

# **РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО НАИЛУЧШИМ ИМЕЮЩИМСЯ МЕТОДАМ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫБРОСОВ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ИЗ КРУПНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

## **I. ВВЕДЕНИЕ**

1. Цель настоящего документа заключается в том, чтобы сориентировать Стороны Конвенции в определении вариантов ограничения и наилучших имеющихся способов сокращения выбросов стойких органических загрязнителей (СОЗ) из крупных стационарных источников с целью выполнения обязательств по протоколу по СОЗ. В частности, в нем содержатся руководящие указания Сторонам относительно сокращения их общих годовых выбросов веществ, перечисленных в приложении III в соответствии с изложенными в статье 3 Протокола основными обязательствами, и относительно поддержания предельных значений выбросов для диоксидов и фуранов (ПХДД/Ф), установленных в приложении IV к Протоколу.

2. В документе описываются методы ограничения для сокращения выбросов диоксидов и фуранов (ПХДД/Ф), а также полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) из крупных стационарных источников. Описанные методы могут использоваться также для сокращения выбросов других СОЗ. Что касается информации о вариантах и методах ограничения в целях сокращения выбросов СОЗ, а также об их эффективности и связанных с ними затратах, в руководящем документе упоминаются наилучшие имеющиеся методы (НИМ), описанные в нормативных документах по НИМ Европейского союза (EU BREFs) и других соответствующих источниках.

## **II. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

3. В настоящем руководящем документе:

а) "Протокол" означает Протокол по стойким органическим загрязнителям, принятый в Орхусе 24 июня 1998 года;

б) "Стороны" означают, если контекст не диктует иного, Стороны настоящего Протокола;

с) "Стойкие органические загрязнители" (СОЗ) представляют собой органические вещества, которые: i) обладают токсичными свойствами; ii) являются стойкими; iii) биологически аккумулируются; iv) предрасположены к трансграничному атмосферному переносу на большие расстояния и осадению; и v) по всей вероятности, могут вызывать значительные негативные последствия для здоровья человека или окружающей среды вблизи и вдали от их источников;

д) "Вещество" означает один вид химических соединений или ряд видов химических соединений, которые образуют особую группу в силу того, что они а) обладают сходными свойствами или совместно выбрасываются в окружающую среду; или б) образуют смесь, обычно реализуемую в качестве отдельного товара;

е) "Выброс" означает выделение вещества из точечного или диффузного источника в атмосферу;

ф) "Полициклические ароматические углеводороды" (ПАУ): для целей кадастров выбросов используются следующие четыре индикаторные соединения: бензо(а)пирен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен и индено(1,2,3-сd)пирен;

г) "Полихлорированные дибензо-п-диоксины/фураны" (ПХДД/Ф) представляют собой трехчленные, ароматические соединения, образованные двумя бензольными кольцами, соединенными двумя атомами кислорода в случае ПХДД и одним атомом кислорода в случае ПХДФ, в которых атомы водорода могут быть замещены атомами хлора, чье количество доходит до 8;

h) "Стационарный источник" означает любое неподвижно установленное здание, сооружение, объект, установку или оборудование, из которого выбрасывается или может выбрасываться непосредственно или косвенно в атмосферу любой стойкий органический загрязнитель;

i) "Категория крупных стационарных источников" означает любую категорию стационарных источников, указанных в приложении VIII к Протоколу;

j) "Наилучшие имеющиеся методы" (НИМ) означают наиболее эффективные и передовые на данном этапе меры и методы их применения, свидетельствующие о практической применимости конкретных методов в целях обеспечения, в принципе, основы для установления предельных значений выбросов, которые предназначены для предотвращения, а в тех случаях, когда это практически не реализуемо, для общего сокращения выбросов и уменьшения их воздействия на окружающую среду в целом:

- i) "Методы" включают как используемую технологию, так и способы проектирования, сооружения, обслуживания, эксплуатации и вывода из эксплуатации установки;
- ii) "имеющиеся" методы означают методы, разработанные настолько, что их можно применять в соответствующем секторе промышленности в приемлемых с экономической и технической точек зрения условиях, с учетом затрат и выгод, независимо от того, применяются или разработаны эти методы на территории соответствующей Стороны, при том понимании, что оператор имеет к ним доступ на разумных условиях;
- iii) "наилучший" означает метод, являющийся наиболее эффективным для достижения высокого общего уровня охраны окружающей среды.

### **III. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К ОГРАНИЧЕНИЮ ВЫБРОСОВ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

4. Существует несколько подходов к ограничению или предотвращению выбросов СОЗ из стационарных источников. Они включают замену соответствующих исходных материалов, модификацию технологических процессов (в том числе ремонтно-техническое обслуживание и эксплуатационный контроль) и модернизацию существующих установок. В указываемом ниже перечне приводится общее описание доступных мер, которые могут применяться либо по отдельности, либо в сочетании с другими мерами:

- a) замена исходных материалов, являющихся СОЗ, или их замена в том случае, когда существует непосредственная связь между этими материалами и выбросами СОЗ из данного источника;
- b) применение наилучших экологических методов, например использование рациональных методов хозяйствования, осуществление программ профилактического ремонтно-технического обслуживания или внедрение технологических новшеств, таких, как использование замкнутых систем (например, в коксовых печах) или использование инертных электродов для электролиза;
- c) модификация технологической схемы для обеспечения полного сгорания материалов и тем самым предотвращения образования стойких органических загрязнителей посредством регулирования таких параметров, как температура сжигания или время пребывания материалов в установке;

d) методы очистки дымовых газов, например такие, как термическое или каталитическое сжигание или окисление, осаждение пыли, адсорбция;

e) обработка остаточных продуктов, отходов и осадка сточных вод, например путем воздействия высокой температуры или обеспечения их химической инертности.

5. Уровни выбросов, указываемые по различным мерам в таблицах 1, 2, 4, 5, 6, 8 и 9, приводятся, как правило, по каждому конкретному случаю. Значения или диапазон их значений характеризуют уровни выбросов, выражаемые как процентная доля от предельных значений выбросов при использовании обычных методов.

6. Соображения, касающиеся затратоэффективности, могут основываться на общегодовом объеме затрат на единицу снижения степени загрязнения (включая капитальные или эксплуатационные издержки). Затраты, связанные с сокращением выбросов СОЗ, следует также рассматривать в рамках общего экономического механизма технологического процесса, например воздействия мер по ограничению выбросов и производственных издержек. В соображениях, касающихся затратоэффективности, следует также учитывать, что меры по ограничению выбросов СОЗ позволят ограничить выбросы других загрязнителей, таких как тяжелые металлы и подкисляющие агенты. Затратоэффективность мер должна устанавливаться в отношении воздействия на все загрязнители, а не только в отношении сокращения выбросов СОЗ. С учетом широкого круга сопутствующих факторов инвестиционные и эксплуатационные издержки в значительной степени определяются особенностями каждого конкретного случая.

#### **IV. МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ДИОКСИНОВ И ФУРАНОВ**

##### **A. Сжигание отходов**

7. Сжигание отходов включает сжигание коммунально-бытовых, опасных и медицинских отходов и осадка сточных вод.

8. К числу основных мер по ограничению выбросов ПХДД/Ф, образующихся на установках для сжигания отходов, относятся следующие:

a) первичные меры, касающиеся сжигаемых отходов;

b) первичные меры, касающиеся технологических методов;

с) меры по регулированию физических параметров процесса сжигания и отходящих газов (например, температурных стадий, скорости охлаждения, содержания кислорода и т.д.);

d) очистка топочных газов;

e) обработка остаточных продуктов, образующихся в процессе очистки.

9. Для экологически безопасного конструирования и эксплуатации мусоросжигающих установок требуется использование как наилучших имеющихся методов, так и наилучшей экологической практики (которые в определенной степени дублируют друг друга). Для сжигания коммунально-бытовых или опасных отходов первичных мер недостаточно. Наиболее эффективным методом является модификация процесса сжигания и его дополнение вторичными мерами для очистки топочных газов. Наилучшая экологическая практика ликвидации отходов представляет собой полезную первичную меру. В основе этой практики лежит экологически безопасное удаление отходов, например минимизация образования отходов; рециркуляция; осмотр отходов; удаление черных и цветных металлов; надлежащее обращение с отходами; хранение и предварительная обработка; сведение к минимуму сроков хранения и надлежащая погрузка отходов.

10. Первичные меры, предусматривающие рациональное использование сырьевых материалов путем уменьшения объема галогенизированных веществ и замены их негалогенизированными веществами, не являются, как представляется, адекватными мерами для сжигания коммунально-бытовых или опасных отходов.

11. Важные и эффективные меры по сокращению выбросов ПХДД/Ф заключаются в модификации технологических методов с целью оптимизации условий сжигания (обычно при температуре 850 °С или выше, оценка подачи кислорода в зависимости от теплотворности и консистенции отходов, установление достаточного времени пребывания материалов - более 2 секунд при температуре выше 850 °С - и обеспечение достаточной турбулентности газа, равномерный прогрев мусоросжигательной установки и т.д.). При сжигании в кипящем слое поддерживается температура меньше 850 °С при адекватных параметрах выбросов. Для существующих установок сжигания обычно предусматривается изменение конструкции и/или их замена, однако такая альтернатива может и не быть экономически эффективной во всех странах. Следует свести к минимуму содержание углерода в золе.

12. Если сжигаются опасные отходы с содержанием галогенизированных органических веществ (в виде хлора) свыше 1%, температура должна повышаться до 1 100 °С по меньшей мере на 2 секунды.

13. Меры, связанные с очисткой топочных газов. Указываемые ниже меры обеспечивают возможность в достаточной степени эффективно сокращать содержание ПХДД/Ф в топочных газах. Синтез de novo протекает при температуре 250-450 °С. Эти меры являются предпосылкой для дальнейшего сокращения загрязнения с целью достижения требуемого уровня выбросов в конце производственного цикла:

- a) резкое охлаждение топочных газов (весьма эффективный и относительно недорогой метод);
- b) использование низкотемпературных электроразрядных систем;
- c) предупреждение осаждения летучей золы в системе отвода топочных газов.

14. Методы, связанные с очисткой топочных газов:

- a) традиционные пылеосадители для уменьшения объема связанных в частицы ПХДД/Ф, например электростатические фильтры (ЭСФ) или тканевые фильтры (пылеуловительные камеры);
- b) окисление органогалогенов путем избирательного каталитического восстановления (ИКВ);
- c) адсорбция с помощью активированного угля или кокса в системах с неподвижным или псевдодосжиженным слоем;
- d) различные виды методов адсорбции и оптимизированных систем скрубберной очистки со смесями активированного и печного угля и известковыми и известняковыми растворами в реакторах с неподвижным, движущимся и псевдодосжиженным слоем. Эффективность сбора газообразных ПХДД/Ф можно повысить путем предварительного нанесения слоя активированного угля на поверхность рукавного фильтра;
- e) деструкция с помощью каталитических пылеосадительных камер с рукавными фильтрами; и

f) методы каталитического сжигания с использованием различных типов катализаторов (т.е. Pt/A<sub>12</sub>O<sub>3</sub> или медно-хромитных катализаторов с различными активаторами для стабилизации поверхности и замедления старения катализаторов).

15. Перечисленные выше методы позволяют достичь уровней выбросов ПХДД/Ф в топочных газах в размере 0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>. Вместе с тем потребуются принимать соответствующие меры для обеспечения того, чтобы в системах, в которых используется активированный уголь или коксовые адсорберы/фильтры, угольная пыль, поступающая в атмосферу вне системы дымовых труб, не увеличивала уровней выбросов ПХДД/Ф на последующих циклах технологического процесса. Кроме того, следует отметить, что адсорберы и очистные установки, расположенные до катализаторов (метод ИКВ), задерживают содержащие ПХДД/Ф остаточные продукты, которые требуют дополнительной обработки и соответствующего удаления.

16. Сопоставление различных мер по сокращению содержания ПХДД/Ф в топочных газах является весьма сложным. Итоговые матрицы включают широкий круг промышленных установок, имеющих различную мощность и конфигурацию. Стоимостные параметры включают также меры по сокращению выбросов других загрязняющих веществ, таких, как тяжелые металлы (как связанные, так и не связанные в частицы). Поэтому в большинстве случаев прямую зависимость в сокращении выбросов одних только ПХДД/Ф определить невозможно. В таблице 1 приводится резюме имеющихся данных по различным мерам ограничения выбросов.

17. Во многих странах установки для сжигания медицинских отходов могут являться крупным источником выбросов ПХДД/Ф. Отдельные медицинские отходы, такие, как анатомические части тела человека, инфицированные отходы, иглы, кровь, плазма и цитостатика, обрабатываются как особая форма опасных отходов, в то время как другие медицинские отходы нередко сжигаются навалом на объекте. Установки, в которых сжигаются такие смешанные отходы, должны отвечать таким же требованиям, касающимся сокращения содержания ПХДД/Ф, как и другие мусоросжигательные установки.

18. Стороны, возможно, пожелают рассмотреть вопрос о проведении политики стимулирования сжигания коммунально-бытовых и медицинских отходов в создаваемых крупных региональных центрах, а не на больших установках. Использование такого подхода может позволить повысить затратоэффективность применения НИМ.

19. Обработка остаточных продуктов, образующихся в ходе процесса очистки топочных газов. В отличие от золы, образующейся на мусоросжигательных установках, эти

остаточные продукты имеют относительно высокие концентрации тяжелых металлов, органических загрязнителей (включая ПХДД/Ф), хлоридов и сульфидов. Поэтому следует обеспечить надежный контроль за методом их удаления. В системах мокрой скрубберной очистки образуются значительные объемы кислых, загрязненных жидких отходов. К их числу относятся:

- a) каталитическая обработка пыли, содержащейся в тканевых фильтрах, при низкой температуре среды, не содержащей кислорода;
- b) скрубберная очистка пыли, содержащейся в тканевых фильтрах, с помощью процесса 3-R (кислотная экстракция тяжелых металлов и деструкционное сжигание органического вещества);
- c) стеклование пыли, содержащейся в тканевых фильтрах;
- d) другие методы иммобилизации.

**Таблица 1. Сравнительная информация о различных мерах по очистке топочных газов и модификациях технологических процессов в мусоросжигательных установках, которые применяются с целью сокращения выбросов ПХДД/Ф**

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p><b>Первичные меры, принимаемые путем модификации загружаемых материалов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Исключение прекурсоров и загружаемых материалов, содержащих хлор; и</li> </ul>	Итоговый уровень выбросов в количественном отношении не определен; как представляется, между ним и объемом загружаемого материала не существует линейной зависимости.		Предварительная сортировка загружаемого материала не эффективна; может быть отобрана лишь часть отходов; другие хлорсодержащие материалы, например, пищевая соль, бумага и т.д., сортировке не поддаются. Такой фактор является нежелательным при обработке опасных химических отходов.



Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
- Управление потоками отходов			Весьма целесообразны первичные меры, которые могут осуществляться в особых случаях (например, при обработке отработавших масел, электрических компонентов и т.д.); ее дополнительным преимуществом является возможность рециркуляции материалов.
<b>Модификация технологии обработки:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимизация условий сжигания;</li> <li>- Поддержание температуры не ниже 850 °С и равномерный прогрев топочного газа;</li> <li>- Обеспечение достаточного уровня содержания кислорода; контроль за подачей кислорода в зависимости от теплотворности и консистенции загружаемого материала; и</li> <li>- Обеспечение достаточного времени пребывания материала в установке и достаточной турбулентности (т.е. более 2 секунд пребывания при температуре свыше 850 °С, а при содержании Cl (хлора) в загружаемом материале свыше 1% (м/м) при температуре свыше 1 100 °С;</li> </ul>			Требуется модернизация всего технологического процесса.
<b>Меры по очистке топочных газов:</b> Предотвращение осаждения твердых частиц посредством использования: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Приспособлений для очистки от копоти, приспособлений для механического сбивания сажи, акустических и пароструйных сажеобдувочных аппаратов.</li> <li>- Удаление пыли;</li> <li>- Тканевые фильтры;</li> <li>- Циклонные операторы;</li> </ul>	<p style="text-align: center;">&lt; 10</p> <p style="text-align: center;">1-0,1</p> <p style="text-align: center;">Низкая эффективность</p>	<p style="text-align: center;">Средняя</p> <p style="text-align: center;">Высокая</p> <p style="text-align: center;">Средняя</p>	<p>Сажеобдувочные аппараты могут увеличивать интенсивность образования ПХДД/Ф.</p> <p>Удаление ПХДД/Ф адсорбирующихся на частицах. Методы удаления частиц в потоках горячих топочных газов использовались только в опытных установках.</p> <p>Использование при температуре &lt; 250 °С.</p>
- Электростатическое осаждение.	Средняя эффективность		Риск образования ПХДД/Ф при использовании в диапазоне

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p>Резкое охлаждение потока газов.</p> <p>Высокоэффективная адсорбционная установка с добавлением частиц активированного угля (электродинамический расходомер вентури)</p> <p>Избирательное каталитическое восстановление (ИКВ)</p>		Высокие инвестиционные и низкие эксплуатационные издержки	<p>температуры 450-200 °С.</p> <p>Восстановление NO<sub>x</sub> в случае добавления NH<sub>3</sub>; требуются большие производственные площади, отработанные катализаторы и остатки активированного угля (АУ) или активированного легнитового кокса (АЛК) могут удаляться, в большинстве случаев катализаторы могут перерабатываться производителями, АУ и АЛК могут сжигаться при условии установления строгого контроля за этим процессом.</p>
<p>Различные виды методов мокрой и сухой адсорбции с использованием смеси активированного угля и печного кокса, известковых и известняковых растворов в реакторах, с неподвижным, движущимся и псевдосжиженным слоем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Реакторы с неподвижным слоем, адсорбция с помощью активированного угля или печного кокса; и</li> <li>- Проточные или реакторы с циркулирующим псевдосжиженным слоем с добавлением активированного угля/известковых или известняковых растворов и последующим тканевым фильтром.</li> </ul>	<p>&lt; 2 (0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>)</p> <p>&lt; 10 (0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>)</p>	<p>Высокие инвестиционные и средние эксплуатационные издержки</p> <p>Низкие инвестиционные и эксплуатационные издержки</p>	<p>Удаление остаточных продуктов; требуются большие производственные площади.</p> <p>Удаление остаточных продуктов.</p>
Деструкция с помощью каталитических фильтровальных камер	<0,5 (0,1 нг Э.Т./м <sup>3</sup> )	Высокие инвестиционные издержки	
Использование насыщенных углеродом материалов при адсорбции ПХДД/Ф в мокрых скрубберах	30	Низкие инвестиционные издержки	Применяются только в мокрых скрубберах, особенно если есть признаки увеличения диоксида. Могут использоваться в сочетании с последующими вариантами удаления диоксида.

<sup>a</sup> Остаточный уровень выбросов по сравнению с уровнем в обычном режиме.

## В. Термические процессы в металлургической промышленности

20. Отдельные процессы, используемые в металлургической промышленности, могут быть крупными остающимися источниками выбросов ПХДД/Ф. К ним относятся:

- a) первичное производство в черной металлургии (например, агломерационные фабрики, производства железорудных окатышей);
- b) вторичное производство в черной металлургии;
- c) первичное и вторичное производство в цветной металлургии (производство меди). В таблице 2 приводится сводная информация о мерах по ограничению выбросов ПХДД/Ф в металлургической промышленности.

21. На установках для производства и обработки металлов при использовании соответствующих мер по ограничению выбросов могут обеспечиваться максимальные концентрации выбросов ПХДД/Ф в размере  $< 0,1 - 0,5 \text{ нг Э.Т./м}^3$ , если интенсивность потока отработанных газов превышает  $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). В документах по НИМ ЕС для цветной металлургии, черной металлургии (агломерационные фабрики и электродуговые печи) говорится, что НИМ считаются методы, обеспечивающие уровни выбросов, равные  $< 0,1 - 0,5 \text{ Э.Т./м}^3$ .

**Таблица 2: Варианты сокращения выбросов ПХДД/Ф, образующихся в ходе термических процессов в металлургической промышленности**

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p><b>Агломерационные установки</b></p> <p><u>Первичные меры:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимизация/инкапсуляция конвейерных лент агломашины;</li> <li>- Рециркуляция отходящих газов, например оптимизация агломерации с точки зрения выбросов, позволяющая сокращать поток отходящих газов приблизительно на 35% (уменьшение стоимости осуществления последующих вторичных мер путем сокращения потока отходящих газов), мощность - 1 млн. <math>\text{Нм}^3/\text{час}</math> при нормальных условиях;</li> </ul>		Низкая	Невозможность обеспечения 100-процентного сокращения выбросов.
<p><u>Вторичные меры:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Добавление смесей известняка/активированного угля. Последующее электростатическое осаждение предпочтительно тканевыми</li> </ul>	Высокая эффективность ( $0,1-0,5 \text{ нг Э.Т./м}^3$ )	Средняя	

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>а</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p>фильтрами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокоэффективные скрубберы - существующая установка AIRFINE (Ферст Альпин Шталь Линц), эксплуатируются с 1993 года, мощность - 600 000. Нм<sup>3</sup>/час; вторую установку планируется соорудить в 1997 году в Нидерландах (завод Корус) в Эймейдене.</li> </ul>	<p>Высокая эффективность сокращения выбросов до 0,2-0,4 нг Э.Т./м<sup>3</sup></p>	<p>Средняя</p>	<p>Уровень выбросов в размере 0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup> может быть достигнут при условии увеличения количества потребляемой энергии; действующая установка отсутствует.</p>
<p><b>Производство цветных металлов (например, меди)</b></p> <p><u>Первичные меры:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Предварительная сортировка лома, отказ от использования такого загружаемого материала, как металлолом, содержащий пластики и ПВХ, снятие покрытия и использование изоляционных материалов, не содержащих хлора;</li> </ul> <p><u>Вторичные меры:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Резкое охлаждение горячих отходящих газов</li> <li>- Использование кислорода или обогащенного кислородом воздуха в ходе процессов сжигания, инъекции кислорода в шахтных печах (обеспечение полного сгорания и минимизация объема отработанных газов)</li> <li>- Использование реакторов с неподвижным слоем или проточных реакторов с псевдосжиженным слоем путем адсорбции пыли с помощью активированного или печного угля; использование одноэлементного и многоэлементного тканевого фильтра с инъекцией известняка/ активированного угля в поток, проходящий через фильтр</li> <li>- Каталитическое окисление</li> <li>- Сокращение времени пребывания материалов в критическом температурном пространстве, занимаемом отходящими газами</li> </ul>	<p>Высокая эффективность</p> <p>5-7 (1,5-2 Э.Т./м<sup>3</sup>)</p> <p>(0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>)</p> <p>(0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>)</p>	<p>Низкая</p> <p>Высокая</p> <p>Высокая</p>	
<p><b>Производство черных металлов</b></p> <p><u>Первичные меры</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Очистка металлолома от масла до его загрузки в технологические агрегаты;</li> <li>- Уничтожение органически загрязняющих материалов, таких как масла, эмульсии, консистентные смазки, краски и пластмассы, попавшие</li> </ul>		<p>Низкая</p> <p>Низкая</p>	<p>[Необходимо использовать растворители для очистки - <u>исключить</u>]</p>

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>а</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p>в загружаемый материал в ходе его очистки;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Уменьшение удельного объема отходящих газов; однако желательно максимальное улавливание отходящих газов, потенциально загрязненных ПХДД/Ф;</li> </ul> <p><u>Вторичные меры:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Раздельный сбор и обработка выбросов, возникающих в ходе погрузочно-разгрузочных операций;</li> <li>- Использование тканевых фильтров в сочетании с инжекцией кокса;</li> <li>- Использование оптимального температурного диапазона в ходе охлаждения отходящего газа;</li> <li>- Использование камеры сгорания для очистки отходящих газов.</li> </ul>	<p>&lt; 1 (&lt; 0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>)</p>	<p>Средняя</p> <p>Низкая</p> <p>Средняя</p>	
<p><b>Производство вторичного алюминия</b></p> <p><u>Первичные меры:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Прекращение использования галогенизированных материалов (гексахлорэтана);</li> <li>- Прекращение использования смазок, содержащих хлор (например, хлорированные парафины);</li> <li>- Очистка и сортировка загрязненного загружаемого металлолома, например посредством удаления находящейся на поверхности мелкой металлической стружки и сушки, использование методов сепарации в тяжелой среде и осаждения в вихревом потоке;</li> </ul> <p><u>Вторичные меры:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование одно- и многоэлементных тканевых фильтров с добавлением активированного известняка/активированного угля перед фильтром;</li> </ul>	<p>&lt; 1 (0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>)</p>	<p>Низкая</p> <p>Низкая</p> <p>Средняя/высокая</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Минимизация и раздельное удаление и очистка потоков отработанного газа с различной степенью загрязнения;</li> <li>- Предупреждение осаждения частиц в области распространения отходящего газа и быстрое прохождение диапазона критических температур;</li> <li>- Повышение качества предварительной обработки алюминиевого лома при поточной переработке путем использования методов сепарации в тяжелой среде и сортировки</li> </ul>		<p>Средняя/высокая</p> <p>Средняя/высокая</p> <p>Средняя/высокая</p>	

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
посредством осаждения частиц в вихревом потоке			

<sup>a</sup> Остаточный уровень выбросов по сравнению с уровнем в обычном режиме.

## 1. Агломерационные установки

22. Как свидетельствуют результаты измерений, уровень выбросов ПХДД/Ф, образующихся на агломерационных установках в черной металлургии, составляют в целом 0,4-4 нг Э.Т./м<sup>3</sup>. По результатам одноразового замера, проведенного на одной установке, эксплуатировавшейся в обычном режиме без применения каких-либо мер по ограничению выбросов, концентрация выбросов составила 43 нг Э.Т./м<sup>3</sup>.

23. Использование галогенизированных соединений может приводить к образованию ПХДД/Ф в том случае, если эти соединения содержатся в материале, загружаемом в агломерационные установки (в коксовой мелочи, в солях, содержащихся в руде), и в добавляемых рециркулированных материалах (например, в прокатной окалине, пыли, содержащейся в калашниковых газах доменных печей, пыли, содержащейся в фильтрах и жидком осадке, образующемся в результате очистки сточных вод). Однако, как и в случае сжигания отходов, не прослеживается четкой связи между концентрациями хлора, содержащегося в загружаемом материале, и уровнями выбросов ПХДД/Ф. В данном случае могла бы применяться такая мера, как предупреждение использования загрязненных остаточных материалов и обезмасливание и обезжиривание прокатной окалины до ее поступления на агломерационные установки.

24. Наиболее эффективным образом сокращение выбросов ПХДД/Ф может достигаться путем сочетания таких различных вторичных мер, как:

- а) рециркуляция отходящих газов значительно сокращает выбросы ПХДД/Ф. Кроме того, значительно сокращается поток отходящих газов, в результате чего уменьшается стоимость установки любых дополнительных систем по борьбе с выбросами в конце производственной цепочки;
- б) установка тканевых фильтров (в некоторых случаях в сочетании с электростатическими пылеосадителями) или электростатических пылеосадителей, оснащенных приспособлениями для инъекции активированного угля/печного угля/известняковых смесей в отходящие газы;
- в) были разработаны методы скрубберной очистки, которые включают предварительное охлаждение отходящих газов, выщелачивание путем

высокоэффективной скрубберной очистки и сепарацию посредством осаждения с помощью конденсатной ловушки. С помощью этих методов можно обеспечить уровень выбросов в размере 0,2-0,4 нг Э.Т./м<sup>3</sup>. Посредством добавления соответствующих адсорбционных агентов, таких, как угольный кокс, угольная мелочь, можно обеспечить уровень выбросов в размере 0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>;

d) разработаны новейшие электростатические осадители (ЭСО) (например, ЭСО сдвигающимся электродом, импульсные системы ЭСО, ЭСО высокого напряжения).

## **2. Первичное и вторичное производство меди**

25. Установки, используемые в настоящее время для первичного и вторичного производства меди, могут давать уровни выбросов ПХДД/Ф от нескольких пикограмм до 2 нг Э.Т./м<sup>3</sup> после очистки отходящих газов. Уровни выбросов ПХДД/Ф, образующихся на одной медеплавильной печи, достигают 29 нг Э.Т./м<sup>3</sup> до оптимизации технологического оборудования. В целом значения выбросов ПХДД/Ф, образующихся на этих установках, варьируются в широких пределах вследствие больших различий в характеристиках сырьевых материалов, используемых в различных технологических установках и процессах.

26. В целом для сокращения выбросов ПХДД/Ф могут использоваться следующие меры:

a) предварительная сортировка металлолома;

b) предварительная обработка металлолома, например путем снятия пластмассовых покрытий или покрытий ПВХ, предварительная обработка кабельного лома только с помощью методов холодной/механической обработки;

c) резкое охлаждение горячих входящих газов (что обеспечивает возможность использования тепла) с целью сокращения времени пребывания материалов в среде отходящих газов при критической температуре;

d) использование кислорода или обогащенного кислородом воздуха при сжигании или инъекции кислорода в шахтную печь (что обеспечивает возможность полного сгорания и минимизации объема отходящих газов);

e) адсорбция в реакторах с неподвижным слоем или струйных проточных реакторах с псевдосжиженным слоем с помощью активированного угля или печной угольной пыли; и

- f) каталитическое окисление.

### 3. Производство стали

27. Уровень выбросов ПХДД/Ф, образующихся на конвекторах для производства стали и в шахтных печах, работающих на горячем дутье, электрических печах и дуговых электрических печах для плавки литейного чугуна, значительно ниже 0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>. В печах, работающих на холодном воздухе, и во вращающихся трубчатых печах (для плавки литейного чугуна) образуются выбросы с более высоким содержанием ПХДД/Ф).

28. Можно достигнуть значений концентраций выбросов, образующихся на электродуговых печах, используемых для вторичного производства стали, в размере 0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup> при применении следующих мер:

- a) раздельное улавливание выбросов, возникающих в ходе загрузки и выгрузки; [и - исключить]
- b) использование тканевых фильтров или электростатических пылесадителей в сочетании с инъекцией кокса;
- c) использование оптимального профиля температур во время охлаждения отходящих газов; и
- d) использование камеры сгорания для очистки отходящих газов.

29. Еще одна возможность в дополнительном сокращении выбросов ПХДД/Ф заключается в инъекции активированного угля перед входом в тканевый фильтр.

30. Исходное сырье, загружаемое в электродуговые печи, нередко содержит масла, эмульсии или смазки. Первичные меры общего характера для сокращения выбросов ПХДД/Ф могут заключаться в сортировке, обезмасливании и удалении покрытий с металлолома, который может содержать пластмассу, резину, краски, пигменты и вулканизирующие добавки.

### 4. Плавильные печи, используемые при вторичном производстве алюминия

31. Уровень выбросов ПХДД/Ф, образующихся на плавильных печах и вторичном производстве алюминия, варьируется в пределах 0,1-14 нг Э.Т./м<sup>3</sup>. Эти уровни



определяются типом плавильных агрегатов, используемыми материалами и применяемыми методами для очистки отходящих газов.

32. В целом, одно- и многоэлементные тканевые фильтры в сочетании с помещаемым перед ними известняком, активированным углем/печным углем обеспечивают уровень выбросов в размере  $0,1 \text{ нг Э.Т./м}^3$ , при этом эффективность сокращения выбросов составляет 99%.

33. Может также рассматриваться вопрос о применении следующих мер:

- a) минимизация и отдельное удаление и очистка потоков отходящих газов с различной степенью загрязнения;
- b) предупреждение осаждения частиц из отходящих газов;
- c) быстрое прохождение диапазона критических температур;
- d) совершенствование процесса предварительной сортировки алюминиевого лома на выходе из измельчительных установок путем использования методов сепарации в тяжелой среде и сортировки путем осаждения частиц в вихревых потоках; и
- e) совершенствование процесса предварительной очистки алюминиевого лома посредством удаления поверхностного слоя смазки и ее сушки.

34. Альтернативные меры d) и e) играют важную роль, поскольку маловероятно, чтобы при современных методах бесфлюсной плавки (которая не предусматривает использования галоидных солевых флюсов) осуществлялась обработка низкосортного лома, который может использоваться во вращающихся печах.

35. В рамках Конвенции по защите морской среды в северо-восточной части Атлантического океана продолжается обсуждение вопроса о возможности пересмотра ранее разработанной рекомендации о постепенном прекращении использования гексахлороэтана в промышленности по производству алюминия.

36. Обработка продуктов расплава может осуществляться путем использования современной технологии, например с помощью смеси азота/хлора в соотношениях от 9:1 до 8:2, оборудования для инъекции газа с целью дисперсии мелких частиц и предварительной и последующей азотной продувки и вакуумного обезжиривания. Для смеси азота/хлора концентрация выбросов ПХДД/Ф составляет около  $0,3 \text{ нг Э.Т./м}^3$  (в то

время как при обработке одним только хлором этот показатель превышает 1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>). Обработка хлором требуется для удаления магния и других нежелательных компонентов.

### **С. Сжигание ископаемого топлива в котлах энергетических установок и в промышленных котлоагрегатах**

37. При сжигании ископаемого топлива в котлах энергетических установок и в промышленных котлоагрегатах (с тепловой мощностью более 50 МВт) повышение уровня энергоэффективности и энергосбережения приведет к уменьшению объема выбросов всех загрязнителей в результате сокращения потребностей в топливе. Это также приведет к снижению уровней выбросов ПХДД/Ф. Удаление хлора из угля или нефти не будет являться затратоэффективным решением, однако в любом случае тенденции к использованию установок, работающих на газе, будут способствовать сокращению выбросов ПХДД/Ф в этом секторе.

38. Целесообразность перехода на другие виды топлива определяется прежде всего местными условиями. Использование угля или биомассы, богатыми органогалогенными соединениями или галогенизированными соединениями, следует избегать, где это возможно, в установках, которые не оборудованы очистными установками. Отходы следует сжигать только в установках, оснащенных надлежащим очистным оборудованием. Переход от отходов, угля или биомассы, содержащих органогалогенные соединения на природный газ, сократит образование органогалогенных соединений в отходящих газах. Это может привести к существенному сокращению объема выбросов ПХДД/Ф на малых установках, которые не снабжены специальным очистным оборудованием.

39. В котлоагрегатах электростанций, работающих на ископаемом топливе, может использоваться в качестве топлива биомасса вместе с ископаемыми видами топлива для сокращения выбросов парниковых газов.

40. Сжигание биомассы, содержащей высокие концентрации органогалогенных или галогенизированных соединений, должны сжигаться на установках, оснащенных надлежащим очистным оборудованием.

41. Переход от сжигания в качестве топлива отходов, угля или биомассы, содержащей органогалогенные соединения, на природный газ сократит образование органогалогенных соединений в отходящих газах. Это может привести к существенному сокращению выбросов ПХДД/Ф на небольших установках, которые не оснащены очистным оборудованием.

42. Целесообразность перехода на другие виды топлива определяется прежде всего местными условиями.

43. Следует отметить, что уровень выбросов ПХДД/Ф значительно возрастет в случае добавления к топливу отработанных материалов (осадка сточных вод, отработавших масел, резиновых отходов и т.д.). Сжигание отходов с целью производства энергии следует осуществлять только в установках, оснащенных системами для очистки отходящих газов, способными обеспечивать высокую эффективность сокращения выбросов ПХДД/Ф (эти системы рассмотрены в разделе А).

44. Применение методов сокращения выбросов оксидов азота, диоксида серы и твердых частиц из дымовых газов может также способствовать устранению выбросов ПХДД/Ф. При использовании этих методов эффективность устранения ПХДД/Ф на различных установках является разной. В настоящее время проводятся исследования по разработке методов устранения ПХДД/Ф; до внедрения этих методов в промышленных масштабах отсутствуют другие наилучшие методы для конкретных целей устранения ПХДД/Ф.

45. Выбросы ПХДД/Ф из промышленных котлоагрегатов обычно ниже, причем уровни выбросов в этом секторе могут быть меньше  $0,1 \text{ нг Э.Т./м}^3$ .

#### **Д. Процессы сжигания в бытовом секторе**

46. Доля выбросов, образующихся в связи с эксплуатацией бытовых установок сжигания, в общем объеме выбросов ПХДД/Ф является менее значительной в тех случаях, когда обеспечивается надлежащее сжигание разрешенных для использования видов топлива. Кроме того, могут возникать значительные региональные различия в уровнях выбросов с учетом таких факторов, как тип и качество топлива, географическая плотность распределения бытовых установок и особенности их использования.

47. В сравнении с крупными установками для сжигания бытовые печи характеризуются худшим коэффициентом сгорания углеводородов в топливе и отходящих газах. Это утверждение особенно справедливо в случае использования твердого топлива, например древесины и угля, при этом концентрация выбросов ПХДД/Ф находится в диапазоне  $0,1-0,7 \text{ нг Э.Т./м}^3$ .

48. Уровень выбросов ПХДД/Ф возрастает в результате сжигания упаковочных материалов, добавляемых к твердому топливу. Несмотря на существующие в некоторых странах запрещения, в бытовом секторе могут сжигаться мусор и упаковочные материалы. С учетом увеличения сборов, взимаемых за удаление отходов, следует признать тот факт,

что коммунально-бытовые отходы сжигаются в бытовых печах. При сжигании древесины вместе с остаточными упаковочными материалами уровень выбросов ПХДД/Ф может возрастать с 0,06 нг Э.Т./м<sup>3</sup> (исключительно древесина) до 8 нг Э.Т./м<sup>3</sup> (соответственно при объемном содержании кислорода в размере 11%). Эти результаты подтверждаются выводами проведенных в нескольких странах исследований, в ходе которых содержание ПХДД/Ф в отработанных газах было зарегистрировано на уровне до 114 нг Э.Т./м<sup>3</sup> (при объемном содержании кислорода в размере 13%) при сжигании отходов в бытовых печах.

49. Выбросы, образующиеся при эксплуатации бытовых печей, можно сократить путем использования только топлива высокого качества и отказа от сжигания отходов, галогенизированных пластмасс и других материалов. Достижению этой цели могут способствовать программы информирования общественности, предназначенные для покупателей/операторов бытовых печей.

#### **Е. Установки, работающие на древесном топливе (мощностью менее 50 мВт)**

50. Результаты проведенных измерений свидетельствуют о том, что уровни выбросов ПХДД/Ф в отходящих газах, образующихся при эксплуатации установок, работающих на древесном топливе, могут превышать 0,1 нг Э.Т./м<sup>3</sup>, особенно при неблагоприятных условиях сжигания и/или если сжигаемые вещества имеют более высокое содержание хлорированных соединений по сравнению с обычной необработанной древесиной. О неудовлетворительном сжигании веществ свидетельствует общая концентрация углеродов в отходящих газах. Была установлена связь между выбросами СО, качеством сгорания веществ и выбросами ПХДД/Ф.

51. В таблице 3 приводятся некоторые значения уровней и коэффициентов выбросов для установок, работающих на древесном топливе.

**Таблица 3: Удельные количественные концентрации и коэффициенты выбросов для установок, работающих на древесном топливе**

Топливо	Концентрация выбросов (нг Э.Т./м <sup>3</sup> )	Коэффициент выбросов (нг Э.Т./кг)	Коэффициент выбросов (нг/ГДж)
Древесина (бук)	0,02 - 0,10	0,23 - 1,3	12 - 70
Щепа лесозаготовок	0,07 - 0,21	0,79 - 2,6	43 - 140
Древесно-стружечные плиты	0,02 - 0,08	0,29 - 0,9	16 - 50
Городские древесные отходы	2,7 - 14,4	26 - 173	1 400 - 9 400
Коммунально-бытовые отходы	114	3 230	
Древесный уголь	0,03		

52. При сжигании городских древесных отходов (т.е. древесных отходов, возникающих при сносе зданий) в установках с движущейся колосниковой решеткой образуются выбросы с относительно высоким уровнем ПХДД/Ф в сравнении с источниками, не связанными с древесными отходами. Первичная мера по сокращению выбросов заключается в отказе от использования обработанных древесных отходов в установках, работающих на древесном топливе. Обработанную древесину следует сжигать только в установках, оснащенных соответствующими системами для очистки топочных газов с целью минимизации выбросов ПХДД/Ф.

53. В топливе из биомассы может содержаться большое количество хлоридов (например, в соломе или древесине из солончаковых районов), а это может привести к увеличению выбросов ПХДД/Ф при сжигании такой биомассы. Сжигание топлива с низким содержанием хлора на специальных установках, работающих на биомассе, окажет существенное воздействие на выбросы ПХДД/Ф.

54. В случае необходимости для сокращения выбросов твердых частиц установки, работающие на биомассе, могут оснащаться таким очистным оборудованием, как тканевые фильтры или электростатические осадители, которые позволят значительно сократить выбросы ПХДД/Ф.

55. Установка очистного оборудования на выходе топочных газов может быть экономически жизнеспособной и целесообразной на энергетических установках мощностью менее 50 мВт и могут ограничиваться установкой простых циклонов. Сжигание качественного топлива и схема размещения горелок могут значительно сократить выбросы.

## **V. МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАУ**

### **A. Производство кокса**

56. В ходе производства кокса атмосферные выбросы ПАУ образуются главным образом в следующих случаях:

- a) при загрузке печи через загрузочные люки;
- b) в результате утечки через печные дверцы, напорные нагнетательные трубы и крышки загрузочных люков; и

с) в ходе выталкивания и охлаждения кокса.

57. Концентрации бензо(а)пирена (БаП) значительно варьируются между различными индивидуальными источниками в масштабах коксовой батареи. Наиболее высокие концентрации БаП зарегистрированы в верхней части коксовой батареи и в непосредственной близости от печных дверей.

58. Выбросы ПАУ при производстве кокса можно значительно сократить путем введения технических усовершенствований или сокращения потребления кокса на существующих предприятиях черной металлургии. Это может повлечь за собой остановку и замену старых коксовых батарей и общее сокращение объема производства кокса в результате, например, использования технологии инъекции пылевидного высокосортного угля при производстве стали.

59. Стратегия сокращения выбросов ПАУ, образующихся в ходе эксплуатации коксовых батарей, должна включать следующие технические меры:

а) загрузка коксовых печей:

- i) сокращение выбросов твердых частиц при загрузке угля из бункера в загрузочные тележки;
- ii) обеспечение замкнутости систем транспортировки угля в тех случаях, когда осуществляется его предварительный нагрев;
- iii) отвод рабочих газов и их последующая очистка либо путем направления газов в смежную печь, либо в результате их пропускания через сборный трубопровод в установку для сжигания газов и затем в очистное устройство. В некоторых случаях отводимые рабочие газы могут сжигаться на загрузочных тележках, однако экологическая эффективность и безопасность таких систем является менее удовлетворительной. В напорных нагнетательных трубах необходимо создать достаточное разрежение с помощью закачки пара или воды;

б) предупреждение выбросов через крышки загрузочных люков в ходе производства кокса следует обеспечивать посредством:

- i) использования крышек загрузочных люков, оснащенных высокоэффективными уплотнителями;

- ii) замазывания крышек загрузочных люков глиной (или аналогичным пригодным материалом) после каждой загрузки;
  - iii) очистки крышек и обводов загрузочных люков до закрытия загрузочных люков;
  - iv) очистки печных потолков от угольной пыли;
- c) крышки напорных нагнетательных труб должны быть оснащены гидравлическими уплотнителями с целью предупреждения выбросов газа и смолы; следует обеспечивать надлежащую эксплуатацию уплотнителей путем их регулярной чистки;
- d) механизмы коксовой печи, предназначенные для эксплуатации печных дверей, должны быть оснащены системами для очистки уплотнителей на дверных рамках и дверцах печи;
- e) дверцы коксовой печи:
- i) следует использовать дверцы коксовой печи, оснащенные высокоэффективными уплотнителями (например, пружинно-мембранные дверцы);
  - ii) следует обеспечивать тщательную очистку уплотнителей, установленных на печных дверцах и дверных рамах, перед проведением каждой рабочей операции;
  - iii) дверцы коксовой печи должны быть сконструированы таким образом, чтобы допускать возможность установки систем для экстракции твердых частиц в сочетании с очистным устройством (через сборный трубопровод) в ходе выталкивания кокса;
- f) машина для транспортировки кокса должна быть оснащена системой для комплексной очистки кожухов, стационарной очистки трубопроводов и газов (предпочтительно тканевым фильтром);
- g) для охлаждения кокса следует использовать процедуры, связанные с низким уровнем выбросов, например процедуры сухого тушения кокса. Следует отдавать предпочтение замене процесса мокрого тушения кокса процессам сухого тушения при

условии, что не допускается образования сточных вод в результате использования замкнутой системы циркуляции. Следует сокращать объемы пыли, образующиеся в ходе обработки кокса, подвергнутого процедуре сухого тушения.

60. Процесс производства кокса по технологии, известной как "производство кокса без рекуперации побочных продуктов", связан со значительно меньшим количеством выбросов ПАУ, чем при более широко распространенном процессе с рекуперацией побочных продуктов. Это происходит потому, что коксовые печи эксплуатируются при отрицательном давлении, что тем самым устраняет утечки в атмосферу через дверцы коксовой печи. В процессе коксования сырой коксовый газ удаляется из печи с помощью естественной тяги, которая поддерживает отрицательное давление в печи. Эти печи не предназначены для рекуперации химических побочных продуктов и сырого коксового газа. Вместо этого отходящие газы процесса коксования (включая ПАУ) эффективно сжигаются при высоких температурах и длительных сроках пребывания в печи. Отходящая теплота, получаемая в результате такого сгорания, используется для получения энергии для коксования, а избыточная теплота может использоваться для получения пара. Для обеспечения экономичности такого типа процесса производства кокса может потребоваться установка для комбинированного производства электроэнергии на избыточном паре. В настоящее время существует только одна коксовая установка без рекуперации побочных продуктов, действующая в Соединенных Штатах, и одна - в Австралии. При использовании этого процесса, протекающего без рекуперации побочных продуктов, применяется коксовая печь с горизонтально расположенным подовым газоотводом и с камерой сжигания, соединенной с двумя печами. Этот процесс обеспечивает попеременную загрузку и графики коксования по двум печам. Таким образом, одна печь всегда обеспечивает камеру сжигания коксовым газом. Сжигание коксового газа в камере обеспечивает необходимый источник тепла. Конструкция камеры сжигания обеспечивает необходимое время пребывания в ней (приблизительно 1 секунда) и высокие температуры (минимум 900°C).

61. Следует осуществлять эффективную программу контроля за утечкой газов через уплотнительные прокладки дверей коксовых печей, напорные нагнетательные трубы и крышки загрузочных люков. Это предусматривает наблюдение за утечкой газов и ее регистрацию и незамедлительный ремонт или ремонтно-техническое обслуживание. Таким образом можно обеспечить значительное сокращение диффузных выбросов.

62. Модернизация существующих коксовых батарей для улучшения конденсации отходящих газов из всех источников с рекуперацией тепла позволяет сократить атмосферные выбросы ПАУ на 86-90% и более (без учета очистки сточных вод). Инвестиционные затраты могут быть покрыты в течение пяти лет за счет полученной



рекуперированной энергии, нагретой воды, газа для синтеза и сбережения охлаждающей воды.

63. Увеличение рабочего объема коксовых печей приводит к уменьшению их общего числа, количества дверей коксовых батарей (т.е. числа печей, из которых выгребается кокс), числа уплотнительных прокладок коксовых батарей и, соответственно, сокращению выбросов ПАУ. Одновременно повышается уровень производительности в результате уменьшения эксплуатационных издержек и затрат на рабочую силу.

64. По сравнению с методом мокрого тушения кокса системы сухого тушения кокса требуют более высоких инвестиционных затрат. Повышение уровня эксплуатационных издержек может компенсироваться путем рекуперации тепла в ходе процесса предварительного нагрева кокса. Эффективность использования энергии в рамках комбинированной системы сухого тушения кокса и предварительного нагрева угля возрастает с 38% до 65%. В результате использования процесса предварительного нагрева угля уровень производительности возрастает на 30%. Он может быть повышен до 40% с учетом того, что процесс коксования является более гомогенным.

65. Все емкости и установки, предназначенные для хранения и переработки угольного дегтя и его продуктов, должны быть оборудованы системой рекуперации паров или их уничтожения. Эксплуатационные издержки систем деструкции паров можно снизить путем применения методов последующего автотермического дожигания смеси, если концентрация углеродных соединений в отходах является достаточно высокой.

66. В таблице 4 приводится краткая информация о мерах сокращения выбросов ПАУ при производстве кокса.

**Таблица 4: Меры по ограничению выбросов ПАУ при производстве кокса**

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p>Модернизация старых установок, обеспечивающая конденсацию исходящих газов из всех источников, включает следующие меры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отвод и дожигание рабочих газов во время загрузки коксовых печей или, насколько это возможно, направление газов в смежную печь;</li> </ul>	<p>Общий объем выбросов &lt; 10 (без сточных вод)</p> <p>5</p>	<p>Высокая</p> <p>(Амортизация инвестиционных затрат с учетом объема рекуперированной энергии, нагретой воды, газа для синтеза и</p>	<p>Уровень сбросов в сточные воды в результате мокрого тушения кокса является весьма высоким. Этот метод следует применять только в случае, если вода повторно используется в рамках замкнутого цикла.</p>

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Следует максимально предупреждать выбросы газов через крышки загрузочных люков, например за счет специальной конструкции крышек люков и применения высокоэффективных мер герметизации. Следует использовать дверцы коксовых печей, оснащенных высокоэффективными уплотнительными прокладками. До закрытия загрузочных люков осуществляется чистка крышек и рамок загрузочных люков;</li> </ul>	< 5	экономии охлаждающей воды может занять 5 лет.)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Отходящие газы, образующиеся при выгребании кокса, собираются и направляются в пылеуловитель;</li> <li>- Мокрое тушение кокса только в случае надлежащего осуществления этого процесса без сточных вод.</li> </ul>	< 5	Более высокие инвестиционные затраты для мокрого тушения кокса (но более низкие затраты в результате предварительного нагрева кокса и использования отходящей теплоты).	
Применение процедур, предусматривающих низкие уровни выбросов, для тушения кокса, например путем сухого тушения кокса.	Без выбросов в водную среду	Более высокие инвестиционные затраты по сравнению с мокрым тушением (но более низкие затраты в результате предварительного нагревания кокса и использования отходящего тепла).	
Увеличение масштабов использования печей с большим объемом с целью уменьшения числа впускных/выпускных отверстий и герметизируемых площадей.	Значительный	Размер капиталовложений приблизительно на 10% выше по сравнению с традиционными установками.	В большинстве случаев требуется полная модернизация или установка новой коксовой печи.

<sup>a</sup> Остаточный уровень выбросов по сравнению с уровнем в обычном режиме.

## В. Анодное производство

67. Выбросы ПАУ, образующиеся в ходе производства анодов, следует рассматривать по аналогии с выбросами ПАУ, образующимися при производстве кокса.

68. Для сокращения выбросов пыли, загрязненной ПАУ, используются следующие вторичные меры:

- a) электростатическое осаждение смол;
- b) комбинированное использование традиционного электростатического фильтра для улавливания смол в сочетании с мокрым электростатическим фильтром как более эффективная в техническом отношении мера;
- c) термическое дожигание отходящих газов; и
- d) сухая скрубберная очистка в присутствии известняка/нефтяного кокса или оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ).

69. Эксплуатационные издержки при дожигании можно сократить в режиме автотермального зажигания, если концентрация углеродных соединений в отходящих газах достаточно высока. В таблице 5 приводится краткая информация по мерам сокращения выбросов ПАУ, образующихся при анодном производстве.

**Таблица 5: Ограничение выбросов ПАУ, образующихся при анодном производстве**

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p>Модернизация старых установок, предусматривающая сокращение диффузных выбросов, с помощью следующих мер:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сокращение утечек;</li> <li>- установка гибких уплотнительных прокладок на печных дверцах;</li> <li>- отвод рабочих газов и последующая обработка либо путем направления газов в смежную печь, либо за счет направления газов через сборный трубопровод в установку для сжигания газов и затем в пылеуловитель, расположенный на производственной площадке;</li> <li>- системы осуществления технологического процесса и охлаждения коксовых печей; и</li> <li>- отвод выбрасываемых газов и их очистка от частиц кокса.</li> </ul>	3-10	Высокая	

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
Отработанные технологии для производства анодов в Нидерландах: - новая печь с сухим скруббером (с известняком/нефтяным коксом или с алюминием); - рециркуляция частично очищенных сточных вод в пасте.	45-50		Применяются в Нидерландах с 1990 года. Скрубберная очистка с помощью известняка/нефтяного кокса позволяет сокращать уровень ПАУ; результаты неизвестны в том случае, если используется алюминий.
НИМ: - электростатическое осаждение пыли; и - термическое дожигание	2-5 15	Более низкие эксплуатационные издержки в автотермическом режиме.	Требуется регулярная очистка от смолы. Эксплуатация в автотермическом режиме только в том случае, если концентрация ПАУ в отходящем газе является высокой.

<sup>a</sup> Остаточный уровень выбросов по сравнению с уровнем в обычном режиме.

### С. Алюминиевая промышленность

70. Алюминий получают путем электролиза оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ) в электролитических ваннах (электролизерах), последовательно соединенных друг с другом. В зависимости от типа анода электролитические ванны классифицируются как электролизеры с предварительно спеченными анодами или электролизеры с анодами Сёдерберга.

71. Электролизеры с предварительно спеченными анодами имеют аноды, состоящие из кальцированных (спеченных) угольных блоков, которые заменяются после частичного использования. Аноды Сёдерберга спекаются в электролитической ванне при погружении в смесь, состоящую из нефтяного кокса и каменноугольной смолы и выполняющую функции связующей среды.

72. В ходе процессе Сёдерберга образуются выбросы с очень высоким уровнем ПАУ. К числу первичных мер по сокращению выбросов относится модернизация существующих установок и оптимизация технологических процессов, что позволяет сократить выбросы ПАУ на 70-90%. Может быть достигнут уровень выбросов в размере 0,015 кг Б(а)П/т Al. Замена существующих электролитических ванн Сёдерберга электролитическими ваннами с предварительно спеченными анодами потребует серьезного изменения существующих технологических процессов, однако позволит свести выбросы ПАУ практически к нулевому уровню. Капитальные затраты, связанные с такой заменой, являются очень высокими.

73. В таблице 6 приводится сводная информация о мерах по ограничению выбросов ПАУ, образующихся при производстве алюминия.

**Таблица 6: Ограничение выбросов ПАУ при производстве алюминия по методу Сёдерберга**

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>a</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
<p>Замена электродов Сёдерберга:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предварительно спеченными электродами (отказ от использования смоляной связки);</li> <li>- инертными анодами</li> </ul>	3-30	Более высокая стоимость электродов на сумму примерно 800 млн. долл. США	Электроды Сёдерберга являются более дешевыми по сравнению с предварительно спеченными анодами, поскольку не требуется каких-либо установок для спекания. В настоящее время ведутся научные исследования, однако вряд ли следует надеяться на то, что будут найдены какие-либо новые возможности. Эффективная эксплуатация и мониторинг выбросов являются неотъемлемыми направлениями деятельности по ограничению выбросов. Низкая эффективность технологических процессов может привести к образованию значительного объема диффузных выбросов.
Замкнутые системы, оснащенные предварительно спеченными анодами, с точечной подачей алюминия и эффективным контролем за технологическими процессами, кожух, покрывающий всю электролитическую ванну и обеспечивающий эффективный сбор загрязнителей воздуха	1-5		
Ванна Сёдерберга с вертикальными контактными болтами и системами для сбора отходящих газов	> 10	Модернизация технологии Сёдерберга посредством герметизации и изменения точки питания: 50 000-100 000 долл. США на одну печь	Диффузные выбросы образуются в ходе загрузки исходных материалов, дробления накали и перестановки железных контактных болтов в более высокую позицию.
Технология Сумитомо (анодные брикеты для процесса Сёдерберга с использованием вертикальных штырей)		Низкая-средняя	
<p>Очистка газов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электростатические фильтры для очистки от смолы;</li> <li>- совместное использование традиционных электростатических фильтров для очистки от смолы в сочетании с электростатической мокрой очисткой газов;</li> <li>- термическое дожигание</li> </ul>	<p>2-5</p> <p>&gt; 1</p>	<p>Низкая</p> <p>Средняя</p>	<p>Часто повторяющиеся искровые разряды и дуговые пробои.</p> <p>В ходе мокрой очистки газов образуются сточные воды.</p>

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>а</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
Использование смолы с более высокой температурой плавления	Высокий	Низкая-средняя	
Использование сухой скрубберной очистки в существующих электролитических ваннах с анодами Сёдерберга, оснащенных горизонтальными и вертикальными штырями		Средняя-высокая	

<sup>а</sup> Остаточный уровень выбросов по сравнению с уровнем в обычном режиме.

74. Согласно нормативному документу Европейского союза (BREF) по черной металлургии достижимый уровень выбросов ПАУ (общий - OSPAR11) составляет <200 Мг/м<sup>3</sup>.

#### **Д. Процессы сжигания в бытовом секторе**

75. Выбросы ПАУ, образующиеся в ходе процессов сжигания в бытовом секторе, могут возникать в результате эксплуатации печей или каминов, особенно в тех случаях, где используются древесина или уголь. Домашние хозяйства могут являться значительным источником выбросов ПАУ. Они возникают в результате использования каминов и небольших бытовых установок, работающих на твердых видах топлива. В некоторых странах в качестве топлива для печей обычно используется уголь. С угольными печами связан меньший объем выбросов ПАУ по сравнению с печами, работающими на древесном топливе, поскольку они характеризуются более высокой температурой сгорания топлива, а также тем, что используемое в них топливо имеет более стабильный уровень качества.

76. Кроме того, система сжигания с оптимизированными эксплуатационными характеристиками (такими, например, как скорость сжигания) позволяют эффективно ограничить выбросы ПАУ, образующиеся в результате процессов сжигания в бытовом секторе. Оптимизированные условия сжигания включают оптимизацию конструкции топочных камер и оптимизацию подачи воздуха. Существует несколько методов оптимизации в условиях сжигания и сокращения выбросов. Между различными методами существует значительная разница в уровне выбросов. Современный котлоагрегат, работающий на древесном топливе и снабженный водосборной емкостью (наилучшая имеющаяся технология), сокращает выбросы на 90% и более в сравнении с устаревшим котлоагрегатом, не снабженным водосборной емкостью. Современный котлоагрегат имеет три отдельные зоны: топка для газификации древесины, газовая камера сгорания с керамическим или иным покрытием, выдерживающим температуры до 1 000 °С, и зона конвекции. Зона конвекции, где вода отбирает тепло, должна быть достаточно протяженной и теплоэффективной и обеспечивать снижение температуры газов с 1 000 °С

до 250 °С и менее. Существует также несколько методов модернизации старых и морально устаревших котлоагрегатов, например монтаж водосборных емкостей, керамических вкладышей и установка горелок для обжига окатышей.

77. В случае обеспечения оптимальной скорости сжигания уровни выбросов монооксида углерода (СО), общего количества углеводородов (УВ) и ПАУ являются невысокими. Установление предельных значений выбросов СО и общего количества УВ (нормативных положений, касающихся типового утверждения) также воздействуют на уровни выбросов ПАУ. При низких уровнях выбросов СО и УВ возникают выбросы и с низким содержанием ПАУ. Поскольку измерения уровней выбросов ПАУ являются более дорогостоящим по сравнению с измерением СО, более затратоэффективным решением является установление предельных значений выбросов СО и общего количества УВ. Например, четыре стандарта ЕКС<sup>1</sup> (EN 303-5; EN 13.229; EN 13.240 и EN 12.809) были опубликованы для систем, работающих на угле и древесине, мощностью до 300 кВт (см. таблицу 7). Эти стандарты задают максимальные значения выбросов для СО и УВ и ТЧ.

78. Выбросы, возникающие при эксплуатации бытовых печей, работающих на древесном топливе, можно сократить посредством принятия следующих мер:

а) посредством осуществления программ повышения уровня информированности и осведомленности общественности, касающихся:

- i) надлежащей эксплуатации печей и котлоагрегатов;
- ii) использования только необработанной древесины;
- iii) процедур подготовки топлива и надлежащей сушки древесины с целью уменьшения содержания влаги;

б) посредством осуществления программ по замене устаревших существующих котлоагрегатов и печей современными печами и котлоагрегатами.

79. Объем выбросов ПАУ, образующийся от сжигания древесины в новых печах и котлоагрегатах в бытовом секторе, можно сократить с помощью следующих вторичных мер:

---

<sup>1</sup> Европейский комитет по стандартизации.

а) сокращения выбросов ТЧ путем оборудования печей и котлоагрегатов очистным оборудованием, предназначенным для сокращения выбросов пыли;

б) оснащения печей и котлоагрегатов очистным оборудованием, предназначенным для окисления ПАУ:

- i) к возможному очистному оборудованию, которое ограничивает выбросы твердых частиц, относятся электростатические осадители, керамические фильтры, тканевые фильтры с металлической сеткой или модернизация камер зажигания, стоимость и экологические выгоды от использования такого оборудования на небольших печах и котлоагрегатах необходимо оценить;
- ii) к возможным очистным методам, с помощью которых будут сжигаться ПАУ, относятся частичная рециркуляция топочных газов или каталитические конвертеры, в которых будут окисляться ПАУ. Стоимость и экологические выгоды от использования этих методов на небольших печах и котлоагрегатах необходимо оценить.

80. К числу более общих мер по сокращению выбросов ПАУ относятся меры, касающиеся развития систем централизованного отопления помещений и энергосбережения, такие, как улучшение теплоизоляции с целью сокращения энергопотребления.

81. Целесообразность перехода на другие виды топлива обуславливается местными условиями. Выбросы ПАУ, образующиеся в системах отопления домов, можно сократить, перейдя от древесины или угля на природный газ.

82. В таблице 7 приводится краткая информация.



**Таблица 7: Ограничение выбросов ПАУ, образующихся в процессах сжигания в бытовом секторе**

Варианты управления	Уровень выбросов (%) <sup>а</sup>	Ориентировочная стоимость	Риск, связанный с управлением
Использование сухого угля и сухой древесины (сухая древесина - это древесина, выдерживавшаяся на протяжении, по меньшей мере, 18-24 месяцев)	Высокая эффективность сокращения выбросов		
Использование сухого угля	Высокая эффективность сокращения выбросов		
Обеспечение надлежащей конструкции нагревательных систем для твердого топлива с целью создания оптимальных условий для полного сжигания: - зона газификации; - сжигание в зоне с применением керамических материалов; - зона эффективного конвекционного обмена	55	Средняя	С компаниями, занимающимися производством печей, необходимо обсудить вопрос о применении схемы утверждения печей.
Водосборные емкости (только для загружаемых вручную установок)	Высокая эффективность	Средняя	
Технические инструкции для эффективной эксплуатации	30-40	Низкая	Такие результаты могут быть также достигнуты путем активного просвещения общественности в сочетании с практическим инструктированием и введением нормативных положений, касающихся различных типов печей.
Программа информирования общественности по вопросам использования печей, работающих на древесном топливе			
Вторичные меры для ограничения выбросов твердых частиц или сжигания ПАУ	< 5%	Средняя-высокая	Затраты по отношению к размеру установки и повторному использованию полученного тепла.

<sup>а</sup> Остаточный уровень выбросов по сравнению с уровнем в обычном режиме.

### **Е. Установки по консервированию древесины**

83. Консервирование древесины каменноугольными смолами, содержащими ПАУ, может являться одним из крупных источников атмосферных выбросов ПАУ. Выбросы могут образовываться как в ходе самого процесса пропитки, так и при хранении, погрузочно-разгрузочных работах и при использовании пропитанной древесины на открытом воздухе.

84. Наиболее широко используемыми каменноугольными смолами, содержащими ПАУ, являются карболинеум и креозот. Оба вещества являются дисцилятами каменноугольных смол, содержащими ПАУ, и используются для защиты лесоматериалов (древесины) от биологического воздействия.

85. Выбросы ПАУ при консервировании древесины с объектов и их хранилищ можно уменьшить путем использования ряда подходов, применяемых как по отдельности, так и в сочетании друг с другом:

а) обеспечение соответствующих условий хранения древесины с целью предупреждения загрязнения почвы и поверхностных вод выщелачиваемыми ПАУ и загрязненными дождевыми водами (например, организация мест хранения, не пропускающих дождевую воду, сооружение кровли, повторное использование загрязненных вод для процесса пропитки древесины, обеспечение надлежащего качества изготавливаемых материалов);

б) меры по сокращению атмосферных выбросов на установках для пропитки древесины, например, древесину, нагретую до 90 °С, следует охлаждать по меньшей мере до 30 °С до ее транспортировки в места хранения. Однако в качестве НИМ следует рассматривать альтернативный метод, предусматривающий использование пара под давлением в условиях вакуума для пропитки древесины креозотом);

с) оптимальное использование консервирующих веществ, которое обеспечивает адекватную защиту обработанной древесины на месте, может рассматриваться в качестве НИМ, поскольку такая мера позволяет уменьшить потребности в замене и тем самым сократить выбросы с установок для консервирования древесины;

д) использование продуктов для консервирования древесины с более низким содержанием ПАУ, являющихся СОЗ:

- i) возможное использование модифицированного креозота, являющегося дисциплированной фракцией, с точкой кипения в интервале 270-355 °С, что обеспечивает сокращение как выбросов более летучих ПАУ, так и более тяжелых и более токсичных ПАУ;
- ii) меры по ограничению использования карболинеума также способствовали бы сокращению выбросов ПАУ;

е) оценки и последующее использование, при необходимости, альтернативных возможностей, как, например, те, которые указаны в таблице 8, уменьшающих зависимость от продуктов, изготовленных на основе ПАУ.

86. Сжигание пропитанной древесины вызывает выбросы ПАУ и других вредных веществ. Если происходит сжигание, оно должно проводиться на установках, оснащенных необходимым очистным оборудованием.

**Таблица 8. Возможные альтернативы консервированию древесины с использованием продуктов на основе ПАУ**

Элементы управления	Риск, связанный с управлением
<p>Использование альтернативных материалов в строительстве:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производимая на устойчивой основе древесина лиственных пород (укрепление речных берегов, ограждение, ворота);</li> <li>- пластмассы (садовые столбики);</li> <li>- бетон (железнодорожные шпалы);</li> <li>- замена искусственных конструкций естественными (такими как укрепление речных берегов, ограждения и т.д.);</li> <li>- использование необработанной древесины.</li> </ul> <p>В настоящее время существует несколько альтернативных технологий консервации древесины, не связанных с пропиткой древесины продуктами на основе ПАУ.</p>	<p>Необходимо провести оценку других экологических проблем, например таких как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие древесины, произведенной в соответствии с предъявляемыми требованиями;</li> <li>- выбросы, возникающие в ходе производства и удаления пластмасс, особенно ПВХ.</li> </ul>

-----