++
Потребление электроэнергии <u>a/</u>	•		•			++
Потребление топлива <u>b/</u>	•		•			+
Замена катализатора <u>a/</u>	•		•			+++
Персонал			•			+
Эксплуатационные затраты, связанные с основными фондами						
Обслуживание и ремонт	•	•		•		++
Налоги	•	•		•		+
Страхование	•	•		•		+

К (NO_x на входе) = концентрация NO_x в топочных газах на входе в катализатор

a/ Доминирующая позиция вместе с капитальными затратами (не учитываются в таблице 3).

b/ Следует учитывать при низком содержании загрязнителей или пыли.

Что касается эксплуатационных затрат, связанных с основными фондами, то следует учитывать, что на долю амортизационных отчислений и ссудного процента (капитальные затраты) приходится наибольшая часть расходов (не учитываемых в таблице 6) для технологии ИКВ.

43. При определении расходов по сокращению выбросов NO_x в том или ином секторе конкретной страны необходимо принимать во внимание такие параметры, как:

- распределение производственных процессов по мощностям;

- распределение производственных процессов по срокам службы и предельно допустимым срокам эксплуатации;
- переходные периоды/сроки внедрения в случае технологических преобразований;
- технологии производства и методы сокращения выбросов, уже применяющиеся в соответствии с действующим законодательством;
- темпы развития будущей деятельности по секторам;
- характер сырья, технологического проектирования и эксплуатации.

Для получения этой информации необходимо проделать более углубленный анализ, чем тот, который приводится в таблице 6. В справочном документе излагается методика, основанная на концепции "базовой установки", и приводятся необходимые данные (инвестиции, годовые эксплуатационные затраты) с учетом набора соответствующих параметров, упомянутых выше, для оценки этих расходов.

44. Для усовершенствования функций национальных расходов необходимо обеспечить, чтобы они должным образом отражали положение в конкретной стране. Поэтому в рамках многоуровневого подхода определение приоритетности вариантов для конкретной страны по различным секторам следует сочетать с анализом на уровне конкретной деятельности применительно к данной стране. И наконец, функция национальных расходов должна явиться результатом рассмотрения оптимальных способов приспособления системы производства со временем к различным требованиям сокращения выбросов NO_x . Это включает не только принятие мер по сокращению выбросов в конце производственного цикла, но и структурные преобразования секторов.

4. Побочные последствия

45. Следует учитывать побочные последствия внедрения вариантов/методов сокращения выбросов. Особое внимание следует уделять тому, как сказываются меры по сокращению выбросов NO_x на решение смежных проблем загрязнения атмосферы, например проблем сокращения выбросов аммиака, образующихся на некоторых объектах, где принимаются меры по сокращению выбросов NO_x . Кроме того, следует учитывать аспекты воздействия на различные среды с точки зрения возникновения или увеличения загрязнения водных ресурсов и образования отходов, что может явиться результатом применения тех или иных вариантов/методов сокращения выбросов NO_x . В то же время эти побочные последствия можно, как правило, ограничить посредством правильного проектирования и эксплуатации объектов. В частности, побочными последствиями, которые следует учитывать в связи с различными методами сокращения выбросов NO_x , являются:

a) модификация зоны горения: возможными побочными последствиями являются сокращение общей энергоэффективности, более активное образование CO и выбросов углеводородов, коррозия под влиянием восстановительных процессов, увеличение содержания несгоревшего углерода в зольной пыли;

b) сжигание в псевдоожиженном слое: этот метод позволяет также значительно сократить выбросы SO_x . Одним из возможных недостатков систем сжигания в псевдоожиженном слое может быть более активное образование N_2O при определенных технологических условиях. Следует также подумать о том, что делать с образующейся золой в плане ее возможного использования и/или удаления;

c) избирательное каталитическое восстановление: некоторыми возможными побочными последствиями являются появление аммиака в отходящих газах, повышение содержания аммиака в зольной пыли, образование аммиачных солей на заключительных этапах технологического процесса, деактивация катализатора и более активное преобразование SO_2 в SO_3 (коррозия). Однако посредством регулирования работы установки можно обеспечить нужное качество зольной пыли и снизить уровень образования аммиачных солей. Что касается побочных продуктов, то единственным соответствующим продуктом может быть деактивированный катализатор, образующийся в результате процесса ИКВ, хотя это можно считать незначительной проблемой, поскольку срок службы катализатора увеличивается и существуют возможности его переработки;

d) избирательное некаталитическое восстановление: побочными последствиями, которые следует учитывать, являются присутствие аммиака в отходящем газе, образование аммиачных солей на завершающих этапах технологического процесса, формирование N_2O при использовании, например, мочевины в качестве компонента восстановительной смеси и высвобождение CO;

e) производство таких реагентов, как аммиак и мочевина, для процессов очистки топочных газов предполагает принятие ряда отдельных мер, которые требуют затрат энергии и реактивов. Система хранения аммиака требует соблюдения соответствующих правил техники безопасности; они проектируются как полностью замкнутые системы, допускающие минимальное высвобождение паров аммиака. Считается также допустимым использование NH_3 , даже с учетом косвенных выбросов, образующихся в ходе производства и транспортировки этого соединения.

В. Секторальные проблемы

1. Установки, основанные на сжигании топлива

46. В настоящем разделе рассматриваются котлоагрегаты (небольшие: 1-10 МВт_т, средние: 10-50 МВт_т и крупные: >50 МВт_т), газовые турбины (>1 МВт_{эл}) и стационарные двигатели (>100 кВт_{эл}). Под приведенными классами мощности подразумевается номинальная тепловая мощность, основанная на низшей теплоте сгорания (НТС) соответствующего топлива.

47. Новые концепции технологий сжигания топлива с более высоким тепловым кпд и более низким уровнем выбросов NO_x включают турбины с камерой сгорания, сжигание топлива в псевдоожиженном слое при атмосферном давлении и под давлением, комплексный процесс газификации угля и выработки энергии по комбинированному циклу, газовые турбины комбинированного цикла, совместное производство тепла и электроэнергии и котлоагрегаты сверхкритического давления:

а) Стационарные турбины с камерой сгорания могут быть также включены в конструкцию существующих обычных электростанций (так называемый газопаротурбинный цикл). Общий кпд можно повысить на 5-6%, но достижимый уровень сокращения NO_x будет зависеть от конкретных условий на объекте. Может потребоваться серьезная модификация существующих котлоагрегатов;

б) Сжигание в псевдоожиженном слое представляет собой технологию сжигания каменного угля и лигнита, а также таких низкосортных топлив, как горючие отходы, торф и древесина. Дополнительное сокращение выбросов можно обеспечить за счет комплексного регулирования зоны горения в системе. В секторе преобразования энергии сжигание в псевдоожиженном слое при атмосферном давлении представляет собой хорошо отработанную технологию, применяющуюся в коммерческом масштабе. Топочные устройства для сжигания в циркулирующем псевдоожиженном слое являются более распространенными, чем устройства с кипящим псевдоожиженным слоем. В настоящее время в мире применяется более 200 систем сжигания в циркулирующем псевдоожиженном слое с общей тепловой мощностью порядка 26 000 МВт_т и 15 систем сжигания в псевдоожиженном слое под давлением (с мощностью порядка 5 000 МВт_т);

с) Комплексный процесс газификации угля и комбинированного производства энергии предполагает использование в газовых и паровых турбинах газификации угля и комбинированную выработку электроэнергии и тепла. Газифицированный уголь сжигается в камере сгорания газовой турбины. Имеется также технология для сжигания тяжелых фракций нефти. Установленная мощность в настоящее время составляет порядка 1 000 МВт_т (пять станций). Однако этот процесс еще не доведен до уровня, который в полной мере обеспечивал бы ему коммерческий сбыт;

d) В настоящее время сооружаются газовые электростанции комбинированного цикла, оснащенные современными газовыми турбинами с общим энергетическим кпд, превышающим 55%, и низким уровнем выбросов NO_x;

e) Комбинированная выработка электроэнергии и тепла на так называемых теплоэлектроцентралях представляет собой одну из возможностей экономии топлива (энергопотребление сокращается на 50% по сравнению с отдельным производством электроэнергии и тепла). Хотя электрический кпд снижается вследствие отбора пара, общий кпд на теплоэлектроцентралях составляет порядка 70-90%;

f) Еще одной мерой для повышения кпд обычных электростанций является использование котлоагрегатов, работающих в сверхкритическом режиме. Энергетический кпд всей системы может достигать 43% для установок, работающих на каменном угле, 41% для установок, работающих на лигните, и 56% для установок комбинированного цикла, работающих на газе.

48. В таблице 7 приведены набор применимых методов сокращения выбросов и соответствующие показатели концентраций чистого газа, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов.

Таблица 7. Источники выбросов NO_x и отдельные меры по их сокращению с указанием соответствующих концентраций чистого газа для установок, работающих на основе сжигания топлива*

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м ³ н.у.)
Небольшие котлы 1-10 МВт, средние котлы 10-50 МВт		
Котел с сухим днищем; топливо: каменный уголь (>10 МВт)	Первичные меры (ПМ)	400-600
Котел; топливо: легкое дизельное топливо	ПМ	150-300
Котел; топливо: тяжелое дизельное топливо	ПМ	300-600
Котел; топливо: природный газ	ПМ	50-150
Сжигание в циркулирующем псевдоожиженном слое; топливо: уголь, торф, биомасса и т.д.	никаких дополнительных мер	150-300
Сжигание в кипящем псевдоожиженном слое; топливо: уголь, кора, нефть, осадки, и т.д.	никаких дополнительных мер	200-400
Промышленный котел; топливо: технологический газ	ПМ	100-300

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м³ н.у.)
Крупные котлы >50 МВт_т		
Котел с сухим днищем Топливо: каменный уголь	ПМ	300-600
	ПМ и ИКВ (многие виды котлов)	80-150
	ПМ и ИКВ (многие виды котлов)	
Котел Топливо: тяжелое дизельное топливо	ПМ (без дожига)	250-500
	ПМ (включая дожиг)	≤200
Котел; топливо: природный газ	ПМ и ИКВ	60-150
	ПМ	50-200
Котел с влажным днищем Топливо: каменный уголь	ПМ и ИКВ (остаточный газ)	≤150
	ПМ и ИНКВ	≤200
Сжигание в псевдоожиженном слое под давлением Топливо: каменный уголь	никаких дополнительных мер	150-200
	ИКВ и/или НИКВ	≤100
Сжигание в циркулирующем псевдоожиженном слое Топливо: уголь, торф, биомасса и т.д.	никаких дополнительных мер	150-300
	ИНКВ	100-200
Сжигание в кипящем псевдоожиженном слое; топливо: уголь, кора, нефть, осадки, и т.д.	никаких дополнительных мер	200-400
	ИНКВ	130-200
Промышленные котлоагрегаты Топливо: технологический газ	ПМ	100-300
	ПМ и ИКВ	100-200
Газовые турбины		
Простой цикл, комбинированный цикл, совместная выработка тепла и электроэнергии (до дополнительного сжигания), механический привод		
Топливо: природный газ	ПМ	50-150
	ИКВ	10-50
Топливо: дизельное топливо или технологический газ	Влажное регулирование	100-200
	ИКВ	20-100
Комплексный цикл газификации угля и комбинированного производства энергии		
Топливо: уголь или тяжелое дизельное топливо	Введение азота и пара	50-100

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м³ н.у.)
Стационарные двигатели		
Четырехтактные двигатели с искровым зажиганием (карбюраторные двигатели)		
Сжигание традиционной богатой смеси	НИКВ (трехкомпонентный каталитический нейтрализатор)	350
Сжигание улучшенной объединенной смеси	никаких дополнительных мер	300-550
	ИКВ	100
Двигатели с воспламенением от сжатия (дизельные двигатели)		
Топливо: тяжелое дизельное топливо	ИКВ	400-1000
	Рециркуляция отходящего газа и ИКВ	200-500
Топливо: дизельное топливо	ИКВ	360-500
	Рециркуляция отходящего газа и ИКВ	180-240
Котлоагрегаты: твердое топливо: избыток O₂ - 6%; жидкое топливо: избыток O₂ -3%; газообразное топливо: избыток O₂ - 3%, Газовые турбины: избыток O₂ - 15%; Стационарные двигатели: избыток O₂ - 5%. Эти значения применяются к различным концентрациям входящего газа и действительны при работе рассматриваемых установок на базовых нагрузках. ПМ: первичные меры НИКВ: неизбирательное каталитическое восстановление (трехкомпонентный каталитический нейтрализатор)		

* Выражено в виде среднедневной величины, также в таблицах 8-14.

2. Нефтеперерабатывающие заводы

49. В настоящем разделе рассматриваются процессы сжигания топлива на нефтеперерабатывающих заводах, где отсутствует непосредственный контакт между топочными газами и продуктами. Наиболее важными источниками выбросов NO_x на нефтеперегонных установках являются технологические нагреватели для подогрева сырой нефти и нефтепродуктов.

50. Значительную часть топлива, используемого в технологических нагревателях, составляет нефтезаводской газ. Нефтезаводской газ состоит из целого ряда компонентов, образующихся в ходе различных процессов, что объясняет различный уровень выбросов NO_x . В качестве топлива на нефтеперерабатывающих заводах используется также природный газ, нефтяной кокс, тяжелое дизельное топливо и другие отходы, образующиеся в результате перегонки нефти при атмосферном давлении и вакуумной перегонки, каталитического крекинга жидкой фазы и термического каталитического крекинга (ТКК). В таблице 8 приведены набор применимых методов сокращения выбросов и соответствующие показатели концентраций чистого газа, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов.

Таблица 8. Источники выбросов NO_x и отдельные меры по их сокращению с указанием соответствующих концентраций чистого газа для нефтеперегонных установок

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м^3 н.у.)
Технологический нагреватель; топливо: нефтяной кокс	Первичные меры (ПМ)	≤ 200
Технологический нагреватель; топливо: тяжелое дизельное топливо	ПМ	250-600
Технологический нагреватель; топливо: природный газ	ПМ	50-200
Технологический нагреватель; топливо: технологический газ	ПМ	100-300
Каталитический крекинг жидкой фазы	ИКВ	100-200
Твердое топливо: избыток O_2 - 6%; жидкое топливо: избыток O_2 - 3%; газообразное топливо: избыток O_2 - 3%.		
Эти значения применяются к различным концентрациям входящего газа.		

3. Коксовые печи

51. В настоящем разделе рассматриваются выбросы, образующиеся из коксовых печей при производстве чугуна и стали. В таблице 9 приведены набор применимых методов сокращения выбросов и соответствующие показатели концентраций чистого газа, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов.

Таблица 9. Источники выбросов и отдельные меры по их сокращению с указанием соответствующих концентраций чистого газа для коксовых печей при производстве чугуна и стали

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м ³ н.у.)
Топливо: коксовый газ	Модификация зоны горения	≤60
Топливо: доменный газ	Модификация зоны горения	≤50
Газообразное топливо: избыток O ₂ - 3%.		
Эти значения применяются к различным концентрациям входящего газа.		

4. Производство и обработка металлов

52. В настоящем разделе рассматриваются выбросы из агломерационных фабрик, доменных печей и нагревательных печей в черной металлургии. До настоящего времени не применялось никаких методов сокращения выбросов NO_x из доменных печей. В настоящее время разрабатываются методы прямого восстановления и непосредственной плавки, которые могут уменьшить в будущем потребность в агломерационных фабриках и доменных печах. Применение этих технологий зависит от характеристик руды и требует обработки полученной продукции в электродуговой печи. В таблице 10 приведены набор применимых методов сокращения выбросов и соответствующие показатели концентраций чистого газа, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов.

Таблица 10. Источники выбросов и отдельные меры по их сокращению с указанием соответствующих концентраций чистого газа для агломерационных фабрик и нагревательных печей в черной металлургии

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м ³ н.у.)
Агломерационные фабрики		
Движущаяся колосниковая решетка; Топливо: коксовая мелочь	Рециркуляция топочного газа ИКВ	300-400 100-120
Нагревательные печи		
Топливо: доменный газ	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x	≤390
Топливо: коксовый газ, тяжелое дизельное топливо	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x	≤1 100
Топливо: природный газ, газойль	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x	≤250
Твердое топливо: избыток O ₂ - 6%; жидкое топливо: избыток O ₂ - 3%; газообразное топливо: избыток O ₂ - 3%.		
Эти значения применяются к различным концентрациям входящего газа.		

5. Производство цемента

53. В цементных печах используются ископаемые, а также такие вторичные виды топлива, как, например, отработанное масло или старые автомобильные шины. При производстве клинкера используется несколько типов печей, которые характеризуются различными уровнями выбросов NO_x : длинная влажная роторная печь, длинная сухая роторная печь, сухая роторная печь с циклонным/решетчатым подогревателем, сухая роторная печь с циклонным/решетчатым подогревателем и камерой предварительного отжига, шахтная печь. С точки зрения потребления энергии и возможностей ограничения выбросов предпочтительными являются сухие роторные печи с циклонным/решетчатым подогревателем и камерой предварительного отжига. В Европе используется главным образом сухой процесс, особенно на новых заводах. В современных печах с сухим процессом для повышения, в частности, теплового КПД и производительности используется технология предварительного отжига.

54. В таблице 11 приводятся набор применимых вариантов сокращения выбросов и соответствующие показатели концентраций чистого газа, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов. В нескольких странах на ряде показательных установок в экспериментальных масштабах применялся процесс избирательного каталитического восстановления. Процесс ИКВ пока еще не является распространенной технологией на предприятиях по производству цемента. Однако с учетом положительного опыта, накопленного в последнее время, он в будущем может стать применимым вариантом ограничения выбросов.

Таблица 11. Источники выбросов NO_x и отдельные меры по их ограничению с указанием соответствующих показателей эффективности сокращения и концентраций чистого газа при производстве цемента

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м^3 н.у.)
Сухой процесс с подогревателем/камерой предварительного обжига		
Топливо: уголь	Охлаждение пламени, горелка с низким уровнем выбросов NO_x и поэтапный процесс горения для печи с камерой предварительного обжига	500*
	Горелка с низким уровнем выбросов NO_x и ИНКВ	200-500
	Горелка с низким уровнем выбросов NO_x и ИНКВ	100-200
Твердое топливо: избыток O_2 - 10%.		
Эти значения применяются к различным концентрациям входящего газа.		

* В сочетании с первичными мерами.

6. Производство стекла

55. В настоящем разделе рассматривается производство листового и тарного стекла, стекловолокна, технического стекла (экраны телевизоров, осветительные приборы) и посуды. При производстве стекла на уровень выбросов NO_x значительное влияние оказывают следующие несколько факторов: вид используемого топлива (природный газ, тяжелое дизельное топливо), тип печи (печи с поперечным направлением пламени и подковообразным пламенем; подогреватели с регенерацией тепла и рекуперацией воздуха) и тип производимого стекла (оптическое стекло, прозрачное стекло, окрашенное стекло).

56. В таблице 12 приводятся набор применимых вариантов сокращения выбросов и соответствующие показатели концентраций чистого газа, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов. В последние годы появились некоторые перспективные технологии сокращения выбросов: дожиг и сжигание в кислородной среде. При использовании системы сжигания в кислородной среде следует уделять особое внимание энергоэффективности, чтобы не допустить снижения потенциала для сокращения выбросов NO_x .

Таблица 12. Источники выбросов NO_x и отдельные меры по их ограничению с указанием соответствующих показателей эффективности сокращения и концентраций чистого газа при производстве стекла

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа ($\text{мг/м}^3\text{н.у.}$)
Листовое стекло		
Прозрачное стекло		
Печь с поперечным направлением пламени и регенеративным прогревом; топливо: природный газ	Модификация зоны горения а/ горелка с низким уровнем выбросов NO_x и ИКВ	≤ 500
Печь с поперечным направлением пламени и регенеративным подогревом; топливо: природный газ или тяжелое дизельное топливо	Дожиг	≤ 500
Печь с поперечным направлением пламени и регенеративным прогревом; топливо: тяжелое дизельное топливо	Модификация зоны горения и горелка с нижним уровнем выбросов NO_x	≤ 600
Окрашенное стекло		
Печь с поперечным направлением пламени и регенеративным подогревом; топливо: природный газ	Модификация зоны горения а/ и горелка с низким уровнем выбросов NO_x	500-800
	Модификация зоны горения а/ горелка с низким уровнем выбросов NO_x и ИКВ	≤ 500
Печь с поперечным направлением пламени и регенеративным подогревом; топливо: природный газ или тяжелое дизельное топливо	Дожиг	≤ 500

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа (мг/м³н.у.)
Тарное стекло		
Печь с регенеративным подогревом; топливо: природный газ	Горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	≤350
	Модификация зоны горения <u>a/</u> и горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	≤600
	Сжигание в кислородной среде <u>b/</u>	≤400
	Дожиг	≤500
Печь с регенеративным подогревом; топливо: тяжелое дизельное топливо	Модификация зоны горения <u>a/</u> и горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	≤450
	Сжигание в кислородной среде <u>b/</u>	≤300
	Дожиг	≤500
Печь с регенеративным подогревом; топливо: природный газ	Модификация зоны горения <u>a/</u> и горелка с низким уровнем выбросов NO _x	≤350
Стекловолокно		
Печь с рекуперативным подогревом; топливо: природный газ	Сжигание в кислородной среде <u>b/</u>	≤300
Печь с регенеративным подогревом; топливо: тяжелое дизельное топливо	Сжигание в кислородной среде <u>b/</u>	≤250
Специальные виды стекла		
Техническое стекло		
Печь с рекуперативным подогревом; топливо: природный газ	Модификация зоны горения <u>a/</u> и горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	≤600
	Сжигание в кислородной среде <u>b/</u>	≤400
Печь с рекуперативным подогревом; топливо: тяжелое дизельное топливо	Модификация зоны горения <u>a/</u> и горелка с низким уровнем выбросов NO _x и ИКВ	≤450
	Сжигание в кислородной среде <u>b/</u>	≤300
Твердое, жидкое и газообразное топливо: избыток O₂ - 8%. Эти значения применяются к различным концентрациям входящего газа. <u>a/</u> Например, малая подача воздуха, предварительный подогрев воздуха, подаваемого в ограниченном количестве, поэтапное сжигание. <u>b/</u> Соотносится для сравнения к общему потоку массы NO_x в выбросах.		

7. Производство азотной кислоты

57. При производстве азотной кислоты используются два технологических метода: первый предусматривает производство азотной кислоты средней концентрации (50-75% по весу), а второй - высокой крепости (98% по весу) посредством непосредственного осуществления

технологического процесса или же путем экстрактивной дистилляции (на основе использования азотной кислоты средней концентрации). Наиболее важное значение с точки зрения выбросов NO_x имеет производство азотной кислоты средней концентрации. Традиционно установки по производству азотной кислоты средней концентрации рассчитаны на процессы, протекающие при низком, среднем или высоком давлении. Современные новые установки выпускаются в качестве установок среднего давления, предусматривающих избирательное каталитическое восстановление, и установок высокого давления.

58. В таблице 13 приводятся соответствующие показатели концентрации чистого воздуха, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов путем избирательного каталитического восстановления.

Таблица 13. Источники выбросов NO_x и отдельные меры по их сокращению с указанием соответствующих концентраций чистого газа при производстве азотной кислоты

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа ($\text{мг/м}^3\text{н.у.}$)
Производство азотной кислоты средней концентрации		
Средний перепад давления	ИКВ	≤ 400
Высокий перепад давления	ИКВ	≤ 100
Производство азотной кислоты средней и высокой концентрации (процесс экстрактивной дистилляции)		
Средний перепад давления	ИКВ	≤ 240
Производство азотной кислоты высокой концентрации		
Прямой процесс или экстрактивная дистилляция	ИКВ	≤ 180
Указываемые концентрации относятся только к этапу производства (а не к этапу концентрирования) при содержании O_2 в размере 3%		

8. Сжигание отходов

59. В настоящем разделе рассматриваются аспекты сжигания муниципальных (или бытовых), опасных и медицинских отходов, а также сжигания осадков, образующихся в результате очистки сточных вод. При использовании различных технологий сжигания образуются разные уровни выбросов NO_x (например, вращающиеся печи с передвижной колосниковой решеткой, печи с сжиганием в псевдоожиженном слое, электрические печи, работающие в инфракрасном диапазоне).

60. Сокращение выбросов NO_x можно, как правило, обеспечить за счет уменьшения количества сжигаемых отходов. Это достигается благодаря применению различных стратегий переработки и удаления отходов, включая программы рециркуляции и компостирования органических материалов.

61. Наиболее важными технологиями для сокращения выбросов NO_x являются рециркуляция топочных газов, подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, ИКВ и ИНКВ. В таблице 14 приводятся набор применимых вариантов сокращения выбросов и соответствующие показатели концентраций чистого газа, которые могут быть достигнуты на типичных источниках выбросов.

Таблица 14. Источники выбросов NO_x и отдельные меры по их сокращению с указанием соответствующих концентраций чистого газа при сжигании отходов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Концентрация чистого газа ($\text{мг/м}^3\text{н.у.}$)
Сжигание бытовых или муниципальных отходов		
Вращающаяся печь с передвижной колосниковой решеткой	Первичные меры (подготовка воздуха)	≤ 250
	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИНКВ	140-200
	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИКВ	≤ 70
Сжигание в псевдоожиженном слое	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИНКВ	≤ 80
	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИКВ	≤ 40
Сжигание промышленных отходов		
Вращающаяся печь с колосниковой решеткой, сжигание в псевдоожиженном слое	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИНКВ	140-200
	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИКВ	≤ 70
Сжигание осадков, образующихся после очистки сточных вод		
Вращающаяся печь с колосниковой решеткой, сжигание в псевдоожиженном слое, многоподовая печь	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИНКВ	140-200
	Рециркуляция топочных газов или предварительная подготовка воздуха, подаваемого в зону горения, и ИКВ	≤ 70
Все виды топлива: избыток O_2 - 11%. Это значение применяется к различным концентрациям входящего газа.		

С. Соединенные Штаты и Канада*

62. Определение "крупного стационарного источника": стационарный источник с выбросами более 100 т NO_x в год.

63. Определение "тонны": 1 тонна равняется 0,91 метрической тонны.

1. Соединенные Штаты

64. В Соединенных Штатах наилучшими имеющимися методами ограничения выбросов NO_x из следующих категорий стационарных источников являются:

угольные энергоблоки - 40 С.Ф.Н., раздел 76;

паротурбинные энергоблоки - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел D и подраздел Da;

парогенераторные установки в промышленном, коммерческом и учрежденческом секторах - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Db;

установки по производству азотной кислоты - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел G;

стационарные газовые турбины - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел GG;

установки сжигания городских отходов - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Ea и подраздел Eb;

установки для сжигания больничных/медицинских/инфекционных отходов - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Ec.

2. Канада

65. В Канаде наилучшими имеющимися методами ограничения выбросов NO_x из следующих категорий стационарных источников являются:

- КСМОС (Канадский совет министров окружающей среды). Резюме плана мероприятий по ограничению выбросов оксидов азота (NO_x) и летучих органических соединений (ЛОС) (этап I). 1990 год. PN1142;
- КСМОС. Национальные руководящие принципы по выбросам для стационарных турбин внутреннего сгорания. Декабрь 1992 года. PN1072;

- Канадский вестник, часть I. Департамент окружающей среды. Выбросы при выработке тепловой энергии - Национальные руководящие принципы для новых стационарных источников. 15 мая 1993 года, стр. 1633-1638 (англ. текста);
- КСМОС. Национальные руководящие принципы по выбросам для цементных печей. Март 1998 года. PN1284;
- КСМОС. Национальные руководящие принципы по выбросам для установок сжигания и нагревателей. Март 1998 года. PN1286.

Примечания

1/ Восстановление и рециркуляцию следует понимать в широком смысле, включая утилизацию вне объекта.

2/ Только для модернизированных установок.

3/ Для турбин внутреннего сгорания.

III. ЛЕТУЧИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (ЛОС)

Введение

66. В настоящей главе содержится информация, касающаяся стационарных источников выбросов неметановых летучих органических соединений (НМЛОС), перечисленных в таблице 15. Другие источники в этой главе не рассматриваются, но могут быть значительными в некоторых странах.

Таблица 15. Категории стационарных источников выбросов НМЛОС, входящих в сферу ведения Целевой группы

Категории источников	
1.	Установки для сжигания в жилищном секторе < 300 кВт _т
2.	Нефтеперерабатывающие заводы
3.	Добыча и распределение ископаемых топлив
4.	Установки для производства основных органических химикатов
5.	Нанесение клейких покрытий (в том числе производство древесно-слоистого пластика)
6.	Процессы нанесения покрытий (металлические и пластмассовые поверхности: легковые автомобили, кабины грузовиков, грузовики, автобусы, деревянные поверхности)
7.	Процессы нанесения покрытий (окраска металлических, пластмассовых и деревянных поверхностей в строительном и бытовом секторах)
8.	Нанесение покрытий на рулонную продукцию
9.	Сухая химическая чистка
10.	Производство покрытий, лаков, типографских красок и клеящих материалов
11.	Производство фармацевтической продукции
12.	Типографские работы (флексография, рулонная офсетная печать с использованием красок, закрепляющихся под действием нагрева, выпуск печатной продукции с использованием метода ротационной глубокой печати, ротационная глубокая печать, ротационная трафаретная печать)
13.	Переработка натурального и синтетического каучука
14.	Очистка поверхностей
15.	Экстракция растительного масла и рафинация растительного масла и жира
16.	Нанесение новых покрытий на поверхность транспортных средств
17.	Пропитка деревянных поверхностей
18.	Производство искусственного минерального волокна

Категории источников
19. Использование растворителей в быту
20. Выпечка хлебобулочных изделий
21. Пивоварение (включая солодоращение)
22. Производство спиртных напитков

67. Цель настоящей главы состоит в обеспечении Сторон Конвенции руководящими принципами определения наилучших имеющихся методов в целях выполнения ими обязательств по Протоколу.

68. Настоящая глава подготовлена на основе информации о вариантах и методах предотвращения и сокращения выбросов ЛОС, их эффективности и связанных с ними затратах, которая содержится в общем техническом докладе Целевой группы по оценке вариантов/методов ограничения выбросов ЛОС, включающем в себя сведения, представленные возглавляющей эту Группу стране операторами установок, производителями оборудования для ограничения выбросов ЛОС и членами Целевой группы. Общий технический доклад подготовлен на основе информации из официальных документов Исполнительного органа и его вспомогательных органов. Он дает представление о нынешнем положении дел (по состоянию на апрель 1998 года) в области разработки и применения наилучших имеющихся технологий и связанных с ними затратах по сокращению выбросов ЛОС из стационарных источников в разбивке по основным категориям источников выбросов. Представляемые варианты наилучших имеющихся методов (НИМ) могут иметь общее применение.

69. "Наилучшие имеющиеся методы" означает наиболее эффективный и продвинутый этап совершенствования деятельности и методов ее осуществления, который свидетельствует о практической пригодности конкретных методов для заложения, в принципе, основы для определения предельных значений объемов выбросов с целью предупредить и, если это невозможно, в общем сократить выбросы и их воздействие на окружающую среду в целом:

- а) "методы" включают как применяемую технологию, так и системы проектирования, сооружения, обслуживания, эксплуатации и вывода из эксплуатации конкретной установки;
- б) "имеющиеся методы" означает методы, разработанные настолько, что их можно применять в соответствующем секторе промышленности в экономически и технически эффективных условиях с учетом соответствующих затрат и преимуществ, вне зависимости от того, применяются ли или созданы ли эти методы в данной Стороне, при том понимании, что они являются реально доступными для оператора;

- с) "наилучшие методы" означает те методы, которые являются наиболее эффективными для достижения высокого общего уровня защиты окружающей среды в целом.

70. При определении наилучших имеющихся методов в целом или в отдельных конкретных случаях особое внимание следует уделять нижеследующим факторам с учетом вероятных затрат и выгод, сопряженных с той или иной мерой, и принципов предосторожности и упреждения:

- а) применение малоотходной технологии;
- б) использование менее опасных веществ;
- с) содействие рекуперации и рециркуляции 1/ веществ и, в надлежащих случаях, отходов, образующихся и используемых в ходе технологического процесса;
- д) сопоставимые процессы, установки или методы, которые были с успехом испытаны в промышленных масштабах;
- е) технологические достижения и изменения в сфере научных знаний и понимания;
- ф) характер, воздействие и объем соответствующих выбросов;
- г) сроки ввода в эксплуатацию новых или существующих установок;
- h) период времени, который необходим для внедрения наилучшего имеющегося метода;
- i) потребление и природа сырьевых материалов (включая воду), используемых в ходе процесса, и их энергоэффективность;
- j) необходимость предупреждать или сводить к минимуму общее воздействие выбросов на окружающую среду и риски для нее;
- к) необходимость предупреждать аварии и сводить к минимуму последствия для окружающей среды.

71. В настоящем документе рассматриваются вопросы об ограничении выбросов ЛОС, представляющих собой совокупность целого ряда органических соединений (НМЛОС: летучие органические соединения, не содержащие метан). Однако при планировании мер или методов ограничения выбросов НМЛОС из источников, из которых происходят выбросы других компонентов, в частности оксидов серы (SO_x), оксидов азота (NO_x), аммиака (NH_3), парниковых газов (например, CO_2 и N_2O), твердых частиц (включая тяжелые

металлы) и стойких органических загрязнителей (СОЗ), их целесообразно рассматривать в сочетании с вариантами ограничения выбросов этих конкретных загрязнителей в целях максимального повышения результативности принимаемых мер и сведения к минимуму воздействия загрязнителей на окружающую среду. Следует учитывать соответствующее компенсирующее влияние различных загрязнителей. Это особенно важно в случае применения подходов, учитывающих многообразие загрязнителей и видов их воздействия.

А. Общие вопросы

72. Уже разработаны и применяются методы ограничения или предупреждения выбросов НМЛОС из практически всех стационарных источников. Как правило, различают меры первичного, вторичного (доочистка или очистка в конце технологического процесса) и структурного характера. Если не указывается иного, то предлагаемые меры можно применять на новых и существующих установках. Ниже приводится общий перечень существующих мер, которые могут применяться также в комбинации:

а) повышение эффективности существующих технологий ограничения выбросов НМЛОС за счет более эффективного обслуживания оборудования, улучшения улавливания отработанных газов и оптимизации эксплуатационных условий в целом;

б) замещение НМЛОС, например за счет применения материалов и процессов с незначительным содержанием органических растворителей или без таковых, включая водные краски, основывающиеся на использовании воды операции по обезжириванию и т.д., и/или модификации процессов;

с) сокращение выбросов посредством реализации наилучшей практики управления, такой, как рациональные методы ведения домашнего хозяйства, современные программы проверок и ремонтно-технического обслуживания, а также путем модификации процессов, например путем создания систем замкнутого цикла и улучшения герметизации резервуаров для хранения, или за счет таких структурных преобразований, как размещение производственных мощностей в таких районах, где удастся обеспечить более эффективное сокращение выбросов НМЛОС, например, путем предварительного нанесения покрытий на отдельные виды продукции;

д) рециркуляция и/или рекуперация НМЛОС с помощью таких технологий ограничения выбросов, как конденсация, адсорбция, абсорбция и использование мембранных процессов (операции, предшествующие переработке). Другим альтернативным вариантом является рекуперация содержащегося в НМЛОС тепла (рекуперация энергии). Органические соединения предпочтительно повторно использовать на месте; этот вариант возможен при использовании вместо сложных смесей лишь отдельных органических растворителей. Сложные смеси могут более эффективно обрабатываться за пределами объекта, однако в ходе распределения, обработки, транспортировки и хранения продукции могут также образовываться выбросы;

е) деструкция НМЛОС с помощью таких технологий, как термическое и каталитическое сжигание или биологическая обработка. При сжигании рекомендуется обеспечить рекуперацию тепла в целях сокращения эксплуатационных затрат и экономии ресурсов. Еще одним широко применяемым методом деструкции негалогенированных НМЛОС является использование насыщенных НМЛОС потоков газа в качестве вторичного воздуха или топлива в существующих установках для преобразования энергии.

73. Вместо применения предельных значений (ПЗ) в связи, например, с мерами, принимаемыми в конце технологической цепочки, могут задействоваться схемы сокращения выбросов. При внедрении этих систем сокращения выбросов можно руководствоваться планами регулирования использования растворителей. Цель внедрения систем сокращения выбросов состоит в том, чтобы позволить операторам установок добиться такого сокращения выбросов, которое достигается в случае установления предельных уровней выбросов, за счет принятия иных мер. План регулирования использования растворителей и схема сокращения выбросов приводятся в добавлениях I и II к проектам приложений о предельных значениях (ПЗ) выбросов серы, NO_x и ЛОС из стационарных источников и отдельных мобильных источников к проекту протокола о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и озоном нижних слоев атмосферы (EB.AIR/WG.5/1999/12) и служат для контроля за соблюдением конкретных нормативных положений, определения вариантов сокращения выбросов в будущем, обеспечения доступа общественности к информации о расходе и выбросах растворителей и соблюдении существующих норм.

74. В настоящей главе варианты/методы борьбы с выбросами характеризуются с помощью таких показателей, как:

- коэффициенты выбросов, т.е. масса поступающих в виде выбросов веществ (НМЛОС) или общая масса органического углерода, приходящаяся на соответствующий вид деятельности в том или ином секторе; или
- уровень концентрации, т.е. масса поступающих в виде выбросов веществ (НМЛОС) или общая масса органического углерода, приходящаяся на единицу объема выхлопных газов; или
- эффективность сокращения выбросов.

Как правило, дополнительная разбивка НМЛОС по конкретным веществам не проводится. При наличии сообщаются данные об эффективности применяемых методов. Выбор представленных мер по сокращению выбросов основывается, в частности, на результатах изучения существующих установок в рассматриваемых странах. Более подробная информация содержится в подготовленном Целевой группой справочном документе по НИМ.

1. Использование растворителей

75. Возможные меры по ограничению выбросов, образующихся в результате промышленного использования органических растворителей, включают: предотвращение (использование материалов и процессов с низким содержанием органических растворителей или без таковых), рациональные методы ведения домашнего хозяйства 2/, комплексные производственно-технологические меры, структурные меры и технологии вторичного ограничения выбросов (отдельно или на комплексной основе). Таким образом, в принципе могут применяться три подхода: подход, ориентированный на продукты, применение которого приводит, в частности, к изменению состава продукта (красок, обезжиривающих средств и т.д.); подход, предусматривающий модификацию технологических процессов; и подход, предусматривающий применение технологий доочистки. Подход, ориентированный на продукты, заслуживает особого внимания, в частности, ввиду положительных побочных последствий с точки зрения выбросов, образующихся в промышленности по производству органических растворителей. Кроме того, воздействие выбросов на окружающую среду может быть уменьшено путем изменения состава продуктов в целях замены растворителей менее вредными альтернативными веществами. При такого рода комбинированном подходе максимально возможное сокращение выбросов (до 60%) может привести к значительному улучшению экологических показателей. Замкнутые системы также могут обеспечивать довольно незначительные выбросы органических растворителей. В настоящее время наблюдается значительный прогресс в области создания красителей с низким содержанием органических растворителей или без таковых, использование которых относится к числу наиболее затратоэффективных решений. Многие установки действуют на основе методов использования материалов с низким содержанием растворителей и технологий адсорбции/сжигания. Меры по ограничению выбросов ЛОС, образующихся в процессе крупномасштабных промышленных операций по окраске (например, автомобилей, бытовых приборов), могут быть внедрены относительно быстро.

76. При использовании красок и других содержащих растворители продуктов в бытовых целях может применяться лишь подход, ориентированный на продукты. Это относится и к операциям по окраске зданий и сооружений, а также к промышленному применению чистящих продуктов и т.д. Системы на водной основе (например, для красок и клеящих материалов) уже эффективно применяются (повсеместно), особенно в отношении продуктов коммерческого и бытового назначения, однако они не всегда оказываются приемлемыми.

2. Вторичные меры

77. К числу вторичных мер по сокращению выбросов НМЛОС относятся:

а) адсорбция: НМЛОС удаляются из отработанных газов и затем десорбируются в виде высококонцентрированного исходного газа, который обрабатывается посредством рекуперации растворителя в случае высококачественных растворителей или путем сжигания с рекуперацией тепла, если его можно использовать в рамках производственного процесса;

b) абсорбция: применяется в основном в химической, нефтехимической и фармацевтической промышленности в зависимости от возможностей существующей инфраструктуры;

c) термическое сжигание: представляет собой стандартную технологию, действующую на основе использования безопасного, надежного и эффективного метода удаления широкого диапазона НМЛОС (за исключением галоидоуглеводородов) и широко применяемую в многочисленных технологических процессах. Кроме того, возможность ее применения для рекуперации ценной тепловой энергии делает ее относительно эффективной с точки зрения затрат;

d) каталитическое сжигание: представляет собой надежный, опробованный и широко применяемый метод борьбы с выбросами НМЛОС (как галогенированных, так и негалогенированных), используется также для устранения запахов. Этот метод особенно эффективен в случае ограниченных возможностей для использования рекуперированного тепла и чрезмерно высокой стоимости применения рекуперационных технологий;

e) конденсация: при необходимости рекуперации двух или нескольких соединений может потребоваться последующая обработка. Конденсация только одного вещества, при которой образуется чистый продукт, требует в большинстве случаев дополнительной газоочистки в целях соблюдения современных предельных уровней выбросов. Классическая конденсация особо приемлема в отношении растворителей с низким давлением насыщенного пара, однако нынешний уровень развития технологий низкотемпературной конденсации может привести к расширению масштабов применения этих процессов в отношении более широкого диапазона НМЛОС;

f) мембранная технология (процесс проникновения): обычно применяется для обогащения отработанных газов перед их последующей обработкой. Поскольку этот метод разработан относительно недавно, его дальнейшее усовершенствование, как предполагается, позволит использовать его в отношении более широкого диапазона концентраций НМЛОС и потоков отходящих газов;

g) биофильтрация: успешно применяется для устранения запахов. Как сообщается, путем применения этого метода обеспечивается сокращение выбросов НМЛОС из широкого круга источников. Биофильтрация является наиболее передовым методом по сравнению с другими процессами биологической очистки отработанных газов. По техническим и экономическим причинам биофильтрация применяется прежде всего в тех случаях, когда рекуперация соединений отработанного газа является экономически неэффективной или когда уровень концентрации НМЛОС в отработанных газах весьма низок;

h) другие методы: такие методы, как биоскрубберная очистка, совместное сжигание в котлах или стационарных агрегатах, которые можно отнести к числу стандартных технологий, настоящим документом не охватываются;

i) новые технологии, в том числе освоенные на коммерческой основе ультрафиолетовые окислители и плазменные технологии; разрабатываемые в настоящее время реакторы для уничтожения загрязнителей с помощью коронных разрядов относятся к числу новых технологий и имеются лишь в виде опытных образцов. Новые технологии в настоящем документе не рассматриваются.

78. Выбор метода ограничения выбросов будет зависеть от таких различных параметров, как концентрация НМЛОС в неочищенном газе, объемный расход газа, тип и состав НМЛОС и др. В этой связи в отдельных случаях не исключается возможность дублирования применяемых методов. В таком случае наиболее приемлемый метод выбирается с учетом конкретных условий. В таблице 16 содержится обзорная информация о наиболее значимых параметрах для применения некоторых вторичных мер. Общая эффективность принятия вторичных мер в тех секторах, где используются растворители, зависит в большей степени от эффективности улавливания потоков отработанных газов, насыщенных НМЛОС. В случае выбросов вне системы дымовых труб методы улавливания имеют первостепенное значение для повышения общей эффективности системы очистки.

Таблица 16. Обзор наиболее значимых параметров для принятия некоторых вторичных мер

Параметры	Конден- сация	Адсорб- ция/десор- бция	Абсорб- ция	Проник- новение	Терми- ческое сжигание	Катали- тическое сжигание	Терми- ческое регенера- тивное сжигание	Катали- тическое регенера- тивное сжигание	Биофиль- трация	Био-скруб- берная очистка
Нагрузка (L) [гC/м ³ н.у.]										
L > 50	++	-	0	++	-	-	-	-	-	-
10 < L < 50	+	+	+	-	+	+	0	-	-	-
I < L < 10	-	+	+	-	++	++	++	++	-	+
L < I	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++
Скорость потока (FR) [м ³ н.у./ч]										
FR < 10 000	++	0	+	++	+	+	0	+	+	+
10 000 < FR < 100 000	-	+	+	0	+	+	+	++	+	+
FR > 100 000	-	+	0	-	-	-	++	-	0	0
Давление										
Высокое	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Низкое	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Рециркуляция растворителя	++	++	++	++	невозможно	невозможно	невозможно	невозможно	невозможно	невозможно
Достижимый уровень очистки газа мгC/м ³ н.у.	100-150	20-100	50-100	а/	20-50	20-50	20-50	20-50	40-150	40-150

++ = благоприятно; + = приемлемо; 0 = менее приемлемо; - = неприемлемо.

а/ Применение одного этого метода в целом не может обеспечить соблюдение предусмотренных законодательством требований. Как правило, требуется последующее применение системы газоочистки.

3. Затраты

79. При выборе той или иной меры из широкого круга существующих мер и разработке национальной или региональной стратегии ограничения выбросов на макроэкономическом уровне важную роль играет оценка инвестиций и эксплуатационных затрат, связанных с применением вариантов/методов сокращения выбросов НМЛОС. Подробная оценка затрат с точки зрения сообразных инвестиционных и эксплуатационных затрат содержится в справочном документе по наилучшим имеющимся методам, который был подготовлен Целевой группой по оценке вариантов/методов ограничения выбросов ЛОС. Соответствующие данные были подготовлены на основе оценки существующих установок. Не следует забывать о том, что конкретные показатели в значительной степени зависят от таких факторов, как мощность установки, эффективность удаления, концентрация НМЛОС в неочищенных газах, тип технологии и выбор новых установок вместо модернизации существующих. Эти параметры и, таким образом, итоговые затраты, а также итоговая классификация мер с точки зрения затрат могут в значительной степени зависеть от конкретных случаев, например модификации, и поэтому те или иные примеры не следует брать за общую основу. Что касается вторичных мер (меры, принимаемые в конце технологической цепочки, или технологии доочистки), то принятие превентивных мер и применение рекуперационных технологий во многих случаях может оказаться менее дорогостоящим по сравнению с применением технологий деструкции. Рекуперационные технологии (например, конденсация, адсорбция с помощью активированного угля и т.д.) обычно требуют более значительных капиталовложений и меньших эксплуатационных затрат (включая энергосбережение), в то время как технологии деструкции (каталитическое и термическое сжигание) нередко предусматривают меньшие капиталовложения, но более значительные эксплуатационные затраты.

80. В таблице 17 содержатся данные о капиталовложениях и эксплуатационных затратах, связанных с отдельными видами комплексного применения первичных и вторичных мер, приемлемых для рассматриваемых секторов. Приводимые примеры касаются конкретно таких важных параметров, как количество часов ежегодной эксплуатации, объемный расход отработанного газа и концентрация загрязнителей в нем, мощность базовой установки, используемые растворители и т.д. Таким образом, эти данные носят демонстрационный характер и не могут использоваться в качестве общепринятых величин. В таблице 18 приводятся соответствующие составляющие переменных и постоянных затрат для оценки эксплуатационных затрат, связанных с принятием вторичных мер. Эти примеры дают представление о методологии, которая была использована для оценки затрат в техническом справочном докладе Целевой группы по оценке вариантов/методов ограничения выбросов ЛОС.

Таблица 17. Капиталовложения и эксплуатационные затраты, связанные с использованием альтернативных вариантов ограничения выбросов НМЛОС*

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения а/ [евро]	Эксплуатационные затраты б/ [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Установки для сжигания (<300 кВт_т)				
Тепловая мощность: 35 кВт _т ; топливо: нефть	Оснащение котла, работающего на древесном топливе, накопительным резервуаром	3 200 - 5 400		0,4
	Установка современного котла (с резервуаром)	7 500 - 10 700		0,5
Нефтеперерабатывающие заводы: переработка нефтепродуктов				
Тип переработки: 3 г/ Мощность: 5 млн. мг необработанного масла/год Время работы: 8 000 час/год	Ежеквартальный мониторинг, ремонт и замена, а также подключение систем снятия давления к замкнутым системам и использование систем пробоотбора с обратной связью	0	60 000	1 100
	Контроль состояния полностью замкнутой системы сбора и обработки сточных вод	10 000	3 000	180
	Сжигание в факеле не поддающихся конденсации выбросов из систем сброса и систем газосулавливания	1 300 000	3 000 000	9 600
	Рекуперация других поддающихся конденсации вентиляционных выбросов (абсорбция, адсорбция с помощью углерода)	700 000	60 000	500
Нефтеперерабатывающие заводы: хранение и транспортировка нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих заводах				
Резервуар с неподвижной крышей: Диаметр: 40 м Высокое давление насыщенного пара: VP> 10 кПа Время работы: 8 000 час/год	Совершенствование эксплуатационных методов и внешняя окраска в светлый цвет	25 000	0	50
	Оснащение резервуара внутренней плавающей крышей	200 000	0	4 100
	Регулирование содержания и рекуперация паровоздушной смеси	400 000	50 000	3 700
Резервуар с наружной плавающей крышей: Диаметр: 40 м; Высокое давление насыщенного пара: VP> 10 кПа Время работы: 8 000 час/год	Совершенствование эксплуатационных методов и улучшение первичного и вторичного уплотнений, включая регулируемое крепление крыши и внешнюю окраску в светлый цвет	80 000	0	17 000
Добыча и распределение ископаемого топлива: заправочные станции (включая заправку автомобилей)				
Пропускная способность: 8 800 м ³ /год; 8 подземных резервуаров с двойными стенками и 16 раздаточных кранов, оснащенных системой ограничения выбросов на этапе I Время работы: 8 760 час/год	Ограничение выбросов на этапе II	300 000	8 000	10

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения а/ [евро]	Эксплуатационные затраты б/ [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Установки для производства основных органических химикатов (производство этилена)				
Производственный процесс: парофазный крекинг; Исходный материал: нефтя; Выход этилена: 600 000 Мг/год Время работы: 8 000 час/год	Ежемесячный мониторинг, ремонт и замена узлов	0	900 000	1 400
	Сокращение промежуточных выбросов за счет направления их в факел и сокращение выбросов из вентиляционных систем, систем отбора проб и технологических анализаторов посредством их откачки для подачи в газовый компрессор, камеру сжигания или систему адсорбции с помощью углерода	450 000	510 000	300
	Ежемесячный мониторинг, ремонт и замена узлов и сокращение промежуточных выбросов за счет сжигания в факеле, а также сокращение выбросов из вентиляционных систем, систем отбора проб и технологических анализаторов посредством их откачки для подачи в газовый компрессор, камеру сжигания или систему адсорбции с помощью углерода	450 000	1 400 000	1 700
Установки для производства основных органических химикатов (хранение и транспортировка продуктов органической химии)				
Резервуар с неподвижной крышей: Диаметр: 40 м Высокое давление насыщенного пара: VP> 10 кПа Время работы: 8 000 час/год	Совершенствование эксплуатационных методов и внешняя окраска в светлый цвет	25 000	0	1
	Оснащение резервуара внутренней плавающей крышей	200 000	0	120
	Регулирование содержания и рекуперация паровоздушной смеси	400 000	50 000	105
Резервуар с внешней плавающей крышей: Диаметр: 40 м Высокое давление насыщенного пара: VP> 10 кПа Время работы: 8 000 час/год	Совершенствование эксплуатационных методов и улучшение первичного и вторичного уплотнений, включая регулируемое крепление крыши и внешнюю окраску в светлый цвет	80 000	0	1 700
Нанесение клейких покрытий (в том числе производство древесно-слоистого пластика)				
Автоматизированный процесс нанесения; Расход клеящего материала: 1 500 Мг/год; Использование 75% клеящих материалов с высоким содержанием растворителей, 25% клеящих материалов с низким содержанием растворителей Время работы: 4 000 час/год	Использование 25% клеящих материалов с высоким содержанием растворителей и 75% клеящих материалов с низким содержанием растворителей	0 <u>с</u> /	0 <u>ф</u> /	340
	Использование 25% клеящих материалов с высоким содержанием растворителей и 75% клеящих материалов с низким содержанием растворителей и термическое или каталитическое сжигание	500 000	450 000	183
	Использование 25% клеящих материалов с высоким содержанием растворителей и 75% клеящих материалов с низким содержанием растворителей и адсорбция с помощью активированного угля	900 000	90 000	183

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения а/ [евро]	Эксплуатационные затраты б/ [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Процессы нанесения покрытий (металлические, деревянные и пластмассовые поверхности: легковые автомобили, кабины грузовиков, грузовики и автобусы) и деревянные поверхности				
Производственная мощность: 100 000 автомобилей/год, в том числе: 20% с однослойным и 80% с двухслойным верхним покрытием Время работы: 3 520 час/год	Переход на водосодержащие грунтовые краски и составы и реализация плана рационального использования растворителей, включая рекуперацию растворителя, используемого для очистных операций	27 000 000	1 400 000	400
	Использование камеры сжигания, сушильной печи и систем адсорбции выбросов из красильной камеры с помощью активированного угля в комплексе с методом термического сжигания	2 700 000-19 000 000	260 000 1 600 000	340
	Переход на водосодержащие грунтовые краски и составы и реализация плана рационального использования растворителей, включая рекуперацию растворителя, используемого для очистных операций, и использование камеры сжигания, сушильной печи и систем адсорбции выбросов из красильной камеры с помощью активированного угля в комплексе с методом термического сжигания	35 000 000	2 200 000	520
Процессы нанесения покрытий (покраска металлических, пластмассовых и деревянных поверхностей в строительном и бытовом секторах): здания и сооружения				
Расход краски: 3,5 Мг/год (включая покрытия); покрытия - 10%, другие краски - 90%; использование покрытий с высоким содержанием растворителей - 65%; водосодержащих покрытий - 35% (обычные методы нанесения)	Покрытия - 10% другие краски - 90%: переход исключительно на водосодержащие покрытия (обычные методы нанесения)	0	220	0,085
Нанесение покрытий на рулонную продукцию				
Линия для нанесения однослойного покрытия; Объем производства: 48 000 Мг/год алюминиевой или стальной продукции с покрытием Время работы: 4 000 час/год	Переход на водосодержащие покрытия	0 <u>ц</u> /	2 900 000	540
	Оснащение сушильной печи камерой сжигания	400 000-850 000	100 000	560
	Переход на водосодержащие покрытия и оснащение сушильной печи камерой сжигания	260 000	2 900 000	640

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения $a/$ [евро]	Эксплуатационные затраты $b/$ [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Химическая чистка				
Одна машина с разомкнутым технологическим циклом, эксплуатируемая 8 раз в день в течение 250 дней в году; Емкость машины: 90 кг; Количество обрабатываемого материала: 180 млн. г/год Растворитель перхлорэтилен (ПЕР) Время работы: 2 300 час/год	Освоение нового поколения машин с замкнутым технологическим циклом, в которых используются углеводородные растворители, с встроенными системами сброса кубового остатка и загрузочной дверью с вытяжной системой, а также рациональные методы хозяйствования и поставки и хранения растворителей	120 000 $d/$ 230 000 $e/$	- 18 000	26
	Модернизация за счет сооружения системы адсорбции с помощью активированного угля или конденсационного агрегата	47 000	0	15
Производство покрытий, лаков, типографских красок и клеящих материалов: производство красок				
Производство красок: 36 000 Мг/год; Состав продукции: покрытия с низким содержанием растворителей 45%, покрытия с высоким содержанием растворителей 45%, другие краски - 10% Время работы: 4 000 час/год	Переход к использованию покрытий с низким содержанием растворителей (80%), покрытий с высоким содержанием растворителей (10%), других красок (10%)	0 $c/$	0 $f/$	180
	Рекуперация растворителей (конденсация или адсорбция с помощью активированного угля)	2 000 000	200 000	400
	Переход к использованию покрытий с низким содержанием растворителей (80%), покрытий с высоким содержанием растворителей (10%) других красок (10%) и технологий рекуперации растворителей (конденсация или адсорбция с помощью активированного угля)	1 000 000	100 000	450
Производство фармацевтической продукции				
Крупное предприятие по производству первичных фармацевтических материалов, на котором число занятых составляет 3 000 человек; использование водорастворимых растворителей (спирты) - 90%, негалогенизированных растворителей - 8%, галогенизированных растворителей - 2% Время работы: 4 000 час/год	Переход к использованию водорастворимых растворителей (спирты) (95%) и других негалогенизированных растворителей (5%), а также рациональные методы хозяйствования	0 $c/$	0 $f/$	270
	Переход к использованию водорастворимых растворителей (спиртов) (95%) и других негалогенизированных растворителей (5%), а также рациональные методы хозяйствования и рекуперация растворителей (конденсация или адсорбция с помощью активированного угля)	2 700 000	260 000	1 800

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения <i>a</i> / [евро]	Эксплуатационные затраты <i>b</i> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Печатание (флексография, рулонная офсетная печать с использованием красок, закрепляющихся под действием нагрева, выпуск издательской продукции с использованием метода ротационной глубокой печати, ротационная глубокая печать, ротационная трафаретная печать): офсетная печать с подогревом				
4 пресса; Расход краски: 200 Мг/год; Использование обычной краски на базе минерального масла, закрепляющейся под действием нагрева Время работы: 2 800 час/год	Уменьшение расхода изопропанола, используемого для пропитки, оптимизация работы увлажняющего аппарата и рациональное использование очищающих средств, изготовленных на основе растительных масел	0 <i>c</i> /	-30 000	40
	Термическое сжигание	400 000	80 000	110
Переработка натурального и синтетического каучука: производство покрышек				
Производство покрышек: 7 000 000 штук/год; Использование материалов и очищающих средств, содержащих растворители (60%) и материалов, не содержащих растворителей (40%) Время работы: 4 000 час/год	Переход к использованию материалов и очищающих средств, содержащих растворители (30%) и материалов и очищающих средств, не содержащих растворителей (70%)	0 <i>c</i> /	0 <i>f</i> /	880
	Адсорбция с помощью активированного угля	5 800 000	600 000	1 500
	Переход к использованию материалов и очищающих средств, содержащих растворители (30%), и материалов и очищающих средств, не содержащих растворителей (70%), включая адсорбцию с помощью активированного угля	3 250 000	300 000	1 700
Очистка поверхностей: обезжиривание металла				
Установка для обезжиривания с открытым верхом, оснащенная крышкой и системой охлаждения высокого верхнего края боковых стенок; Производительность: 1,5 м²; Использование галогенированных очищающих средств - 30%, негалогенированных очищающих средств - 20%, водосодержащих очищающих средств - 50% Время работы: 1 500 час/год	Переход к использованию галогенированных очищающих средств (10%), негалогенированных очищающих средств (10%), водосодержащих очищающих средств (80%)	70 000	3 600	2
	Сооружение системы адсорбции с помощью активированного угля	100 000	10 000	2,5
	Переход к использованию галогенированных очищающих средств (10%), негалогенированных очищающих средств (10%), водосодержащих очищающих средств (80%) и закрытой или конвейерной системы, оснащенной устройством адсорбции с помощью активированного угля	150 000	21 000	3

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения <i>a</i> / [евро]	Эксплуатационные затраты <i>b</i> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Экстракция растительного масла и рафинация растительного масла и жира				
Количество перерабатываемого семенного материала: 1 250 000 Мг/год Время работы: 8 000 час/год	Оптимизация процесса и использование линии фирмы "Шумахер", состоящей из установки для удаления растворителя, установки для прокаливания и сушильно-охладительной установки	1 600 000	400 000	3 100
	Оптимизация процесса и использование линии фирмы "Шумахер", состоящей из установки для удаления растворителя, установки для прокаливания и сушильно-охладительной установки, и процесса биофильтрации	1 890 000	459 500	3 300
Нанесение новых покрытий на поверхность транспортных средств				
Количество отремонтированных автомобилей: 900 автомобилей/год; Использование систем для нанесения покрытий с высоким содержанием растворителей - 50%, систем для нанесения высокопрочных покрытий - 25% и систем для нанесения водосодержащих покрытий - 25%, включая использование обычных пистолетов-краскораспылителей	Переход к использованию систем для нанесения высокопрочных покрытий (40%), систем для нанесения водосодержащих покрытий (60%) и пистолетов HVLP, включая устройства для их очистки	2 300	3 200	0,630
Пропитка деревянных поверхностей				
Объем обрабатываемой древесины: 5 000 м³/год; Использование водосодержащих пропиточных составов - 70%, пропиточных составов, содержащих растворители - 20%, содержащих креозот пропиточных составов - 10% и обычных методов их нанесения Время работы: 2 000 час/год	Совершенствование методов нанесения	120 000	0	7
	Совершенствование методов нанесения и абсорбция с помощью активированного угля	730 000	45 000	25

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения $a/$ [евро]	Эксплуатационные затраты $b/$ [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Производство искусственных минеральных волокон				
Объем производства штапельного стекловолна: 60 000 Мг/год; Использование обычных связующих материалов Время работы: 8 200 час/год	Использование связующих материалов с измененным составом	0	0 $f/$	110
	Деструкция (например, каталитическое сжигание) отработанных газов, образующихся в процессе формования и отверждения	2 350 000	600 000	100
	Использование связующих материалов с измененным составом, включая деструкцию (например, каталитическое сжигание) отработанных газов, образующихся в процессе формования и отверждения	1 700 000	340 000	160
Бытовое использование растворителей				
Расход краски: 2 кг в расчете на одного жителя в год (включая покрытия); Покрытия - 10%, другие краски - 90%: использование покрытий с высоким содержанием растворителей - 65%, водосодержащих покрытий (обычные методы нанесения) - 35%	Покрытия - 10%, другие краски - 90%: переход исключительно на водосодержащие покрытия (обычные методы нанесения)	0	0,22 на одного жителя	50 10^{-6} на одного жителя
Выпечка хлебобулочных изделий				
Хлебозаводы с непрерывным процессом выпечки; Общий объем производства хлеба: 11 500 Мг/год Время работы: 2 000 час/год	Вентиляционный отбор газов, образующихся в процессе ферментации и выпечки, и направление их в установку биофильтрации	400 000	40 000	50
Пивоварение (включая солодоращение)				
Крупный пивоваренный завод Производственная мощность: 150 000 м ³ пива в год Время работы: 4 000 час/год	Рекуперация CO ₂ в процессе брожения и биофильтрация выбросов, образующихся при ослеживании зерна	250 000	32 000	9

Параметры базовой установки	Альтернативные варианты ограничения выбросов	Капиталовложения <u>a</u> / [евро]	Эксплуатационные затраты <u>b</u> / [евро/год]	Сокращение выбросов [Мг НМЛОС/год]
Производство спирта				
Крупные заводы по производству спирта из зрелого зерна; Производство спирта: 830 м ³ /год Время работы: 2 000 час/год	Уничтожение этилового спирта, полученного брожением, в установках для сжигания и ликвидация образующихся при получении солода выбросов с помощью биофилтрации	330 000	40 000	2
<u>a</u>/ В зависимости, например, от объема отработанных газов, концентрации ЛОС в отработанных газах и производственной мощности. Если не оговаривается иного, то все указываемые капиталовложения являются дополнительными, если переход к использованию новой технологии происходит в процессе автономных технологических изменений. <u>b</u>/ В зависимости, например, от объема отработанных газов, концентрации ЛОС в отработанных газах и коэффициента рекуперации тепла. <u>c</u>/ Предполагается, что капиталовложения для модификации процесса будут незначительными в случае перехода на другую технологию в ходе отдельных технологических преобразований. <u>d</u>/ Дополнительные капиталовложения в случае перехода на другую технологию в процессе отдельных технологических преобразований. <u>e</u>/ Полный объем капиталовложений в случае вынужденного перехода на другую технологию (следует учитывать совокупный объем капиталовложений). <u>f</u>/ Предполагается, что дополнительные эксплуатационные затраты, обусловленные более высокой стоимостью заменителей или повышением производственных затрат и т.д., будут незначительными по сравнению с издержками первоначального производственного процесса. <u>g</u>/ Более подробная информация содержится в справочном документе по НИМ.				

Таблица 18. Основные составляющие переменных и постоянных затрат, имеющие значение для оценки эксплуатационных затрат, связанных с принятием вторичных мер*

	COND	ADS	ABS	PERM	TI	CI	RTI	RCI	BIOF	BIOS
Составляющие переменных затрат										
Расход топлива					•	•	•	•		
Расход электроэнергии	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Расход воды		•							•	•
Расход пара		•								
Замена катализатора						•		•		
Замена адсорбента		•								
Замена абсорбента			•							
Замена мембран				•						
Замена вещества-носителя и микроорганизмов									•	•
Оплата услуг персонала	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Рекуперация растворителя	•	•	•	•						
Рекуперация тепла					•	•	•	•		
Составляющие постоянных издержек										
Страховка	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Налоги	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Техническое обслуживание и ремонт	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

COND = конденсация

ADS = адсорбция

ABS = абсорбция

PERM = проникновение/

мембранный метод

TI = термическое сжигание

CI = каталитическое сжигание

RTI = регенеративное термическое сжигание

RCI = регенеративное каталитическое сжигание

BIOF = биофильтрация

BIOS = биоскрубберная очистка

* В связи со связанными с инвестициями затратами следует учитывать, что амортизация и проценты являются наиболее значительными составляющими затрат, которые не учтены в настоящей таблице.

81. При совпадении сроков осуществления мер по борьбе с выбросами НМЛЮС с обычным инвестиционным циклом можно достичь значительного сокращения затрат. Особенно в случае принятия первичных мер дополнительные затраты, обусловленные необходимостью соблюдения требований в отношении сокращения выбросов, могут оказаться незначительными. Однако в таком конкретном случае, как производство автомобилей, дополнительные затраты следует принимать во внимание при переходе к использованию систем нанесения водосодержащих покрытий (необходимость сооружения более габаритной красильной камеры с использованием специальных сталей). Таким образом, последовательность принятия соответствующих мер по борьбе с выбросами в каждом конкретном секторе в значительной степени зависит от таких параметров, как, например, сроки принятия той или иной меры. Этот параметр может даже привести к увеличению размера необходимых капиталовложений для принятия той или иной конкретной меры.

82. Для определения затрат, связанных с сокращением выбросов в том или ином секторе конкретной страны, необходимо учитывать такие параметры, как:

- распределение производственных мощностей;
- распределение по возрасту и истечению эксплуатационного срока производственных технологий;
- переходные периоды/планы осуществления технологических изменений;
- действующие в соответствии с нынешним законодательством производственные технологии и технологии борьбы с выбросами;
- будущие темпы производственной деятельности по секторам;
- характер сырьевых материалов, проектирование и освоение технологических процессов.

Для получения этой информации необходимо проделать более углубленный анализ, чем тот, который приводится в таблице 18. В справочном документе Целевой группы по оценке вариантов/методов ограничения выбросов ЛЮС излагается методика, основанная на концепции "базовой установки", и приводятся необходимые данные (инвестиции, годовые эксплуатационные затраты) с учетом набора соответствующих параметров, упомянутых выше, для оценки этих расходов.

83. Для усовершенствования функций национальных расходов необходимо обеспечить, чтобы они должным образом отражали положение в конкретной стране. Поэтому в рамках многоуровневого подхода определение приоритетности вариантов для конкретной страны по различным секторам следует сочетать с анализом на уровне конкретной деятельности применительно к данной стране (включая используемые производственные процессы). И наконец, функция национальных расходов должна явиться результатом рассмотрения оптимальных способов приспособления системы производства со временем к различным

требованиям по сокращению выбросов ЛОС. Это включает не только принятие мер по сокращению выбросов в конце производственного цикла, но и структурные преобразования секторов.

4. Побочные последствия

84. Необходимо также учитывать побочные последствия внедрения вариантов/методов борьбы с выбросами. Особое внимание следует уделять тому, как сказываются меры по ограничению выбросов НМЛОС на решении смежных проблем загрязнения воздуха, например проблем образования токсических веществ при использовании абсорбции с помощью хлорированных агентов или образования дополнительных объемов CO_2 при сжигании природного газа в установках для сжигания. Следует также рассматривать вопрос об образовании дополнительных выбросов NO_x . Кроме того, следует учитывать и межсредовые аспекты. В результате перехода от использования продуктов, содержащих органические растворители, к водосодержащим продуктам может возникнуть проблема загрязнения воды. Не следует также забывать о проблеме загрязнения воды в случае использования таких рекуперационных методов, как абсорбция, адсорбция или конденсация. Кроме того, необходимо решать вопросы, связанные с образованием отходов при использовании отработанного катализатора или дезактивированного угля. Принятие любых вторичных мер (меры, принимаемые в конце технологической цепочки, или доочистка) предполагает дополнительный расход энергии.

В. Секторальные проблемы

1. Установки для сжигания (< 300 кВт)

85. Важным стационарным источником выбросов НМЛОС являются небольшие установки для сжигания (< 300 кВт), особенно для сжигания древесины. Таким образом, можно ожидать, что страны, где в качестве топлива широко используется древесина, располагают широкими возможностями для сокращения выбросов. Выбросы НМЛОС, образующиеся в процессе сжигания в крупных котлоагрегатах, установленных, например, на электростанциях или в промышленных установках, как правило, являются незначительными и поэтому в настоящем документе не рассматриваются.

86. Меры по ограничению выбросов включают замену старых котлоагрегатов, печей и аналогичных установок на новое оборудование с низким уровнем выбросов, а также усовершенствование существующих установок. Современное оборудование с оптимизированным режимом сжигания позволяет эффективно ограничивать выбросы ЛОС из небольших установок для сжигания. Оптимальный режим сжигания обеспечивается за счет оптимизации конструкции камеры сгорания и системы подачи воздуха. Существует ряд вариантов дооснащения старых и устаревших котлоагрегатов, работающих на древесине, например водонакопительными резервуарами, керамическими закладными элементами и горелками для сжигания гранулированного топлива. Современный работающий на древесном топливе котлоагрегат с накопительным резервуаром, представляющий собой

НИМ, позволяет сокращать объем выбросов приблизительно на 90% по сравнению с устаревшими котлоагрегатами, не оснащенными такими резервуарами. Весьма важное значение для сокращения выбросов имеют также надлежащая эксплуатация оборудования и правильная обработка топлива. Не менее важно и информирование общественности, например, в отношении надлежащей эксплуатации установок, методов обогащения топлива и правильной сушки древесины с точки зрения регулирования содержания влаги. Продолжается работа над предложением, касающимся стандарта CEN на котлоагрегаты, работающие на твердом топливе, "Отопительные котлоагрегаты с номинальной тепловой мощностью до 300 Квт, работающие на твердом топливе: терминология, требования, испытания и маркировка", включая также предложение по предельным значениям объемов выбросов.

87. Меры структурного характера - это меры, связанные с развитием централизованных систем отопления домашних хозяйств, включая системы централизованного теплоснабжения, и меры по сокращению энергопотребления. В таблице 19 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов на небольших установках для сжигания (жилищный сектор).

Таблица 19. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению с указанием соответствующих концентраций чистого газа для небольших установок для сжигания

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов [г/ГДж тепловой мощности] *
Тепловая мощность ≤ 120 кВт_т		
Топливо: каменный уголь	Модернизация котла и/или печи	40
Топливо: бурый уголь	Модернизация котла	76
Топливо: кокс	Модернизация котла	44
Топливо: древесина, древесный уголь, торф	Модернизация котла	96
Топливо: нефть	Модернизация котла и/или горелки	1,5
Топливо: газ	Модернизация котла и/или горелки	3
Тепловая мощность > 120 кВт_т и < 300 кВт_т		
Топливо: каменный уголь, бурый уголь, кокс	Модернизация котла и/или печи	6
Топливо: древесина, древесный уголь, торф	Модернизация котла и/или печи	16
Топливо: нефть, газ	Модернизация котла и/или горелки	1

* Существуют значительные различия в характеристиках выбросов, например в зависимости от размера установки (15 кВт, 120 кВт), режима работы при полной или частичной нагрузке, конструкции (котлоагрегат или печь, ручная или автоматическая подача топлива).

2. Нефтеперерабатывающие заводы

88. К источникам выбросов на нефтеперерабатывающих заводах относятся: процессы переработки, операции, связанные с хранением сырой нефти и нефтепродуктов и обращением с ними, операции по обработке газообразных и жидких отходящих потоков, загрузка и транспортировка сырой нефти, промежуточных и готовых продуктов, процессы обработки сточных вод, конечные пункты трубопроводов, установки для отделения воды от сырой нефти и ее легких фракций, а также такие периодические операции, как остановка, ремонтно-техническое обслуживание и повторный пуск (технологические циклы работы установок). Дополнительные выбросы образуются в результате сжигания топлива, сжигания углеводородов в факеле и сброса продуктов из вакуумных систем. Выбросы вне системы дымовых труб возникают на технологических установках в местах сланцевых и прочих соединений, открытых линий и систем отбора проб.

89. Для расширения знаний в отношении выбросов на различных участках нефтеперерабатывающих заводов важную роль могут играть измерения концентраций НМЛОС для оценки объема выбросов в результате утечек из клапанов, сланцевых соединений, компрессоров и т.д., а также выбросов, образующихся при хранении продуктов в резервуарах. Для измерения общего объема выбросов на нефтеперерабатывающих заводах могут использоваться различные методы, начиная от недорогостоящих операций по измерению различных параметров и кончая более современными методами с использованием лазерных технологий, включая лидар дифференциального поглощения. Учитывая все возрастающее несоответствие между измеренными и расчетными объемами выбросов, следует поощрять практику проведения измерения образующихся выбросов на нефтеперерабатывающих заводах. Эта практика может способствовать также осуществлению соответствующих планов инспекционных проверок и ремонтно-технического обслуживания, а также оценке эффективности мер по сокращению выбросов из резервуаров для хранения.

90. Выбросы НМЛОС вне системы дымовых труб, например, из клапанов, сланцевых соединений, насосных и компрессорных установок можно уменьшить посредством осуществления программ регулярного осмотра и ремонтно-технического обслуживания, которыми предусматривается планово-профилактическая замена уплотнителей. Сокращение выбросов приблизительно на 50% за счет осуществления на нефтеперерабатывающих заводах ежегодных осмотров не требует каких-либо дополнительных затрат, но способствует уменьшению потерь углеводородного сырья. В то же время 80-процентное сокращение выбросов за счет проведения ежеквартальных осмотров и ремонтно-технического обслуживания требует дополнительных затрат. Кроме того, уплотнение клапанов может обеспечиваться с помощью сильфонов. Сланцевые соединения следует использовать лишь при необходимости обеспечения технологической безопасности и для целей технического обслуживания. Они должны оснащаться высококачественными уплотнениями (типа кулачковых муфт). Выбросы НМЛОС из центробежных насосов можно сократить приблизительно на одну треть за счет замены сальниковых уплотнений механическими. Лучше всего использовать механические уплотнения двойного действия или сдвоенные механические уплотнения. Наилучший способ предотвращения выбросов НМЛОС из насосных установок состоит в использовании полностью закрытых систем без уплотнений, например диафрагменных насосов, сильфонных насосов, герметичных роторных насосов и насосов, оснащенных электромагнитными муфтами. Турбокомпрессорные установки следует оснащать лабиринтовыми сальниками или кольцевыми жидкими уплотнениями.

91. Содержащие НМЛОС газы и пары, утечка которых может происходить из таких защитных систем, как устройства для снятия давления и системы продувки, должны подаваться в газонакопительные системы. Собираемые газы следует сжигать в факелах или в технологических печах, когда это возможно. Ограничение других не поддающихся конденсированию вентиляционных выбросов может осуществляться с помощью рекуперационных технологий (абсорбция, адсорбция с помощью углерода) или методов деструкции (сжигание, биофильтрация). Сокращение выбросов НМЛОС из канализационных систем может обеспечиваться за счет оснащения этих систем и установок

для обработки сточных вод плавающими крышами, использования в качестве изоляционного материала плит из вспененного стекловолокна, устанавливаемых на поверхности резервуаров для сточных вод, или же оснащения упомянутых систем отборочными устройствами и повышения эффективности их работы. Связанные с использованием этих вариантов затраты могут изменяться в зависимости от степени сокращения потерь углеводородов.

92. Значительная доля выбросов НМЛОС на нефтеперерабатывающих заводах приходится на резервуары для хранения сырой нефти и необработанных нефтепродуктов. Резервуары с неподвижной крышей, предназначенные для хранения жидких летучих органических соединений (например, бензина) на нефтеперерабатывающих заводах, нефтебазах и терминалах, могут оснащаться внутренними плавающими крышами. В зависимости от средней пропускной способности внутренние плавающие крыши позволяют сокращать объем выбросов НМЛОС на 95%. Кроме того, в случае хранения бензина рекомендуется регулировать концентрацию паровоздушной смеси и использовать системы для рекуперации паров, при этом общая эффективность сокращения обрабатываемых выбросов может достигать > 99%. Одним из наиболее простых, но эффективных способов сокращения выбросов из резервуаров для хранения, является нанесение на поверхность резервуаров покрытий, отражающих излучение, и улучшение режима эксплуатации, например за счет предотвращения ненужного открытия систем, проведения более частых осмотров и т.д. Период окупаемости капиталовложений, связанных с установкой внутренних плавающих крыш в резервуарах с неподвижной крышей, составляет приблизительно один-два года в зависимости от объема рекуперированного продукта. Для промежуточных летучих жидких продуктов и сырой нефти следует использовать резервуары с плавающей крышей, оснащенные надежными вторичными уплотнениями (двойные уплотнения с закраиной). Сокращение выбросов может достигать 95%.

93. В таблице 20 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов из источников выбросов на нефтеперерабатывающих заводах.

Таблица 20. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению на нефтеперерабатывающих заводах

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Переработка нефтепродуктов		
Различные виды нефтеперерабатывающих производств, в том числе: - вакуумная перегонка - коксование - термический крекинг - FCC 1/ - другие виды CC 2/, помимо FCC - каталитический реформинг - каталитический гидрокрекинг - каталитическая гидроочистка - каталитическая гидрообработка - производство смазочных материалов - производство битума	Ограничение выбросов в результате утечек (полугодовой или ежеквартальный мониторинг, ремонт и замена узлов) и подключение систем снятия давления к закрытым системам и использование замкнутых систем пробоотбора Контроль за состоянием основной системы сбора и обработки сточных вод Сжигание не поддающихся конденсированию выбросов из систем продувки и сбора газа в факеле Деструкция (сжигание, биофильтрация) или рекуперация (адсорбция с помощью углерода, абсорбция) других вентиляционных выбросов, поддающихся конденсированию	20-60 г/Мг в необработанном состоянии
Хранение и транспортировка нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих заводах		
Резервуар с неподвижной крышей		
Низкое давление насыщенного пара ($0 < VP \leq 10$ кПа)	Оснащение резервуаров с неподвижной крышей внутренней плавающей крышей	1-3 г/Мг материала, пропускаемого через систему
Высокое давление насыщенного пара ($VP > 10$ кПа)	Оснащение резервуаров с неподвижной крышей внутренней плавающей крышей	10-40 г/Мг материала, пропускаемого через систему
	Регулирование концентрации и рекуперация паровоздушной смеси	150-160 г/Мг материала, пропускаемого через систему
Резервуар с внешней плавающей крышей		
Низкое давление насыщенного пара ($0 < VP \leq 10$ кПа)	Совершенствование методов эксплуатации и улучшение первичного и вторичного уплотнения, включая регулируемое крепление крыши и внешнюю окраску светового экрана	0,5-2 г/Мг материала, пропускаемого через систему
Высокое давление насыщенного пара ($VP > 10$ кПа)	Совершенствование эксплуатационных методов и улучшение первичного и вторичного уплотнения, включая регулируемое крепление крыши и внешнюю окраску светового экрана	5-25 г/Мг материала, пропускаемого через систему

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Резервуар с внутренней плавающей крышей		
Низкое давление насыщенного пара ($0 < VP \leq 10$ кПа)	Совершенствование методов эксплуатации и улучшение первичного и вторичного уплотнения, включая регулируемое крепление крыши и внешнюю окраску светового экрана	1-3 г/Мг материала, пропускаемого через систему
Высокое давление насыщенного пара ($VP > 10$ кПа)	Совершенствование эксплуатационных методов и улучшение первичного и вторичного уплотнения, включая регулируемое крепление крыши и внешнюю окраску светового экрана	10-40 г/Мг материала, пропускаемого через систему
VP = давление пара <u>1/</u> FCC: флюид - каталитический крекинг. <u>2/</u> CC: каталитический крекинг.		

3. Добыча и распределение ископаемого топлива

94. Добыча и распределение ископаемого топлива включает в себя самые разнообразные процессы добычи и переработки твердого, жидкого и газообразного ископаемого топлива. Эти процессы, в зависимости от конкретной ситуации в той или иной стране, могут приводить к образованию весьма значительных или небольших объемов выбросов. Наибольший объем выбросов образуется в ходе процессов обработки и распределения жидкого топлива. Все операции по хранению и транспортировке требуют принятия значительных мер по сокращению выбросов; к числу таких мер относятся, в частности: замена резервуаров с неподвижной крышей резервуарами, оснащенными плавающей крышей, регулирование концентрации паровоздушной смеси и рекуперация паров, повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания, окраска резервуаров с применением отражающих красок.

95. Особенно большие возможности для сокращения выбросов имеются в секторе хранения и распределения бензина. Меры по ограничению выбросов, образующихся в результате доставки топлива с нефтеперерабатывающих заводов на заправочные станции (нередко с помощью промежуточных терминалов), определяются как мероприятия, осуществляемые на этапе I. Доставка осуществляется за счет комплексного использования автомобильного, железнодорожного и водного видов транспорта, включая нефтепроводы, при этом с эксплуатацией последних связан незначительный объем выбросов. Мероприятия на этапе I включают преимущественно использование систем регулирования концентрации паровоздушной смеси и установок для рекуперации паров (УРП) в целях рекуперации бензина. Использование усовершенствованных систем налива, например системы налива автоцистерн снизу, позволяет сократить потери в виде паров по сравнению с потерями при использовании системы налива сверху. Паровоздушная смесь, отбираемая на заправочных станциях при сливе бензина из автоцистерн, может закачиваться обратно в автоцистерны и подвергаться рекуперации на терминале, оснащенном УРП. Общий потенциал рекуперации при принятии мер на этапе I изменяется в пределах 75-80% в зависимости от

использования нижних или верхних наливных систем, при этом степень рекуперации, обеспечиваемая непосредственно УРП, составляет 95-97% (в зависимости от коэффициента улавливания). Меры, принимаемые на этапе I, предполагают также модификацию авто- и железнодорожных цистерн, включая суда и баржи. В последних случаях требуется дополнительный контроль в целях соблюдения норм безопасности. Расходы по ограничению выбросов на этапе I изменяются в значительных пределах и сильно зависят от особенностей конкретного места. В частности, было установлено, что в Норвегии принятие мер по сокращению выбросов из цистерн с сырой нефтью может привести к сокращению выбросов приблизительно на 30%.

96. На заправочных станциях помимо выбросов из систем доставки топлива образуются выбросы при заправке транспортных средств. Объем этих выбросов можно ограничить за счет применения систем регулирования концентрации паровоздушной смеси, т.е. посредством мер, принимаемых на этапе II, либо за счет использования крупной бортовой угольной камеры. Технические возможности мер по ограничению выбросов, принимаемых на этапе II, позволяют довести степень рекуперации до 88-92% (в зависимости от коэффициента улавливания). Практический опыт показал, что ожидаемый уровень рекуперации в силу недостаточной оснащенности рекуперационными установками в реальности оказывается ниже. Расходы, связанные с принятием мер на этапе II, в значительной степени зависят от условий конкретного места и изменяются в широких пределах.

97. Имеются значительные возможности и для ограничения выбросов НМЛОС, образующихся в результате осуществления деятельности на суше и на море. Повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания, отбор газа при бурении скважин, сжигание газов в факеле вместо их выброса в атмосферу и использование рекуперационных систем при загрузке и транспортировке позволяют значительно сократить объем выбросов. Проведение осмотров и ремонтно-технического обслуживания и использование более качественных материалов для трубопроводов, соединений и уплотнений относятся к числу тех немногих мер по ограничению выбросов, которые могут приниматься в отношении газораспределительных сетей.

98. При использовании газоплотнительных соединений в системе рекуперации паров и при проведении регулярных проверок систем на герметичность коэффициент сокращения обрабатываемых выбросов может достигать практически 100%.

99. В таблице 21 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов в секторе добычи и распределения ископаемого топлива.

Таблица 21. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению в секторе добычи и распределения ископаемого топлива с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Операции на море (жидкое ископаемое топливо)		
Комплексная нефтегазовая система, исключительно нефтедобывающие объекты	Отбор газа при бурении скважин и его сжигание в факелах вместо выброса в атмосферу, включая использование рекуперационных систем при загрузке и транспортировке	150 г/Мг добычи сырой нефти
Операции на суше (газообразное ископаемое топливо)		
Объекты для добычи газа или газовые терминалы	Отбор газа при бурении скважин	1,5 г/Мм ³ газа
Морские терминалы (жидкое ископаемое топливо, исключая бензин)		
Хранение сырой нефти и ее перемещение в резервуарах с внешней плавающей крышей, балластировка нефтеналивных цистерн	Регулирование концентрации паровоздушной смеси	40 г/Мг сырой нефти
Прочие операции по транспортировке и хранению (жидкое ископаемое топливо, исключая бензин)		
Резервуары с неподвижной крышей для хранения продуктов с низким давлением пара	Регулирование состава паровоздушной смеси, повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	80 г/Мг топлива
Резервуары с внешней плавающей крышей для хранения продуктов с высоким давлением и сырой нефти	Регулирование концентрации паровоздушной смеси, повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	10 г/Мг топлива
Отпускные пункты нефтеперерабатывающих заводов (бензин)		
Загрузка океанских судов	Модификация верхненаливных устройств и систем возврата и рекуперации паровоздушной смеси	30 г/Мг бензина
Загрузка барж	Модификация верхненаливных устройств и систем возврата и рекуперации паровоздушной смеси	70 г/Мг бензина
Загрузка железнодорожных цистерн	Использование верхненаливных погружаемых устройств и систем возврата и рекуперации паровоздушной смеси	75 г/Мг бензина
Загрузка автоцистерн	Использование нижненаливных устройств и систем возврата и рекуперации паровоздушной смеси	60 г/Мг бензина

Транспортные средства и хранилища (бензин)		
Разгрузка специальных или прицепных грузовых резервуаров на коммерческих складах или пограничных терминалах, загрузка в автоцистерны с использованием метода погружения	Оснащение резервуаров с неподвижной крышей внутренней плавающей крышей или использование резервуара с плавающей крышей и окраска корпуса резервуара в белый цвет	700 г/Мг бензина
	Использование системы регулирования концентрации паровоздушной смеси между резервуаром и загрузочной эстакадой, включая установку для рекуперации паров, или систему сжигания в установке термического окисления	300-400 г/Мг бензина
Заправочные станции		
Заправочные станции, не оснащенные системами ограничения выбросов	Меры по ограничению выбросов, принимаемые на этапах I и II	200 г/Мг бензина
Заправочные станции, оснащенные системами ограничения выбросов на этапе I	Меры по ограничению выбросов, принимаемые на этапе II	200 г/Мг бензина
Распределение газа на месте		
Сочлененные трубопроводы		
Малый диаметр: давление $P < 0,075$ гПа	Ограничение числа фланцевых соединений, вентилях и т.д., а также повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	400 г/год/км
Средний диаметр: давление $0,075 \leq P < 2$ гПа	Сокращение числа фланцевых соединений, вентилях и т.д., а также повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	4 г/год/км
Большой диаметр: давление $2 \leq P < 7$ гПа	Сокращение числа фланцевых соединений, вентилях и т.д., а также повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	20 г/год/км
Трубопроводы со сварными соединениями		
Малый диаметр: давление $P < 0,075$ гПа	Повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	0,4 г/год/км
Средний диаметр: давление $0,075 \leq P < 2$ гПа	Повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	0,004 г/год/км
Большой диаметр: давление $2 \leq P < 7$ гПа	Повышение эффективности осмотров и ремонтно-технического обслуживания	0,020 г/год/км

P: давление.

4. Установки для производства органических химикатов

100. В секторе производства органических химикатов образование различных выбросов зависит от выпускаемых продуктов и используемых производственных процессов. Нередко для производства одного продукта используется несколько процессов, для каждого из которых характерно образование тех или иных выбросов НМЛОС. Значительные объемы выбросов образуются в результате производственных операций, утечки, операций по хранению и транспортировке продуктов (загрузка/разгрузка). В большинстве случаев одни и те же меры по ограничению выбросов могут применяться как на нефтеперерабатывающих заводах, особенно при ограничении выбросов в результате утечек (из вентилей, фланцевых соединений, насосных и компрессорных установок), так и на объектах для хранения жидких сырьевых материалов и продуктов.

101. Для расширения практических знаний в области ограничения выбросов, образующихся на различных участках производства органических химикатов, следует руководствоваться требованиями, действующими в отношении нефтеперерабатывающих предприятий (см. пункт 89).

102. Для ограничения выбросов НМЛОС, содержащихся в вентиляционных газах, можно использовать обычные методы ограничения выбросов органических загрязнителей из стационарных источников, в том числе адсорбцию, абсорбцию, конденсацию, мембранные технологии, термическое и каталитическое сжигание, а также модификацию процессов. В некоторых случаях наличие на объекте рекуперационной установки облегчает решение задачи использования рекуперационных методов.

103. Модификация процессов, включая изменение перерабатываемого сырья и продуктов производства, в отдельных случаях может способствовать сокращению выбросов НМЛОС. Для сокращения объемов образования нежелательных побочных продуктов можно прибегать к использованию новых химических реакций или методов. Совершенствование процессов следует использовать как в целях обеспечения рекуперации и рециркуляции побочных продуктов, так и осуществления максимально возможного плотного закрытия открытых участков производственного процесса.

104. Одним из эффективных способов уменьшения потока отработанных газов и выбросов НМЛОС, образующихся в процессе окисления и оксихлорирования (например, при производстве винилхлорида), является использование чистого кислорода вместо воздуха. На современных установках для окисления и оксихлорирования обычно используется только чистый кислород.

105. В таблице 22 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов в промышленности по производству органических химикатов, в частности в секторе производства этилена. При хранении и транспортировке продуктов принимаются меры, аналогичные тем, которые принимаются на нефтеперерабатывающих заводах.

Таблица 22. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при производстве органических химикатов с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Производство этилена		
Парофазный крекинг или процесс дегидратации	Жесткое ограничение выбросов, образующихся в результате утечек, и сокращение промежуточных выбросов посредством их сжигания в факеле, а также сокращение выбросов из вентиляционных систем, устройств для взятия проб и технологических анализаторов посредством их откачки и подачи в газовый компрессор, камеру сжигания или камеру для адсорбции с помощью углерода	700 г/Мг этилена
Хранение и транспортировка продуктов органической химии см. информацию, касающуюся нефтеперерабатывающих заводов		

5. Нанесение клеевых покрытий (в том числе производство древесно-слоистого пластика)

106. При нанесении клеевых покрытий образуются значительные объемы выбросов НМЛОС, которые можно сократить за счет принятия первичных мер (использование клеящих материалов с нулевым или незначительным содержанием органических растворителей) или вторичных мер на крупных установках (конденсация, адсорбция, термическое и каталитическое сжигание). Некоторые из этих мер, применяемых в ходе отдельных базовых процессов, приводятся в таблице 23.

Таблица 23. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при нанесении клеевых покрытий

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Процесс ручного нанесения покрытий с использованием клеящих материалов с высоким содержанием растворителей (50%) и клеящих материалов с низким содержанием растворителей (50%)	Частичное уменьшение использования клеящих материалов с высоким содержанием растворителей, а также применение термического или каталитического сжигания при использовании клеящих материалов с высоким содержанием растворителей	40 г/кг клеящего материала
Процесс ручного нанесения покрытий с использованием клеящих материалов с высоким содержанием растворителей (75%) и клеящих материалов с низким содержанием растворителей (25%)	Частичный переход от использования клеящих материалов с высоким содержанием растворителей к использованию клеящих материалов с низким содержанием растворителей, а также применение термического или каталитического сжигания при использовании клеящих материалов с высоким содержанием растворителей	70 г/кг клеящего материала
(Обувная промышленность)	Использование термоплавких безрастворных клеящих материалов для верхней кожаной части обуви и клеящих материалов, содержащих растворители, для приклеивания подошв	275 г/кг клеящего материала
Процесс автоматизированного нанесения покрытий	Переход от использования клеящих материалов с высоким содержанием растворителей к использованию клеящих материалов с низким содержанием растворителей, а также применение термического и каталитического сжигания или адсорбции с помощью активированного угля или конденсации при использовании клеящих материалов с высоким содержанием растворителей	40 г/кг клеящего материала
Производство древесно-слоистого пластика	Переход к использованию водосодержащих клеящих материалов	160 г/кг клеящего материала

6. Процессы нанесения покрытий (металлические, деревянные и пластмассовые поверхности: легковые автомобили, кабины грузовиков, грузовики и автобусы; деревянные поверхности)

107. К этой категории источников выбросов НМЛОС относятся процессы покраски, сушильные печи, а также процессы очистки оборудования и красильных камер. Во многих случаях наиболее эффективным способом сокращения выбросов, связанных с использованием органических растворителей в красильном производстве, является применение красок и очищающих средств с низким или нулевым содержанием органических растворителей. Деревянные поверхности учитываются в связи с тем, что они не охватываются категорией процессов покраски деревянных поверхностей в строительном и бытовом секторах.

108. В промышленном секторе при нанесении покрытий обычно образуется значительный объем отработанной воздушной смеси с низким содержанием органических растворителей, в связи с чем принятие мер в конце технологической цепочки может быть связано со значительным расходом энергии. Поэтому при выборе этого варианта следует использовать технологии, характеризующиеся низким уровнем потребления энергии и/или высоким уровнем рекуперации энергии.

109. Кроме того, в промышленном секторе (например, в автомобильной промышленности) ограничение выбросов достигается за счет совершенствования процессов нанесения покрытий, например за счет использования пистолетов-краскораспылителей для нанесения покрытий в электростатическом поле и других способов нанесения покрытий методом распыления вместо обычного нанесения покрытий пневматическим способом, а также за счет использования систем нанесения покрытий с низким содержанием растворителей и, в отдельных случаях, автоматизации процесса нанесения покрытий. Одним из опробованных методов сокращения выбросов НМЛОС при производстве легковых автомобилей является использование водосодержащих грунтовых покрытий и составов. На одном из автомобилестроительных заводов весь процесс нанесения покрытий (включая нанесение окончательного покрытия с 15-процентным весовым содержанием органических растворителей) основан на использовании водосодержащих составов. Кроме того, одним из проверенных методов борьбы с выбросами НМЛОС при нанесении покрытий на деревянные и металлические поверхности является рекуперация краски.

110. В таблице 24 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов, образующихся в процессе покраски.

Таблица 24. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению в процессе нанесения покрытий с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Производство легковых автомобилей		
Производство легковых автомобилей (M1, M2)	Переход к использованию водосодержащих грунтов и грунтовых составов <u>a/</u> и установки для сжигания выбросов из сушильной печи, включая систему адсорбции с помощью активированного угля в камере для нанесения покрытий методом распыления в сочетании с термическим сжиганием	30 г/м ² окрашиваемой поверхности автомобиля
Производство кабин грузовиков; производство грузовиков (N1, N2, N3)	Переход к использованию водосодержащих грунтов и грунтовых составов и установки для сжигания выбросов из сушильной печи, включая систему адсорбции с помощью активированного угля в камере для нанесения покрытий методом распыления в сочетании с термическим сжиганием	50 г/м ² окрашиваемой поверхности грузовика или кабины грузовика
Производство автобусов и трейлеров (M3, 0)	Переход к использованию водосодержащих грунтов и грунтовых составов и установки для сжигания выбросов из сушильной печи	70 г/м ² окрашиваемой поверхности автобуса
Нанесение покрытий на деревянные поверхности		
Все установки	Переход к использованию систем нанесения покрытий со средним содержанием растворителей <u>b/</u> и улучшение процесса их нанесения, включая рациональные методы ведения домашнего хозяйства и использование процессов термического сжигания	4 г/м ² окрашиваемой деревянной поверхности
	Переход к использованию систем нанесения покрытий с низким содержанием растворителей <u>c/</u> и улучшение процесса их нанесения, включая рациональные методы ведения домашнего хозяйства	3 г/м ² окрашиваемой деревянной поверхности
<u>a/</u> Водосодержащий грунт: 8-процентное весовое содержание органических растворителей; водосодержащий грунтовый состав: 13-процентное весовое содержание органических растворителей. <u>b/</u> Системы нанесения покрытий со средним содержанием растворителей: 20-процентное содержание органических растворителей. <u>c/</u> Система нанесения покрытий с низким содержанием растворителей: 5-процентное содержание органических растворителей. M1: транспортные средства для перевозки пассажиров, имеющие не более восьми посадочных мест, помимо места водителя; M2: транспортные средства для перевозки пассажиров, имеющие более восьми посадочных мест, помимо места водителя, с максимальной массой не более 5 Мг; M3: транспортные средства для перевозки пассажиров, имеющие более восьми посадочных мест, помимо места водителя, с максимальной массой свыше 5 Мг; N1: транспортные средства для перевозки грузов с максимальной массой не более 3,5 Мг; N2: транспортные средства для перевозки грузов с максимальной массой свыше 3,5 Мг, но не более 12 Мг; N3: транспортные средства для перевозки грузов с максимальной массой свыше 12 Мг; 0: трейлеры		

7. Процессы нанесения покрытий (окраска металлических, пластмассовых и деревянных поверхностей в строительном и бытовом секторах)

111. В бытовом секторе, а также в секторе строительства и окраски зданий выбросы НМЛОС образуются в результате нанесения краски и очистки оборудования. Единственным средством сокращения выбросов НМЛОС является уменьшение расхода продуктов, содержащих растворители, и изменение состава продуктов (продукты с нулевым или низким содержанием органических растворителей). В таблице 25 приводится общий вариант борьбы с выбросами, образующимися при покраске зданий и сооружений с указанием достижимых коэффициентов выбросов.

Таблица 25. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при окраске зданий и сооружений с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Окраска зданий и сооружений	Переход к использованию красок с низким содержанием растворителей	40 г/кг краски

8. Нанесение покрытий на рулонную продукцию

112. В таблице 26 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами при нанесении покрытий на рулонную продукцию.

Таблица 26. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при нанесении покрытий на рулонную продукцию с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Нанесение покрытий на рулонные сталь и алюминий	Переход к использованию водосодержащих покрытий и установки для сжигания выбросов из сушильной печи	3 г/м ²

9. Сухая химическая чистка

113. В настоящее время в секторе сухой химической чистки используются преимущественно перхлорэтилен (ПЕР) и легкие углеводороды, поскольку использование ХФУ запрещено. Основные выбросы растворителей из машин для сухой химической чистки можно разбить на следующие две категории:

а) парообразные выбросы, включая вентиляционные выбросы из машин, выбросы воздушной смеси из резервуаров для хранения во время их заполнения, утечки и растворитель, сохраняющийся некоторое время в одежде после ее чистки;

б) кубовые остатки: на практике кубовые остатки могут оставаться снаружи.

114. К числу общепринятых первичных мер, позволяющих значительно сократить объем выбросов, относится практика перехода к использованию процессов влажной очистки с использованием воды (при которых следует учитывать ограничения, связанные с чисткой изделий из кожи и ткани).

115. Освоение машин с замкнутым технологическим циклом, на долю которых уже, вероятно, приходится значительная часть рынка, позволяет сократить объем выбросов на 80% по сравнению с машинами с незамкнутым циклом. При пропускании вентиляционной воздушной смеси через конденсатор или фильтр с активированным углем общие потери растворителя в процессе химической чистки могут быть сокращены на 90%. Многие установки для химической чистки уже оснащены фильтрами с активированным углем. В таблице 13 приводятся отдельные варианты сокращения выбросов, образующихся в процессе сухой химической чистки.

Таблица 27. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при сухой химической чистке с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Машины с незамкнутым технологическим циклом Использование растворителя: перхлорэтилен (ПЕР)	Переход к использованию процессов влажной чистки с использованием воды	0 г/кг подвергнутых чистке текстильных изделий
	Переход к использованию машин нового поколения с замкнутым технологическим циклом и закрытыми системами сброса кубового остатка, включая оснащение загрузочной двери вытяжной системой, а также рациональная организация производства и оптимизация доставки и хранения растворителей	10 г/кг подвергнутых чистке текстильных изделий
	Переход к использованию машин нового поколения с замкнутым технологическим циклом, использующих нехлорированные углеводородные растворители, и закрытыми системами сброса кубового остатка, включая оснащение загрузочной двери вытяжной системой, а также рациональная организация производства и оптимизация доставки и хранения растворителей	10 г/кг подвергнутых чистке текстильных изделий

10. Производство покрытий, лаков, типографских красок и клеящих материалов

116. В секторе производства покрытий модификация технологических процессов может осуществляться за счет перехода к использованию красок и клеящих материалов с низким содержанием органических растворителей. Дополнительное сокращение выбросов НМЛОС достигается путем конденсации, адсорбции, термического и каталитического сжигания. В таблице 28 приводятся примеры применяющихся мер по сокращению выбросов.

Таблица 28. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при производстве красок и клеящих материалов с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Производство красок		
Расход растворителя < 600 Мг/год	Переход к использованию красок с низким содержанием растворителей, в том числе создание условий для улавливания выбросов	10 г/кг краски
Расход растворителя ≥ 600 Мг/год	Переход к использованию красок с низким содержанием растворителей, методов каталитического и термического сжигания или конденсации и адсорбции с помощью углерода, а также к полной изоляции установок	2 г/кг красок
Производство клеящих материалов		
Установки производительностью > 3000 т клеящих материалов в год	Переход к использованию клеящих материалов с низким содержанием растворителей, методов каталитического и термического сжигания или конденсации и регенеративной адсорбции с помощью углерода, а также к полной изоляции установок	1 г/кг клеящего материала

11. Производство фармацевтической продукции

117. При использовании различных процессов производства фармацевтической продукции образуются многочисленные вещества. Для сокращения выбросов НМЛОС и галогенированных растворителей применяются первичные и вторичные меры, информация о которых содержится в таблице 29.

Таблица 29. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при производстве фармацевтической продукции с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Все установки	Переход от использования галогенированных и негалогенированных растворителей к использованию водосодержащих растворителей и методов каталитического и термического сжигания или конденсации или адсорбции	90 000 г на одного работника в год

12. Типографские работы (флексграфия, рулонная офсетная печать с использованием красок, закрепляющихся под действием нагрева, выпуск печатной продукции с использованием метода ротационной глубокой печати, ротационная глубокая печать, ротационная трафаретная печать)

118. Наиболее важными способами печати являются литография (офсетная печать с использованием красок, закрепляющихся под действием нагрева), ротационная глубокая печать, флексграфия и трафаретная печать.

119. Образующиеся в процессе литографии выбросы органических растворителей можно сократить за счет использования камер для термического сжигания (коэффициент сокращения выбросов может достигать 99% (5-30% выбросов вне системы дымовых труб)), перехода к использованию методов офсетной печати без увлажнения, использования очищающих средств с нулевым содержанием органических растворителей, использования красок, основанных на радиационном отверждении, с нулевым содержанием органических растворителей, и оптимизации работы системы увлажнения (что способствует сокращению расхода изопропанола).

120. В секторе выпуска печатной продукции с использованием метода ротационной глубокой печати имеется возможность для рекуперации более чем 90% расходуемых органических растворителей за счет использования адсорбции с помощью активированного угля, что достигается благодаря небольшому набору содержащихся в органических растворителях компонентов (преимущественно толуола). Рециркуляция этих органических растворителей является возможной, практикуется с давних пор и окупается в весьма короткий срок.

121. В секторе изготовления упаковок с использованием методов ротационной глубокой печати и флексграфии меры по ограничению выбросов НМЛОС сводятся к следующему:

a) переход к использованию водосодержащих красок в тех случаях, когда это практически возможно;

b) использование адсорбции с помощью активированного угля: в случае использования этой меры коэффициент сокращения обрабатываемых выбросов может достигать 99%. Эффективность работы системы улавливания выбросов является одним из важных параметров обеспечения общей эффективности. Содержание многочисленных органических растворителей в красках затрудняет процесс их рециркуляции на месте, вследствие чего в некоторых установках используется исключительно этилацетат. Однако результаты осуществления демонстрационного проекта в Нидерландах свидетельствуют о возможности рекуперации и повторного использования на месте даже смесей, в которых содержатся многочисленные растворители. Этот вариант может оказаться, по меньшей мере, технически и экономически приемлемым для крупных печатных установок, на которых ежегодно расходуется не менее 500 Мг растворителя. Проектирование установок рекомендуется осуществлять всегда с учетом потребности в оптимизации процесса улавливания воздушного потока в различных частях установки. Сведение к минимуму скорости общего воздушного потока позволяет повысить его концентрацию на входе и способствует значительному сокращению капиталовложений и эксплуатационных затрат;

c) использование методов термического или каталитического сжигания: сокращение улавливаемых выбросов НМЛОС может достигать 99%. Эффективность работы системы улавливания выбросов является одним из важных параметров обеспечения общей эффективности. В настоящее время эти методы наиболее широко применяются для сокращения выбросов НМЛОС в печатном производстве, при этом предполагается, что они и впредь будут оставаться наиболее приемлемыми с экономической точки зрения методами для печатного производства, где ежегодный расход растворителя составляет менее 500 Мг. Проектирование установок рекомендуется осуществлять всегда с учетом потребности в оптимизации процесса улавливания воздушного потока в различных частях установки. Сведение к минимуму скорости общего воздушного потока позволяет повысить его концентрацию на входе и способствует значительному сокращению капиталовложений и эксплуатационных затрат.

122. Для сокращения выбросов НМЛОС в секторе трафаретной печати могут использоваться следующие меры: переход к использованию красок, закрепляющихся под действием ультрафиолетового излучения, с нулевым или низким содержанием органических растворителей, термическое или каталитическое сжигание и биофильтрация.

123. Одним из приемлемых методов сокращения выбросов вне системы дымовых труб в секторах рулонной офсетной печати с использованием красок, закрепляющихся под действием охлаждения, рулонной офсетной печати с использованием красок, закрепляющихся под действием нагрева, офсетной печати на листовом материале и ротационной трафаретной печати является переход к использованию очищающих средств с нулевым или низким содержанием растворителей.

124. В таблице 30 приводятся примеры мер по сокращению выбросов в типографском секторе.

Таблица 30. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению в секторе типографских работ и смежных секторах с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Применение флексографии и ротационной глубокой печати в секторе производства упаковки		
Все установки	Переход к использованию водосодержащих красок (10-процентное весовое содержание растворителя) и методов каталитического и термического сжигания или адсорбции с помощью активированного угля	50 г/кг нерастворенной краски
Офсетная печать с использованием красок, закрепляющихся под действием охлаждения		
Увлажнение, очистка	Сокращение расхода изопропанола, используемого для увлажнения, оптимизация работы системы увлажнения и использование очищающих средств, изготовленных на основе растительных масел	40 г/кг краски
Офсетная печать с использованием красок, закрепляющихся под действием нагрева		
Расход растворителя > 15 Мг/год	Использование красок (не содержащих растворителей), закрепляющихся под действием излучения, уменьшение расхода изопропанола, используемого для пропитки, а также использование очищающих средств, изготовленных на основе растительных масел	50 г/кг краски
Использование ротационной глубокой печати в типографском секторе		
Все установки	Адсорбция с помощью активированного угля (в зависимости от эффективности улавливания выбросов вне системы дымовых труб)	375 г/кг нерастворенной краски
	Переход к использованию водосодержащих красок (10-процентное весовое содержание растворителя) и метода адсорбции с помощью активированного угля (в зависимости от эффективности улавливания выбросов вне системы дымовых труб)	55 г/кг нерастворенной краски
Трафаретная печать		
Малые и крупные установки	Переход к использованию водосодержащих красок и методов термического и каталитического сжигания или биофильтрации	25 г/кг краски
	Переход к использованию красок, закрепляющихся под действием ультрафиолетового излучения	0 г/кг краски

13. Переработка натурального и синтетического каучука

125. При переработке натурального и синтетического каучука органические растворители используются преимущественно для улучшения липкости. В таблице 31 приводятся применяющиеся меры по сокращению выбросов.

Таблица 31. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при переработке натурального и синтетического каучука с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Производство синтетического каучука		
Установки с производительностью ≥ 2000 т каучука в год	Переход от использования очищающих средств и систем, содержащих растворители, к использованию водосодержащих очищающих средств и систем, а также метод сжигания	1 г/кг изготовленного каучука
Производство автопокрышек		
Все установки	Переход от использования очищающих средств и систем, содержащих растворители, к использованию водосодержащих очищающих средств и систем, а также методы сжигания и адсорбции	25 г на покрышку

14. Очистка поверхностей

126. При очистке поверхностей в целях обезжиривания металлических и пластмассовых поверхностей используются галогенированные органические растворители (например, трихлорэтилен, перхлорэтилен, метилхлорид). Также используются щелочные чистящие растворы. Кроме того, применяются негалогенированные органические растворители. Общие варианты сокращения выбросов в этом секторе сводятся к следующему:

- а) переход к использованию обезжиривающих средств с низким содержанием органических растворителей;
- б) совершенствование процессов обезжиривания, например, за счет использования машин изолированного типа;
- с) регенерация отработанных органических растворителей на объекте или за его пределами;

- d) усовершенствование конструкции закрываемых вручную крышек ванн для обезжиривания;
- e) наращивание верхнего края боковой стенки для уменьшения потерь органического растворителя, содержащегося в ваннах для обезжиривания;
- f) охлаждение верхнего края боковых стенок ванн для обезжиривания;
- g) переход к использованию низкотемпературных плазменных процессов (по-прежнему с использованием некоторого количества органических растворителей);
- h) использование адсорбции с помощью активированного угля.

127. В таблице 32 приводятся примеры мер по сокращению выбросов при очистке поверхностей.

Таблица 32. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при очистке поверхностей с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Установка для обезжиривания с открытым верхом (в холодном состоянии или в парах растворителя)	Переход от использования галогенированных и негалогенированных обезжиривающих средств к использованию водосодержащих обезжиривающих средств <u>a/</u> , а также переоснащение установки для адсорбции с помощью активированного угля	25 г/кг использованного растворителя
	Переход к использованию замкнутой или оснащенной конвейером установки для обезжиривания и использование метода адсорбции с помощью активированного угля, а также переход от использования галогенированных и негалогенированных обезжиривающих средств к использованию водосодержащих обезжиривающих средств <u>a/</u>	10 г/кг использованного растворителя
Закрытая или оснащенная конвейером установка для обезжиривания (в холодном состоянии или в парах растворителя) со встроенным агрегатом для адсорбции с помощью активированного угля	Переход от использования галогенированных и негалогенированных обезжиривающих средств к использованию водосодержащих обезжиривающих средств <u>a/</u>	10 г/кг использованного растворителя
<u>a/</u> Использование галогенированных (10%), негалогенированных (10%) и водосодержащих обезжиривающих средств (80%).		

15. Экстракция растительного масла и рафинация растительного масла и жира

128. При экстракции растительного масла и животного жира и рафинации растительного масла применяется ряд вариантов ограничения выбросов. Между периодическими и непрерывными процессами следует проводить разграничение, поскольку первые являются наиболее значительными с точки зрения выбросов. Внедрение в промышленности по производству жиров, пищевого и непищевого масла технологии фирмы "Шумахер", действующей на основе использования установки для удаления растворителя, установки для прокаливания и сушильно-охладительной установки, позволяет значительно сократить выбросы НМЛОС. К числу других приемлемых методов относятся конденсация, абсорбция и биофильтрация. В таблице 33 приводятся отдельные меры по ограничению выбросов.

Таблица 33. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при экстракции растительного масла и животного жира и рафинации растительного масла с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Экстракция масла из семян; периодический или непрерывный процесс	Оптимизация производственного процесса и освоение технологии фирмы "Шумахер", действующей на основе использования установки для удаления растворителя, установки для прокаливания и сушильно-охладительной установки, и использование методов конденсации или абсорбции и биофильтрации	0,85 г/кг переработанных семян <u>а/</u>
<u>а/</u> Включая, в частности, семена рапса, подсолнечника и сои.		

16. Нанесение новых покрытий на поверхность транспортных средств

129. Нанесение новых покрытий на поверхность транспортных средств включает как операции по нанесению покрытий, так и операции по очистке поверхностей. Сокращение выбросов достигается за счет принятия таких первичных мер, как применение рациональных методов ведения домашнего хозяйства, использование красок с нулевым или низким содержанием органических растворителей (включая водосодержащие системы), использование пистолетов-краскораспылителей низкого давления с интенсивным потоком (НДИП) и устройств для их очистки. Вторичные меры с учетом факторов экономичности и эффективности обычно неприемлемы. В таблице 34 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов.

Таблица 34. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при нанесении новых покрытий на поверхность транспортных средств с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Нанесение новых покрытий на поверхность или отдельные части транспортных средств	Переход к использованию высокопрочных (40%) и водосодержащих систем (60%) и переход к использованию пистолетов-краскораспылителей типа НДИП и устройств для их очистки	500 г/обработанный автомобиль (средний ремонт)

17. Пропитка деревянных поверхностей

130. Для сокращения выбросов при пропитке деревянных поверхностей может применяться ряд таких мер, как переход к использованию пропиточных составов с нулевым или низким содержанием органических растворителей, применение более совершенных методов нанесения покрытий и принятие вторичных мер, таких, как процессы адсорбции и сжигания. Некоторые из них приводятся в таблице 35.

Таблица 35. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при пропитке деревянных поверхностей с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Небольшие установки Расход растворителя < 25 т/год	Использование более совершенных методов нанесения покрытий и сушильных агрегатов изолированного типа	3 500 г/м ³ обработанной древесины
Крупные установки Расход растворителя ≥ 25 т/год	Использование более совершенных методов нанесения покрытий и сушильных агрегатов изолированного типа и процесс сжигания	900 г/м ³ обработанной древесины
Все установки	Переход на использование боросодержащей соли и процессов, основанных на испарении бора	0 г/м ³ обработанной древесины

18. Производство искусственных минеральных волокон

131. Сокращение выбросов НМЛОС, образующихся при производстве искусственных минеральных волокон, может быть достигнуто за счет перехода к использованию связующих материалов с низким содержанием органических растворителей и/или процессов адсорбции и сжигания. В таблице 36 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами.

Таблица 36. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при производстве искусственных минеральных волокон, с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Производство штапельного стекловолокна	Переход от использования обычных связующих материалов к использованию связующих материалов с измененным составом и деструкция выбросов, образующихся в процессе формовки и отверждения (каталитическое сжигание или адсорбция после осаждения пыли)	120 г/Мг стекловолокна

19. Использование растворителей в быту

132. Эта категория источников включает использование клеящих материалов в быту, использование средств для ухода за автомобилями, моющих средств, средств для ухода за кожаными изделиями и мебелью, креозота, пестицидов и косметических средств. Указываемые варианты сокращения выбросов, образующихся при использовании органических растворителей в быту, включают лишь переход к использованию продуктов с нулевым или низким содержанием органических растворителей (преимущественно водосодержащих продуктов), неорганических газов-вытеснителей и менее объемных упаковок.

20. Выпечка хлебобулочных изделий

133. Выпечка хлебобулочных изделий обычно сопровождается выделением различных запахов. Значительные выбросы НМЛОС образуются на хлебозаводах. Одним из приемлемых способов ограничения выбросов, особенно тогда, когда они имеют неприятный

запах, на крупных объектах является использование процесса биофильтрации. Связанные с этим методом капиталовложения и эксплуатационные затраты оказываются в данном случае меньше, чем при использовании обычных методов ограничения выбросов (например, сжигания). Объем выбросов, образующихся на отдельных этапах технологического процесса, можно сократить за счет использования таких методов, как конденсация, адсорбция с помощью активированного угля или сжигание. В таблице 37 приводятся отдельные применимые методы борьбы с выбросами с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов.

Таблица 37. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при выпечке хлебобулочных изделий с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Небольшие хлебопекарни или крупные хлебозаводы	Отвод отходящих газов, образующихся в процессе ферментации и выпечки, в установку для сжигания или биофильтрации	200 г/Мг хлеба
Сеть предприятий по производству и реализации хлебобулочных изделий	Отвод отходящих газов, образующихся при ферментации, в установку для биофильтрации	400 г/Мг хлеба

21. Пивоварение

134. В данном документе в сектор пивоварения включается солодоращение, несмотря на то, что эти два технологических процесса осуществляются в разных местах. Процесс пивоварения обычно сопровождается выделением запахов. Крупные пивоваренные заводы являются источником значительных выбросов НМЛОС. При эксплуатации крупных пивоваренных заводов образуются значительные объемы выбросов. Ограничение выбросов НМЛОС является отчасти результатом соблюдения требований, касающихся удаления выделяемых запахов, и может достигаться за счет использования замкнутых технологических циклов, предусматривающих, например, рециркуляцию CO₂. Одним из весьма эффективных способов ограничения выбросов является также использование биофильтрации, которая оказывается особенно эффективной при обработке отработанной воздушной смеси с низкой концентрацией НМЛОС и удалении запахов. Связанные с использованием

биофильтрации капиталовложения и эксплуатационные затраты оказываются в данном случае ниже, чем при использовании обычных методов ограничения выбросов (например, при адсорбции с помощью активированного угля). Объем выбросов, образующихся на отдельных этапах технологического процесса, можно сократить за счет использования таких методов, как конденсация, адсорбция с помощью активированного угля или сжигание. В таблице 38 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами, образующимися в процессе пивоварения, с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов.

Таблица 38. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при пивоварении с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Пивоваренные заводы с производственной мощностью $\geq 1\ 000\ \text{м}^3/\text{год}$		
Пивоваренные заводы	Биофильтрация выбросов, образующихся при ослеживании зерна, и рекуперация CO_2 в процессе брожения	4 г/м ³ пива

32. Производство спиртных напитков

135. Процесс производства спиртных напитков обычно сопровождается выделением запахов. Крупные заводы являются источником значительных выбросов НМЛОС. Ограничение выбросов НМЛОС является отчасти результатом соблюдения требований, касающихся удаления выделяемых запахов, и может достигаться за счет использования замкнутых технологических циклов, предусматривающих, например, рециркуляцию CO_2 . Одним из весьма эффективных способов ограничения выбросов является также биофильтрация, которая особенно эффективна при обработке воздушной смеси с низкой концентрацией НМЛОС и удалении запахов. Связанные с использованием биофильтрации капиталовложения и эксплуатационные затраты оказываются в данном случае ниже, чем при использовании обычных методов ограничения выбросов (например, сжигания). Объем выбросов, образующихся на отдельных этапах технологического процесса, можно сократить за счет использования таких методов, как конденсация, адсорбция с помощью активированного угля или сжигание. В таблице 39 приводится набор применимых методов борьбы с выбросами, образующимися в процессе производства спиртных напитков, с указанием соответствующих достижимых коэффициентов выбросов.

Таблица 39. Источники выбросов НМЛОС и отдельные меры по их ограничению при производстве спиртных напитков с указанием достижимых коэффициентов выбросов

Источник выбросов	Комбинация мер по ограничению выбросов	Достижимый коэффициент выбросов НМЛОС
Мощности по производству спиртных напитков ≥ 30 м³/год		
Процесс дистилляции, включая брожение и перегонку	Сжигание этанола, образующегося в процессе брожения	80 г/м ³ продукта
Процесс дистилляции, включая брожение, перегонку и осоложивание	Сжигание выбросов этанола, образующихся в процессе брожения, а также сжигание или биофильтрация выбросов, образующихся в процессе осоложивания	140 г/м ³ продукта
Процесс дистилляции, включая брожение, перегонку, осоложивание и выдерживание (в течение нескольких лет)	Сжигание выбросов этанола, образующихся в процессе брожения, а также сжигание или биофильтрация выбросов, образующихся при осоложивании	16 000 г/м ³ продукта

Примечания

1/ Процесс рекуперации и рециркуляции следует понимать в широком смысле, включающем процесс повторного использования за пределами объекта.

2/ Под рациональными методами хозяйствования понимаются все меры, которые не нашли отражения в настоящем документе, например, надлежащее обращение с материалами, содержащими растворители, обмен информацией в рамках компании, надлежащее ремонтно-техническое обслуживание оборудования и т.д.

С. Соединенные Штаты и Канада*

136. Определение "крупного стационарного источника": "стационарный источник с выбросами более 100 т летучих органических соединений в год".

137. Определение "тонны": 1 тонна равняется 0,91 метрич. тонны.

1. Соединенные Штаты

138. В Соединенных Штатах наилучшими имеющимися методами ограничения выбросов летучих органических соединений из следующих категорий стационарных источников являются:

- емкости для хранения жидких нефтепродуктов - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел К и подраздел Ка;
- емкости для хранения летучих органических жидкостей - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел Кb;
- нефтеперегонные заводы - 40 С.Ф.Н. раздел 60, подраздел J;
- покрытие поверхностей металлической мебели - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел EE;
- покрытие поверхностей легковых автомобилей и легких грузовиков - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел MM;
- ротационная глубокая печать - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел QQ;
- операции по покрытию поверхностей чувствительных к давлению лент и ярлыков - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел RR;
- покрытие поверхностей крупных установок, металлической проволоки и банок для напитков - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел SS, подраздел TT и подраздел WW;
- крупные терминалы для хранения бензина - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел XX;
- производство резиновых шин - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел BBB;
- производство полимеров - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел DDD;

- покрытие гибких виниловых и уретановых изделий и печатание - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел FFF;
- утечки из нефтеперерабатывающего оборудования и систем сточных вод - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел GGG и подраздел QQQ;
- производство синтетического волокна - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел HHH;
- нефтепродукты для химической чистки - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел JJJ;
- установки по переработке природного газа на суше - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел KKK;
- утечки с оборудования СОКМИ, воздушные окислительные установки операции по дистилляции и реакторные процессы - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел VV, подраздел III, подраздел NNN и подраздел RRR;
- покрытие магнитной ленты - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел SSS;
- нанесение покрытий в промышленности - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел TTT;
- полимерное покрытие вспомогательных объектов - 40 С.Ф.Н., раздел 60, подраздел VVV.

2. Канада

139. В Канаде наилучшими имеющимися методами ограничения выбросов летучих органических соединений из следующих категорий стационарных источников являются:

- КСМОС. Резюме плана мероприятий по ограничению выбросов оксидов азота (NO_x) и летучих органических соединений (ЛОС) (Этап I). 1990 год. PN1142;
- КСМОС. Экологический кодекс практических мер для улавливания паров в сетях распределения бензина. Март 1991 года. PN1057;
- КСМОС. Экологический кодекс практических мер по уменьшению выбросов растворителей с предприятий сухой химической чистки. Декабрь 1992 года. PN1053;

- КСМОС. Руководящие принципы экологических мер для ограничения выбросов летучих органических соединений в ходе новых процессов в органической химии. Сентябрь 1993 года. PN1108;
- КСМОС. Экологический кодекс практических мер для измерения и ограничения неорганизованных выбросов ЛОС при утечках с оборудования. Октябрь 1993 года. PN1106;
- КСМОС. Программа по уменьшению на 40% выбросов летучих органических соединений из клеев и уплотняющих веществ. Март 1994 года. PN1116;
- КСМОС. План по сокращению на 20% выбросов летучих органических соединений при бытовом нанесении покрытий. Март 1994 года. PN1114;
- КСМОС. Экологические руководящие принципы для ограничения выбросов летучих органических соединений из наземных резервуаров. Июнь 1995 года. PN1180;
- КСМОС. Экологический кодекс практических мер для улавливания паров при заправке транспортных средств на бензоколонках и других объектах по распределению бензина. (Этап II). Апрель 1995 года. PN1184;
- КСМОС. Экологический кодекс практических мер по уменьшению выбросов растворителей при обезжиривании на коммерческих и промышленных объектах. Июнь 1995 года. PN1182;
- КСМОС. Эксплуатационные стандарты для новых источников и руководящие принципы по сокращению выбросов летучих органических соединений на предприятиях по окраске автомобилей в Канаде. Август 1995 года. PN1234;
- КСМОС. Экологические руководящие принципы для сокращения выбросов летучих органических соединений на предприятиях по обработке пластмасс. Июль 1997 года. PN1276;
- КСМОС. Национальные нормы и руководящие принципы для сокращения выбросов летучих органических соединений при нанесении покрытий на автомобили в коммерческом и промышленном секторах в Канаде. Август 1997 года. PN1278;
- КСМОС. Национальные нормы на содержание летучих органических соединений для продуктов, предназначенных для нанесения покрытий и покраски автомобилей в коммерческом и промышленном секторах в Канаде. Август 1997 года. PN1288.

IV. МОНИТОРИНГ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ*

140. В настоящее время применяется несколько систем мониторинга, использующих методы как непрерывных, так и дискретных измерений. Однако требования качества разнятся. Измерения должны проводиться компетентными учреждениями с использованием контрольно-измерительных систем в соответствии с международными нормами. Достижение этой цели наилучшим образом может быть гарантировано путем использования системы сертификации.

141. При использовании современных автоматизированных систем мониторинга и контрольного оборудования представление данных не вызывает проблем. Сбор данных для последующего использования представляет собой современный технический метод; однако данные, которые должны представляться компетентным органам, различаются. Для достижения лучшей сопоставимости следует упорядочить ряды данных и предписания. Унификация желательна также для гарантии качества контрольно-измерительных систем. Это следует учитывать при сравнении данных.

142. Во избежание расхождений и несоответствий следует четко определить ключевые вопросы и параметры, включая следующие:

a) определение норм, выраженных в частях на миллион по объему, мг/м³ н.у., г/ГДж, кг/ч или кг/млн. г продукта. Большую часть этих единиц необходимо рассчитать и уточнить с точки зрения температуры газа, влажности, давления, содержания кислорода или величины подводимой теплоты;

b) определение времени усреднения норм в пересчете на часы, месяцы, год и метода измерения;

c) определение периодов выхода из строя оборудования и соответствующих правил на случай чрезвычайных ситуаций, связанных с обходом систем мониторинга или отключением установки;

d) определение методов восполнения данных, пропущенных или утраченных в результате выхода из строя оборудования;

e) определение подлежащего измерению набора параметров. Требуемая информация может различаться в зависимости от типа промышленного процесса. Это относится также к месту проведения измерений в пределах системы.

143. Необходимо осуществлять контроль за качеством измерений.

Заключительное примечание:

* Для получения документов, содержащих информацию по этим категориям источников, следует использовать сайт ЕЭК ООН www.unece.org/env/wgs.
