



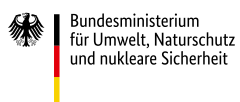
Сокращение выбросов летучих органических соединений в химической и нефтехимической отрасли

Технические рекомендации

Опубликовано:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Опубликовано:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Немецкое общество по международному сотрудничеству (ГИЦ) ГмбХ

Штаб-квартира общества:

Бонн и Эшборн, Германия

Адрес:

Московское представительство
119435, Москва, ул. Малая Пироговская, дом 5, офис 25
Тел.: +7 495 795 08 39
+7 495 795 08 40
www.giz.de

Проект: «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность: внедрение НДТ в Российской Федерации».

Проект реализуется по поручению Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии (BMU). Официальный партнер в России - Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Проект является частью программы Германской инициативы по климатосберегающим технологиям (DKTI) и Международной инициативы по защите климата (IKI).

Сайт проекта: www.good-climate.com

Ответственный за публикацию:

Короленко Ирина Александровна
irina.korolenko@giz.de

Автор: Юхан Руут (Juhan Ruut), эксперт проекта, ведущий специалист по промышленному экологическому менеджменту департамента экологического менеджмента Hendrikson & Ko

Редактор: Тихонова Ирина Олеговна

Фотография обложки: Юхан Руут (Juhan Ruut)

URL ссылки: Данная публикация содержит ссылки на внешние сайты.

Ответственность за информацию на данных внешних сайтах лежит полностью на их владельцах и издателях.

GIZ несёт ответственность за содержание данной публикации.

Москва, июнь 2019 г.

Электронная версия публикации:



Оглавление

2	1. Введение
2	1.1 Описание ситуации до переоборудования для внедрения НДТ
6	1.2 Сфера действия - определение НДТ, требующих реализации
7	1.3 Правовая основа
12	2. Технические решения по сокращению количества организованных источников на предприятии
12	2.1 Исторический обзор
12	2.2 Общие сведения
13	2.3 Технологические соображения
14	2.4 Экономические соображения
15	2.5 Данные о качественном и количественном воздействии на окружающую среду
15	2.5.1 Использование летучих органических растворителей
17	2.5.2 Хранение. Операции по заполнению и опорожнению резервуаров
19	2.5.3 Примеры в химической и нефтехимической промышленности
20	2.6 Оценка затрат и выгод для управления и обработки потоков эмиссии
22	3. Выводы
23	4. Источники информации

1. Введение

Настоящая публикация подготовлена в рамках российско-германского проекта «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность: внедрение НДТ в Российской Федерации». Проект реализуется по поручению Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии (BMU) в рамках программ Германской Инициативы по Климатосберегающим Технологиям (DKT) и Международной Инициативы по защите Климата (IKI). Официальный партнер проекта в России - Министерство природных ресурсов и экологии РФ (Минприроды России). Основная цель проекта - оказание поддержки российским партнерам в процессе перехода промышленности на принципы наилучших доступных технологий (НДТ). Проект вносит вклад в модернизацию российской промышленности через распространение информации о современных экологически безопасных и ресурсосберегающих технологиях и, как следствие, в защиту климата и окружающей среды - через сокращение выбросов загрязняющих веществ. Оператором проекта на территории России является Немецкое общество по международному сотрудничеству (GIZ GmbH).

С целью эффективного внедрения НДТ и соответствующих стандартов в России Проект сотрудничает с государственными учреждениями федерального и регионального уровня, а также с крупными компаниями, ассоциациями, отраслевыми союзами и академическими институтами. Проект ориентирован на три пилотные отрасли: нефтехимическую, горнодобывающую и цементную, в которых взаимодействует с действующими российскими предприятиями.

Для того, чтобы помочь предприятиям лучше понять возможности НДТ, была создана технологическая платформа проекта для обмена информацией и демонстрации высококачественных и надежных технологических решений. Проект распространяет примеры передового опыта технических решений, которые вносят значительный вклад в защиту окружающей среды, эффективность использования ресурсов и смягчение последствий изменения климата, а также могут повысить эффективность и качество продукции.

Основным принципом сокращения выбросов является создание общей структуры для контроля за производственной деятельностью,

при этом в приоритете должны быть управление производственным процессом и контроль источников загрязнения. Контроль отдельных источников выбросов является эффективным в том случае, когда количество источников невелико. Невозможно поместить системы газоочистки и датчики контроля в каждый из многочисленных источников, но при правильном проектировании производственного процесса (и предприятия в целом) источники можно объединять и, следовательно, можно эффективно контролировать выбросы из них.

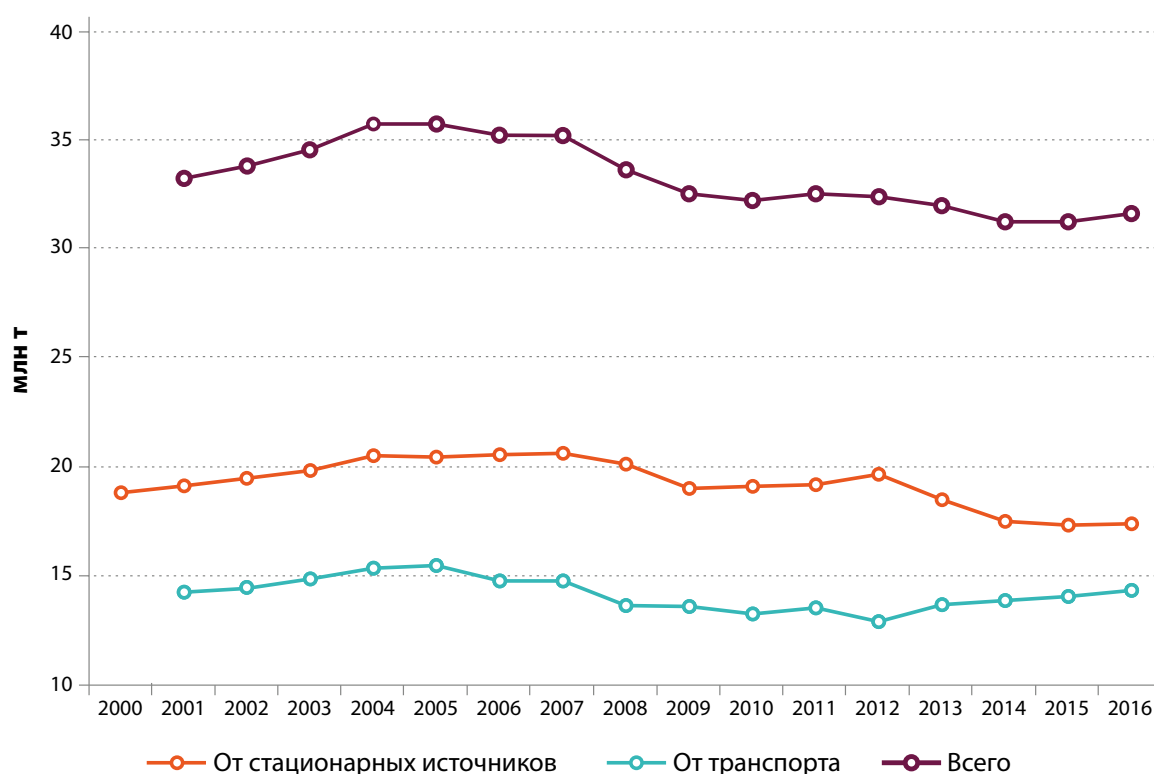
Этот принцип является настолько базовым для эффективного предотвращения загрязнения и борьбы с ним, что он даже не упоминается в законодательстве Европейского Союза, например, в общих частях Директивы Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2010/75/ЕС от 24 ноября 2010 г. о промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним) (IED), а также не во всех справочных документах по НДТ (BREF). Как указано в Статье 11 Директивы IED, основные обязанности оператора включают принятие всех соответствующих превентивных мер против загрязнения, применение наилучших доступных технологий и предотвращение значительного загрязнения. Однако в случае летучих органических соединений (далее - ЛОС) эти принципы представлены более подробно в главе V и приложении VII Директивы IED. Используется термин «замкнутые условия» (contained conditions), что означает условия, при которых работает установка, так что ЛОС, выделяемые от деятельности, собираются и удаляются контролируемым образом либо с применением оборудования для сбора или удаления загрязняющих веществ. Количество неорганизованных выбросов (fugitive emissions) должно быть сведено к минимуму.

В данных Технических рекомендациях представлен обзор методов сокращения и контроля выбросов летучих органических соединений (далее - ЛОС) в химической и нефтехимической промышленности.

1.1. Описание ситуации до переоборудования для внедрения НДТ

Российская промышленность в целом характеризуется достаточно высоким уровнем выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов, что отчасти можно объяснить устаревшими промышленными предприятиями с неэффективными и нерациональными

Рисунок 1-1 Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (млн т) в России, 2000-2016 годы¹.



ми методами производства. Инвестиции в экологически безопасные технологии имеют решающее значение для удовлетворения значительной потребности в модернизации. Для этого Россия создает правовую основу для внедрения наилучших доступных технологий (НДТ), учитывая опыт существующих регламентов ЕС. При решении задачи обеспечения экологически ориентированного роста экономики и внедрения экологически эффективных инновационных технологий используются следующие механизмы²:

- а) формирование эффективной, конкурентоспособной и экологически ориентированной модели развития экономики, обеспечивающей наибольший эффект при сохранении природной среды, ее рациональном использовании и минимизации негативного воздействия на окружающую среду;
- б) внедрение инновационных ресурсосберегающих, экологически безопасных и эффективных технологий на базе единой технологической платформы с активным участием государства, бизнес-сообщества, организаций науки и образования, общественных объединений и некоммерческих организаций;
- в) учет абсолютных и удельных показателей

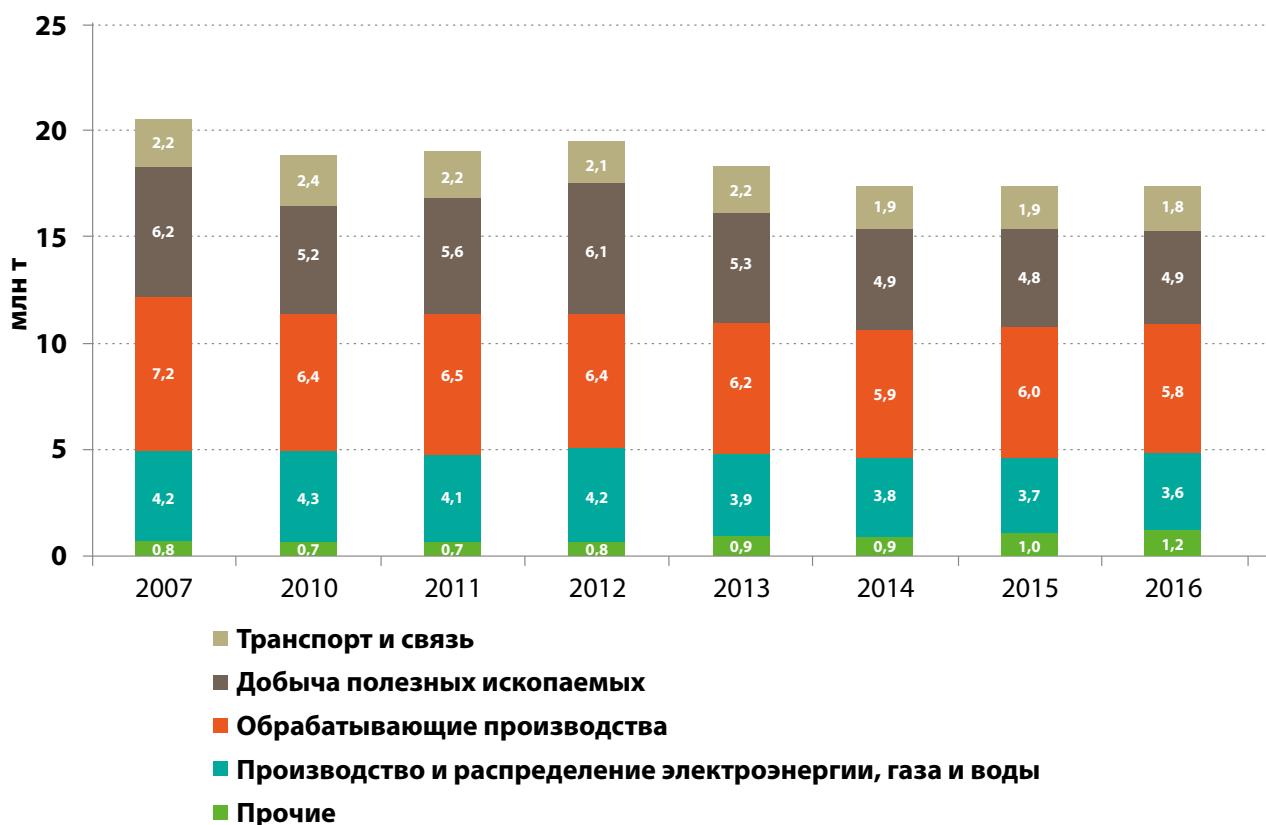
эффективности использования природных ресурсов и энергии, негативного воздействия на окружающую среду при государственном регулировании природоохранной деятельности и планировании мероприятий по охране окружающей среды, а также при оценке эффективности экономики в целом и по отраслям.

Динамика выбросов загрязняющих веществ в России в последние годы сильно зависит от характера роста экономики. В первой половине 2000-х годов, когда мировые цены на нефть и российская экономика росли, объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу увеличивался (**Рисунок 1-1**). Максимум выбросов от стационарных источников в России пришелся на 2007 год (20,6 млн т). После 2007 года выбросы сократились на 10 % на фоне замедлившегося роста промышленности страны и при нестабильных мировых ценах на нефть. В это время российские компании выводили старые «грязные» производства. Наибольшее снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников наблюдалось в регионах России, где сконцентрирована тяжелая, металлургическая, химическая промышленность и добыча угле-

¹Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики №28. Экология и экономика: сокращение загрязнения атмосферы страны. Август 2017. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации

²Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждены Президентом Российской Федерации 30 апреля 2012 года

Рисунок 1-2 Распределение объема выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности (млн т), 2007-2016 годы³.



водородов⁴. Распределение и динамика объема выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности (млн т) 2007-2016 годы приведены на **Рисунке 1-2**.

По данным Росстата, объем выбросов загрязняющих веществ в 2017 году составил 32,1 млн т, из которых 17,5 млн т (54,5 %) выброшено стационарными источниками. Эти выбросы складывались из выбросов от⁵:

- обрабатывающей промышленности 33 %;
- добычи полезных ископаемых 28 %;
- производства и распределения электроэнергии, газа и воды 23 %;
- транспорта и связи 10 %.

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в России в последние годы сократились во всех ключевых секторах экономики (**Рисунок 1-2**). В обрабатывающей промышленности, дающей наибольший объем выбросов в атмосферу, уменьшение с 7,2 млн т в 2007 году до 5,78 млн т в 2016 году произошло в основном за счет снижения выбросов в металлургии с 4,8 до 3,8 млн т. Многие предприятия выводили старые и «грязные» мощности, построенные в советское время, в силу естественных процессов

модернизации и повышения эффективности производства. Зачастую снижение выбросов загрязняющих веществ является дополнительным положительным эффектом обновления производственных мощностей. Прибыль предыдущих периодов позволила компаниям инвестировать в более чистые технологии и модернизацию производства.

Однако в производстве кокса и нефтепродуктов происходило увеличение объема выбросов с 601,2 тыс. тонн в 2016 году до 673,3 тыс. тонн в 2017 году (с ростом объема выбросов от стационарных источников до 5,82 млн т в 2017 году), а также в химической отрасли - с 332,2 тыс. тонн в 2009 году до 399,4 тыс. тонн в 2017 году⁶. Выбросы углеводородов и других ЛОС от стационарных источников по Российской Федерации находятся, начиная с 2005 года, в диапазоне 4,5 – 5,0 млн тонн/год. В целом, выбросы углеводородов имеют тенденцию к увеличению (2005 год - 2,87 млн тонн, 2017 год - 3,78 млн тонн), а выбросы других ЛОС имеют тенденцию к уменьшению (2007 год - 1,91 млн тонн, 2017 год - 1,25 млн тонн)⁷. На основании этих данных можно сделать вывод, что сделанные инвестиции еще не оказывают эффекта декаплинга (decoupling), когда

³Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики №28. Экология и экономика: сокращение загрязнения атмосферы страны. Август 2017. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации

⁴Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики №28. Экология и экономика: сокращение загрязнения атмосферы страны. Август 2017. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации

⁵Росстат. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, по видам экономической деятельности

используется меньшее количество ресурсов на единицу экономического результата и одновременно сокращается негативное экологическое воздействие. На данный момент в России продолжает развиваться ситуация, когда с ростом промышленности продолжают увеличиваться выбросы.

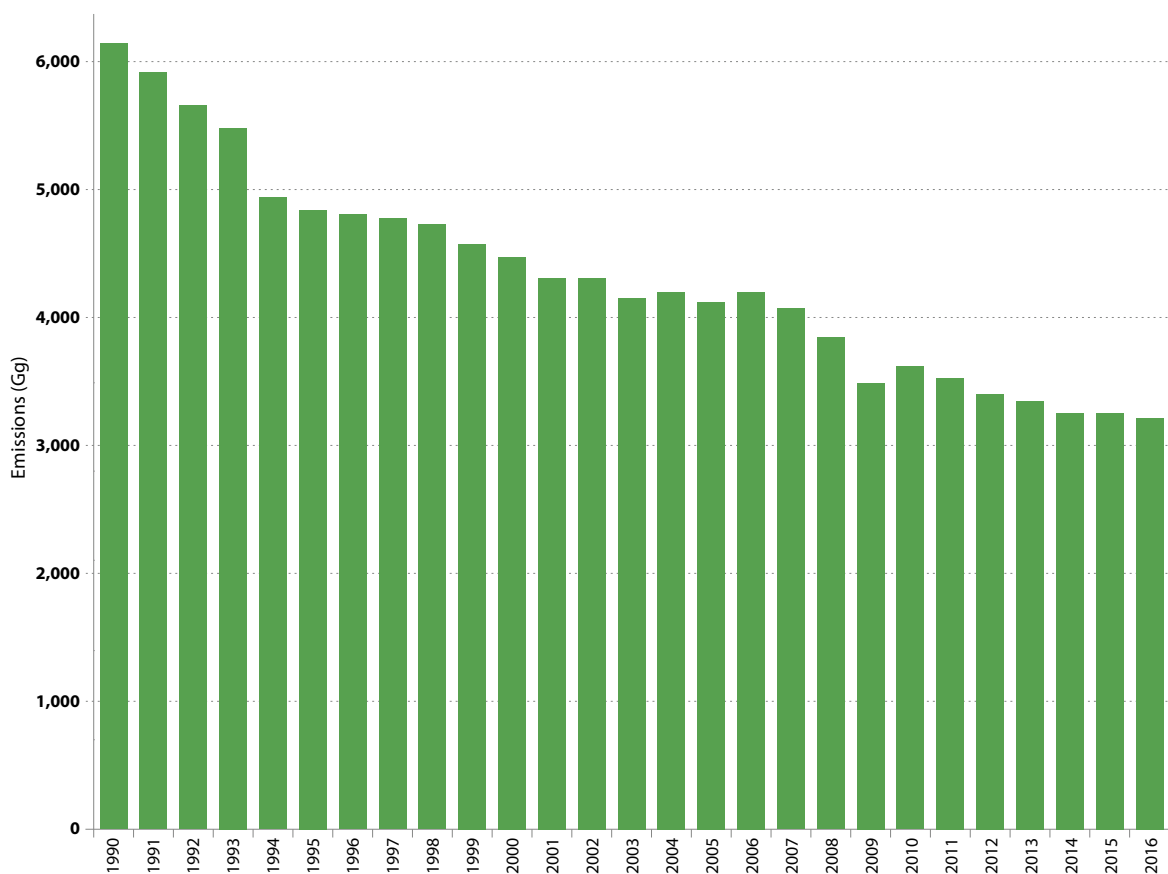
Концепция НДТ применяется в европейских странах, таких как Великобритания и Швеция, уже с 70-х годов XX века. Суть концепции, вне зависимости от того, как именно понятие НДТ описано в законодательных актах различных стран, состоит в том, что для обеспечения надёжного уровня защиты окружающей среды в целом, крупные предприятия ключевых отраслей экономики должны применять совокупность технологических, технических и управленческих решений, направленных, прежде всего, на предотвращение негативного воздействия на окружающую среду, а если это невозможно, то на сокращение этого воздействия с использованием средозащитной техники.

В государствах-членах Европейского Союза

(ЕС) с 1996 г. действовала Директива 96/61/ЕС о комплексном предотвращении и контроле загрязнения (ПРС), в соответствии с которой каждое крупное предприятие, относящееся к видам деятельности, подпадавшим под действие этой Директивы, должно получить комплексное экологическое разрешение, непременным условием которого являлось соответствие требованиям НДТ. В настоящее время действует Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2010/75/ЕС от 24 ноября 2010 г. о промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним), уточнены перечень видов деятельности и пороги (минимальные значения мощности предприятий), особенности производственного экологического контроля, технологические показатели НДТ, но условие обеспечения соответствия требованиям НДТ осталось неизменным.

В Европейском Союзе произошло значительное сокращение выбросов летучих органических соединений кроме метана (NMVOC) от промышленных источников (**Рисунок 1-3**).

Рисунок 1-3 Объемы выбросов (тысяч тонн) летучих органических соединений кроме метана (NMVOC) от промышленных источников ЕС-28, 1990-2016 годы⁸.



⁶Ростат. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, по видам экономической деятельности

⁷Ростат. Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, по Российской Федерации

⁸Air pollutant emissions data viewer (Gothenburg Protocol, LRTAP Convention) 1990-2016 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-1>

С 2007 года (тогда НДТ пришлось внедрять на существующих установках в соответствии с Директивой IPPC) объем выбросов продолжает уменьшаться, хотя в секторах химической промышленности наблюдается тенденция роста (Рисунки 1-4, 1-5).

1.2. Сфера действия - определение НДТ, требующих реализации

Хотя процессы производства химических веществ разнообразны и иногда очень сложны, они, как правило, состоят из комбинации более простых действий

Рисунок 1-4 Производственный уровень химической промышленности ЕС (2010 год = 100%) и загрузка производственных мощностей⁹.

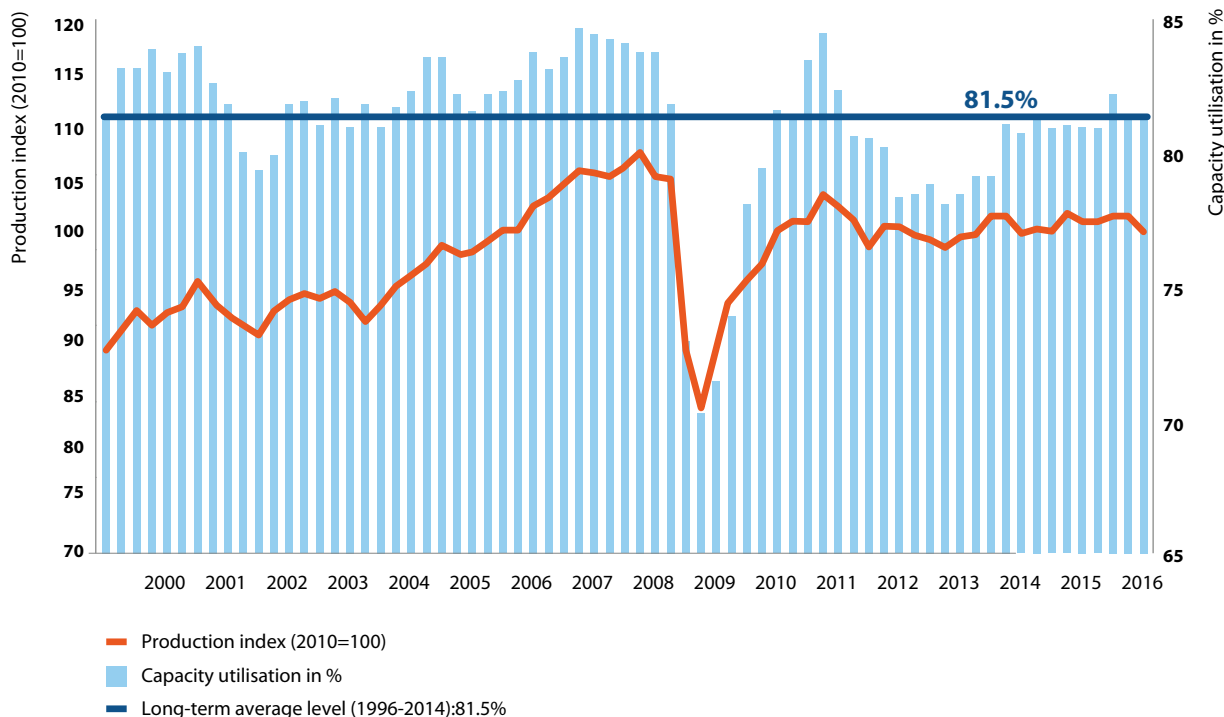
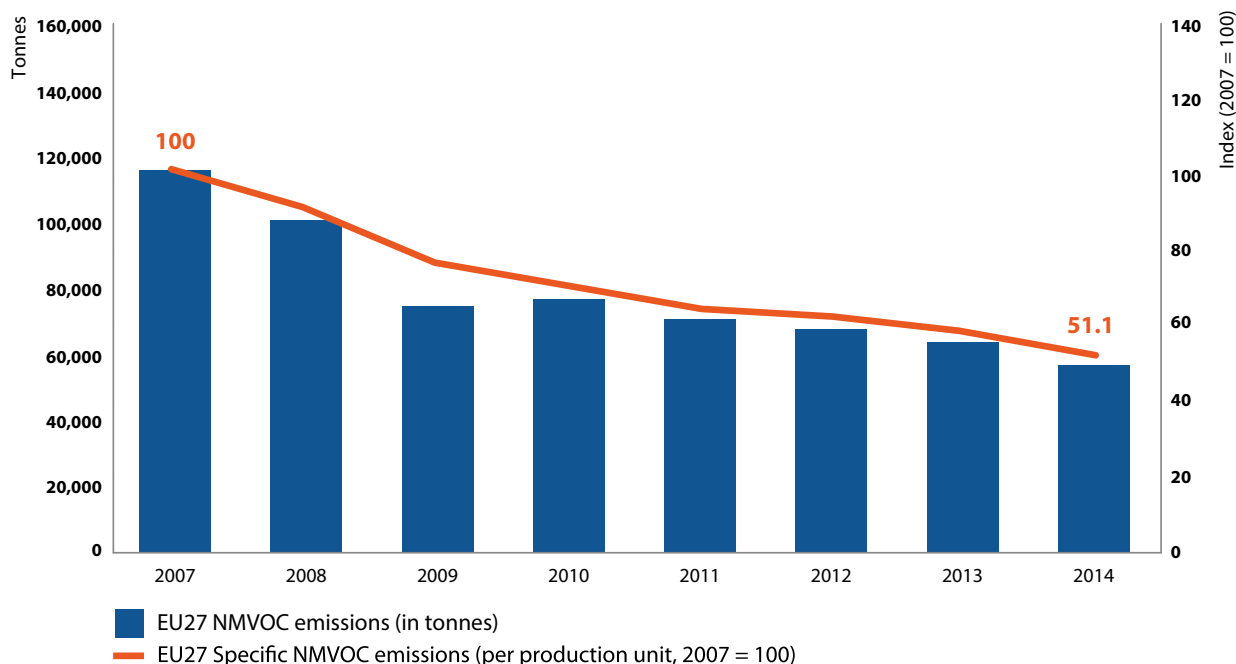


Рисунок 1-5 Объемы выбросов (тонн) летучих органических соединений кроме метана (NMVOC) от источников химической промышленности ЕС-27, 2007-2014 годы⁹.



⁹CEFIC. Facts and Figures on Chemical Industry 2016

¹⁰ Доступ справочникам на сайте Бюро НДТ
<http://burondt.ru/index/its-ndt.html>

¹¹European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals. August 2006

¹²European Commission. JRC Science and Policy Reports. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas. 2015

(стадий процесса) и оборудования. Эти стадии процесса могут быть сгруппированы по основным этапам производственного процесса:

- поставка, обработка и подготовка сырья и вспомогательных материалов;
- синтез / реакция;
- разделение и очистка продукта;
- хранение и обработка продукции;
- сокращение эмиссий (определенные экологические проблемы являются общими для всей химической промышленности, включая выбросы в атмосферу, образование сточных вод с высоким содержанием загрязняющих веществ и опасных отходов).

В данных Технических рекомендациях основное внимание уделено вопросу сокращения и контроля выбросов ЛОС путем сокращения количества организованных источников на предприятии на разных этапах производственного процесса. Методы сокращения выбросов с газоочистными устройствами детально не рассматриваются — это относится к последовательным этапам сбора и объединения потоков.

Существует ряд справочных документов НДТ, которые относятся к конкретному сектору химической промышленности (в ЕС и в России, соответственно «вертикальные BREF» и «вертикальные ИТС»). Кроме того, существуют справочники НДТ, которые относятся к более общим темам, касающимся нескольких секторов промышленности (соответственно межотраслевые / «горизонтальные» BREF и ИТС). Составители отраслевых BREF для химической и нефтехимической промышленности старались свести к минимуму любые дублирования информации межотраслевых BREF. Однако в отраслевых BREF темы этих межотраслевых справочников могут рассматриваться более подробно. При отсутствии в отраслевом справочнике конкретной информации следует использовать общую информацию, указанная в межотраслевых справочниках по НДТ.

Сокращение и контроль выбросов ЛОС в химическом и нефтехимическом секторе подпадает под действие следующих отраслевых информационно-технического справочников по НДТ (ИТС)¹⁰:

- «Производство основных органических веществ» ИТС 18-2016;
- «Производство продукции тонкого

органического синтеза» ИТС 31-2017;

- «Производство полимеров, в том числе биоразлагаемых» ИТС 32-2017.

Межотраслевые ИТС¹⁰:

- «Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)» ИТС 46-2017;
- «Системы обращения (обработки) со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности» ИТС 47-2017.

В **Таблице 1-1** представлен обзор российских Информационно-технических справочников по НДТ, в которых рассмотрены вопросы сокращения количества организованных источников на предприятии химической отрасли для контроля выбросов ЛОС.

В **Таблице 1-2** представлен обзор европейских Справочников по НДТ (BREFs) в химическом секторе на примере BREF «Производство продукции тонкого органического синтеза» (OFC BREF¹¹) в которых заложены основные принципы, применимые для всей химической промышленности. Контроль источников выбросов эффективен, если количество источников невелико. Невозможно поместить системы газоочистки и датчики контроля в каждый из многочисленных источников, но при правильном проектировании производственного процесса (и предприятия в целом) источники можно объединять и, следовательно, можно эффективно контролировать выбросы из них. Эти принципы включены также в BREF «Нефте- и газоперерабатывающие предприятия»¹² в виде интегрированного управления НПЗ, в межотраслевой BREF «Системы обращения со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности»¹³. Отметим, что составители справочника BREF «Крупнотоннажные производства органических веществ»¹⁴ старались свести к минимуму любые дублирования информации горизонтальных справочников НДТ, так этот конкретный принцип в нём не упоминается.

1.3. Правовая основа

В соответствии с положениями Федерального закона от 21 июля 2014 г. 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской

¹³European Commission. JRC Science for Policy Report. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector. 2016

¹⁴European Commission. JRC Science for Policy Report. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals. 2017

Таблица 1-1 Российские Информационно-технические справочники по НДТ в части сокращения количества организованных источников на предприятии химической отрасли для контроля выбросов ЛОС

НДТ	Описание
ИТС 18-2016 «Производство основных органических веществ», глава 8.1.2 ИТС 31-2017 «Производство продукции тонкого органического синтеза», глава 5.1.2 ИТС 32-2017 «Производство полимеров, в том числе биоразлагаемых» глава 13.1.2	
НДТ 3	Сбор и использование побочных газообразных продуктов, сдувок, не находящихся применение в качестве сырьевых компонентов в качестве топлива.
НДТ 4	Повышение эффективности использования побочных продуктов процессов и производств.
НДТ 6,7,8	Применение скрубберов мокрой очистки; Применение скрубберов масляной очистки
ИТС 46-2017 «Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)»	
НДТ А-4-2	Предотвращение или, где это неосуществимо, сокращение диффузных выбросов в атмосферу летучих органических соединений. НДТ заключается в использовании сочетания подходов, приведенных ниже. Подходы, относящиеся к проектированию объекта: а) ограничение количества потенциальных источников выбросов; и) ...предотвращение диффузных выбросов ЛОС, сбор их у источника образования и последующая обработка.
НДТ А-4-3	Использование элементов оборудования с высокими требованиями к надежности. НДТ включает использование следующих элементов оборудования с высокими требованиями к надежности: • клапаны с двойными сальниками; • насосы/компрессоры/мешалки с магнитным приводом; • насосы/компрессоры/мешалки с торцовыми уплотнениями вместо прокладок (сальников); • высокопрочные прокладки (например, со спиральной навивкой, с муфтовыми соединениями) в критически важных местах; • коррозионностойкое оборудование.
НДТ А-5-1	Разработка, внедрение и регулярная актуализация плана учета и контроля запахов и борьбы с ними как части системы экологического менеджмента. ... выявление источников образования запахов, проведение мероприятий по удалению и (или) сокращению запахов.
НДТ Б-1-6	Снижение загрязнения атмосферы выбросами углеводородов при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах. НДТ заключается в применении одного или нескольких из следующих подходов: • герметизация резервуаров и дыхательной арматуры; • герметизация налива в транспортные средства с использованием установки улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов из резервуаров*.
НДТ Б-1-7*	Сокращение потерь нефти от испарения - газоуравнительная система. Эффективность применения зависит от коэффициента совпадения операций по заполнению и опорожнению резервуаров.
НДТ Б-1-12 НДТ Б-1-14*	Предотвращение выбросов в атмосферу из резервуаров с неподвижной крышей / при хранения горючих веществ в подземных и засыпных резервуарах: • применение усреднения давления паров; • применение сборного резервуара для паров; • применение обработки паров.
* эти методы применимы для жидкостей (не только для нефти и нефтепродуктов), если имеется более одного резервуара	

НДТ	Описание
ИТС 47-2017 «Системы обращения (обработки) со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности»	
НДТ 2	Проектирование. Заключается в использовании НДТ и современных методов проектирования для целей строительства новых технологических установок и модернизации/ реконструкции, технического перевооружения существующих производств. Следует руководствоваться наилучшими практиками в области ресурсо-энергосбережения при соблюдении условий экономической целесообразности и конкурентоспособности.
НДТ 6	Сокращение выбросов в атмосферу. Заключается в применении одного или нескольких подходов: поддержание оптимального технологического режима, позволяющего снизить количество выделяющихся в газовую фазу веществ и иметь оптимальный выход продуктов на каждой стадии производства; использование сырья более высокого качества; использование герметичного оборудования и оборудования, работающего под разрежением.
НДТ 28	Сбор и локализация выбросов в атмосферу. Для содействия снижению выбросов применяется сбор и локализация выбросов от технологического оборудования для возможности очистки получаемого потока перед выбросом в атмосферу.

Таблица 1-2 Европейские Справочники по НДТ в части сокращения количества источников на химическом предприятии

НДТ	Описание
Manufacture of Organic Fine Chemicals «Производство продукции тонкого органического синтеза» (OFC BREF 2006) Глава 5.1.2 Минимизация воздействия на окружающую среду	
5.1.2.1 Проектирование предприятия	НДТ заключается в проектировании новых установок таким образом, чтобы выбросы были минимизированы путем использования подходящих методов: <ul style="list-style-type: none"> • с использованием закрытого и герметичного оборудования; • закрытие производственного помещения и его механическая вентиляция; • использование инертного газа для технологического оборудования, где обрабатываются ЛОС; • подключение реакторов к одному или нескольким конденсаторам для извлечения растворителя; • подключение конденсаторов к системе восстановления / очистки; • использование гравитационного потока вместо насосов (насосы могут быть важным источником неорганизованных выбросов); • обеспечение разделения и селективной очистки потоков сточных вод; • для обеспечения стабильной и эффективной работы применение современной системы управления процессами и обеспечение высокой степени автоматизации.
Глава 5.1.2.3 Минимизация выбросов ЛОС	
5.1.2.3.1 Вложение источников	НДТ заключается в создании замкнутых условий и закрытии любых отверстий с целью минимизации неконтролируемых выбросов.
5.1.2.3.2 Сушка в замкнутых контурах	НДТ заключается в проведении сушки с использованием замкнутых контуров, включая конденсаторы для извлечения растворителя.
5.1.2.3.4 Рециркуляция технологических выдувок	НДТ заключается в использовании рециркуляции паров процесса, когда это позволяют требования к чистоте продукта.

Таблица 1-2 Европейские Справочники по НДТ в части сокращения количества источников на химическом предприятии

НДТ	Описание
Refining of Mineral Oil and Gas «Нефте- и газоперерабатывающие предприятия» (REF BREF 2015)	
Глава 5.1.10 Выводы НДТ для интегрированного управления НПЗ. НДТ 18-I Методы, связанные с проектированием завода	<p>Для предотвращения или уменьшения диффузных выбросов ЛОС применяют методы, приведенные ниже:</p> <ul style="list-style-type: none"> (I) Ограничение количества возможных источников выбросов. (II) Максимальное применение замкнутых условий процесса. (III) Выбор оборудования с высокой степенью целостности. (IV) Облегчение мониторинга и технического обслуживания путем обеспечения доступа к потенциальным утечкам. <p>Применимость может быть ограничена для существующих предприятий.</p>
Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector «Системы обращения со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности» (CWW BREF 2016)	
НДТ 15. Сбор отработанного газа	В целях облегчения извлечения соединений и сокращения выбросов в атмосферу, НДТ является устройство закрытых отсосов выбросов (кожухи) и очистка выбросов, где это возможно.

Федерации» объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, подразделяются на четыре категории по степени воздействия. Производство органических веществ в химическом и нефтехимическом секторе отнесено к первой категории и к областям применения наилучших доступных технологий. Профильные предприятия рассматриваются как объекты, деятельность которых оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. Они обязаны получать комплексные экологические разрешения на осуществление своей деятельности. Общая цель комплексного подхода к экологическому нормированию хозяйственной деятельности заключается в совершенствовании регулирования и контроля производственных процессов с целью обеспечения высокого уровня защиты окружающей среды. Хозяйствующие субъекты должны осуществлять все необходимые предупредительные меры, направленные на предотвращение загрязнения окружающей среды и рациональное использование ресурсов, в частности, посредством внедрения наилучших доступных технологий, которые дают возможность обеспечить выполнение экологических требований.

В российском законодательстве «наилучшая доступная технология» определяется как «технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания

услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности её применения».

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) - это документ национальной системы стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации (Росстандартом), содержащий систематизированные данные в определенной области и включающий в себя описание технологий, процессов, методов, способов, оборудования и иные данные (Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 N 162-ФЗ). ИТС НДТ разрабатываются с учетом имеющихся в Российской Федерации технологий, оборудования, сырья, других ресурсов, а также с учетом климатических, экономических и социальных особенностей и отражают текущий уровень эмиссий промышленных предприятий. Перечень ИТС НДТ определен Распоряжением Правительства РФ от 31.10.2014 N 2178-р «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015 - 2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий». Порядок определения технологии в качестве НДТ, а также разработки, актуализации и опубликования ИТС НДТ определен

Постановлением Правительства РФ от 23.12.2014 N 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» (вместе с «Правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»).

ИТС являются одним из ключевых аспектов перехода промышленности на принципы государственного экологического регулирования на основе НДТ. Цель - экологическая модернизация российской промышленности и защита климата. Однако ряд правовых актов еще не принят, и неясно, как комплексный подход будет взаимодействовать с действующим законодательством о защите окружающей среды, и в какой степени предприятиям разрешено выбирать среди различных вариантов НДТ.

В Европейском Союзе в настоящее время действует Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2010/75/ЕС от 24 ноября 2010 г. о промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним). НДТ для данного промышленного сектора описаны в справочных документах по НДТ ЕС (BREF). Важнейшая глава BREF - Заключение по НДТ (BATC) - публикуется как решение Европейской комиссии в Официальном журнале Европейского Союза. Согласно статье 14 (3) Директивы о промышленных эмиссиях, BATC должны быть основой для установления условий выдачи разрешения для крупных промышленных установок. Важнейшими критериями оценки действенности перехода к НДТ на уровне предприятий и отраслей служат показатели экологической результативности и энергоэффективности производства. В численном виде эти показатели (характеристики факторов воздействия) определены в BREF и подтверждены в BATC. В разрешениях предельные значения эмиссии и эквивалентные параметры и технические меры должны основываться на НДТ без предписания использования какого-либо метода или конкретной технологии. Если

деятельность или тип производственного процесса, выполняемого на установке, не охватываются какими-либо из BATC, или BATC не учитывают все потенциальные воздействия деятельности или процесса на окружающую среду, компетентный орган должен после предварительных консультаций с оператором, установить условия разрешения на основе НДТ, которые он определил для соответствующих видов деятельности или процессов, уделяя особое внимание критериям, перечисленным в Приложении III к Директиве.

Чтобы учесть изменения в НДТ или другие изменения в установке, условия комплексных разрешений должны регулярно пересматриваться и, при необходимости, обновляться, в частности, когда принимаются новые или обновленные Заключения по НДТ. В течение 4 лет после публикации решений по заключениям НДТ (BATC), касающихся основной деятельности установки, она должна соответствовать обновленным условиям разрешения. В особых случаях, когда пересмотр и обновление разрешений указывает на то, что для введения новых НДТ может потребоваться более длительный период, чем 4 года, компетентные органы могут установить более длительный период времени в условиях разрешения, если это оправдано на основе критериев, изложенных в Директиве.

Необходимо обеспечить, чтобы эксплуатация установки не приводила к ухудшению качества окружающей среды. Если для соблюдения стандарта качества окружающей среды требуются более строгие условия, чем те, которые достигаются с помощью НДТ, в разрешение должны быть включены дополнительные меры без ущерба для других мер, которые могут быть приняты для обеспечения соответствия стандартам качества окружающей среды. Также должны соблюдаться требования природоохранного законодательства, и они считаются минимальными требованиями для установок, на которые распространяется комплексное разрешение.

В Европейском Союзе значительные выбросы ЛОС регулируются следующими правовыми актами:

- Выбросы ЛОС от промышленных установок с использованием летучих органических растворителей регулируются

Директивой о промышленных эмиссиях 2010/75/ЕС, глава V (ранее Директива о растворителях 99/13/ЕС). Требования Директивы применяются к определенным видам деятельности, достигнувшим установленного порога потребления летучих растворителей (в зависимости от вида деятельности пороговое количество составляет от 1 до 100 тонн/год; критерии летучести - летучим органическим соединением является любое органическое соединение, а также фракция креозота, имеющая при 293,15 К давление паров 0,01 кПа или более, или имеющая соответствующую летучесть в конкретных условиях использования¹⁵): установки должны соответствовать либо предельным значениям выбросов, указанным в Директиве, либо требованиям схемы сокращения выбросов.

- Директива 94/63/ЕС по контролю выбросов ЛОС при хранении бензина и его распределения от терминалов к заправочным станциям (последняя поправка Постановлением 2018/853 ЕС). «Бензин» означает любое нефтяное производное с присадками или без присадок, имеющее давление насыщенных паров по Рейду [Reid vapour pressure (RVP)] 27,6 кПа или более, которое предназначено для использования в качестве топлива для автотранспортных средств, за исключением сжиженного нефтяного газа.

Сокращение количества организованных источников является одним из главных условий для соблюдения строгих требований по сокращению выбросов ЛОС.

2. Технические решения для сокращения количества организованных источников на предприятии

2.1. Исторический обзор

Внедрение НДТ на новых заводах обычно не является проблемой. В большинстве случаев экономически целесообразно так планировать и проектировать производственные процессы, чтобы минимизировать выбросы и расход материалов. Однако на существующих площадках внедрение НДТ не является простой задачей - существующая инфраструктура и технология отражают понимание «наилучшего» в прошлом, которое не обязательно совместимо с нынешней концепцией НДТ.

Обычно на химическом производстве, построенном несколько десятилетий назад, существует множество источников выбросов, каждый из которых дает свой вклад в общий объем выбросов. Эти вклады могут оказаться незначительными, однако общий объем выбросов от установки может быть значительным (необходимо и учитывать, что критерии значительности меняются во времени). Наличие множества отдельных источников выбросов не позволяет использовать газоочистные устройства.

В главе 1.1 был дан обзор изменений объема выбросов во времени, что в случае ЕС довольно хорошо отражает принятые меры по сокращению и внедрения НДТ.

2.2. Общие сведения

Химическая промышленность охватывает широкий спектр предприятий: с одной стороны - малые предприятия с небольшим количеством продукции, имеющие один или несколько источников выбросов, а с другой - многопрофильные предприятия со многими сложными потоками.

Потоки отработанного газа от разных процессов можно условно разделить на организованные выбросы и неорганизованные (включая диффузные выбросы с поверхностей и от оборудования). Только организованные выбросы могут эффективно контролироваться. Перечень организованных выбросов ЛОС:

- технологические выбросы, выбрасываемые через вентиляционную трубу технологическим оборудованием и присутствующие работе установки;
- отходящие газы от оборудования для контроля выбросов, такого как фильтры, факелы или адсорберы, которые могут содержать первичные или вторичные загрязняющие вещества;
- хвостовые газы из реакционных емкостей и конденсаторов;
- отходящие газы от регенерации растворителя;
- отходящие газы из вентиляционных отверстий при хранении и обработке (транспортировке, погрузке и разгрузке) продуктов, сырья и полупродуктов;
- отходящие газы из продувочных отверстий или оборудования предварительного нагрева, которые используются только при пуске или отключении;
- выбросы из предохранительных

¹⁵ Используются разнообразные определения ЛОС по странам/регионам, но даже в разных законодательных рамках могут быть различия в определении

устройств (например, вентиляционные отверстия, предохранительные клапаны);

- выбросы из общей системы вентиляции;
- выбросы из захваченных диффузных и / или неорганизованных источников, например, диффузные источники, установленные внутри ограждения или здания.

Основным принципом сокращения выбросов является необходимость создания общей структуры для контроля за производственной деятельностью, отдавая при этом приоритет управлению производственным процессом и контролю источников загрязнения.

Контроль источников выбросов эффективен, если количество источников достаточно невелико. Невозможно оснастить все многочисленные источники установками газоочистки, но при правильном проектировании производственного процесса и завода источники могут объединяться и, следовательно, можно эффективно очищать и контролировать выбросы.

Концепция размещения, планирования, оценки, проектирования, строительства, эксплуатации и технического обслуживания химического производства должна учитывать стратегию для достижения целей, связанных с сокращением выбросов. Цели зависят от масштаба и характера планируемого производственного процесса (вид установки, вид продуктов, режим работы, уровень автоматизации, гибкость производства) и возможных воздействий на окружающую среду. Среди вопросов, которые рассматриваются на ранних этапах проектирования, должно быть и связанные с сокращением выбросов:

- варианты реализации процессно-интегрированных методов;
- осуществление централизованного или децентрализованного сокращения и контроля;
- учет при выборе оборудования необходимости предотвращения неконтролируемых выбросов, в случае расширения или модификации рассмотреть возможность замены старого оборудования, которое имеет более высокую скорость утечки;
- варианты создания соответствующей инфраструктуры или ее замены в целях улучшения свойств отработанного газа;
- оценка воздействия различных стратегий сокращения на отдельные объекты окружающей среды.

Обоснование планирования и эксплуатации химического производства во многом связано с принятием решений по нескольким вариантам в свете конкретной ситуации, что, конечно, связано с экономикой и конкурентоспособностью. Главный вопрос, на который нужно ответить с точки зрения НДТ: как можно управлять сложным производством и управлять его потребностями при поставках ресурсов и удалении газов, сточных вод и отходов с минимальным воздействием на окружающую среду в целом, с самой высокой экономической эффективностью и без потери качества продукции?

2.3. Технологические соображения

В данных технических рекомендациях основное внимание уделено сокращению и контролю выбросов ЛОС путем сокращения количества организованных источников на предприятии на разных этапах производственного процесса.

Вопросы обращения с отходящими газами могут быть решены с использованием организационно-управленческих и технических мероприятий. В качестве технических мероприятий могут быть использованы как процессно-интегрированные методы, так и решения «на конце трубы».

Процессно-интегрированный метод может быть применен как для новых, так и для действующих установок. Особенностью метода является снижение отходящих газов за счет разработки новых способов синтеза, оптимизации стадий процесса, использования более экологически чистых видов сырья, материалов и топлива, совершенствования методов контроля, максимального рециклинга или повторного использования вспомогательных потоков, использования образующихся остатков в качестве сырья для производственных процессов или в качестве источника энергии. Например, справочник BREF «Крупнотоннажные производства органических веществ» определяет:

- НДТ 10b. Извлечение и повторное использование газообразных углеводородов - установка компрессоров для переработки вентиляционных газов, в составе которых имеются непрореагировавшие компоненты исходного сырья.
- НДТ 11. Использование потоков отработанных газов, содержащих горючие примеси, для генерации энергии (направление в печь для дожига).

В случае невозможности использования процессно-интегрированного метода или не достижения требуемых нормативов содержания загрязняющих веществ в отходящих газах используются методы «на конце трубы», направленные на снижение содержания характерных для конкретного технологического процесса загрязняющих веществ.

Для сокращения количества организованных источников необходимы системы сбора отработанных газов. Они установлены в основном:

- как системы сбора воздуха, направляющие несколько вентиляционных отверстий в центральную систему извлечения или очистки;
- для улавливания диффузных и / или неорганизованных выбросов вытяжными колпаками и направления их в блок очистки;
- как факельные системы, которые в основном устанавливаются для обеспечения безопасного удаления отходящих газов в чрезвычайных ситуациях.

Чтобы свести к минимуму скорость воздушного потока к блоку обработки, рекомендуется максимально загерметизировать источники выбросов с помощью перегородок, отделяющих источники выбросов от окружающей их среды. Это, однако, вызывает опасения, связанные с работоспособностью (доступ к оборудованию), безопасностью (избегая концентраций, слишком близких к нижнему пределу взрываемости) и санитарно-гигиеническими нормативами (когда требуется доступ оператора внутри корпуса). Корпус должен быть сконструирован таким образом, чтобы предотвратить утечку паров, обеспечивая достаточную скорость воздуха через отверстия (рекомендуется минимум 0,5 м/с). Общий расход воздуха должен быть достаточным, чтобы обеспечить разбавление паров до значения значительно ниже нижнего предела взрываемости (НПВ). В тех случаях, когда эта концентрация может быть превышена, требуется установка детектора НПВ внутри корпуса, включая соответствующее контрольное оборудование.

В большинстве случаев система извлечения или очистки выбросов должна быть установлена на существующих точечных выбросах или системах сбора воздуха. Перед определением общего расхода системы

очистки необходим критический обзор этих существующих систем. Этот обзор необходим по двум основным причинам:

- 1) Фактические скорости потока, доставляемые воздуходувками, могут значительно отличаться от расчетной скорости потока воздуходувки из-за перепадов давления на входе и выходе; нередко фактические скорости потока, составляющие менее 50% проектной производительности воздуходувки. Следовательно, обоснование расхода в системе очистки по сумме проектных скоростей нагнетания, подаваемых в блок извлечения или очистки, может привести к чрезмерным размерам оборудования. Поэтому рекомендуется измерение фактических расходов в существующих аналогичных блоках. В окончательной конструкции системы необходимо учесть изменение расхода, которое может быть вызвано установкой блока извлечения или очистки. В случае снижения скорости потока, следует также проверить последствия для безопасности.
- 2) Существующие вентиляционные отверстия или системы удаления дыма могли быть спроектированы без учета минимизации расхода. Небольшие корректировки конструкции могут привести к значительному сокращению расхода и, следовательно, значительной экономии затрат на обработку газов.

Для систем сбора ЛОС необходимо учитывать безопасность. Устройства, которые могут быть установлены для предотвращения воспламенения легковоспламеняющихся газо-кислородных смесей или сведения к минимуму его воздействия путем предотвращения взрывов, включают разрядники детонации, уплотнительные барабаны, водяные уплотнения.

2.4. Экономические соображения

Экономическая качественная и количественная информация, такая как затраты и выгоды, включая время амортизации, потенциальное повышение эффективности и качества производства, трудоемкость, а также время, которое планируется запланировать для реализации - все зависит от конкретного случая.

Принимая решение о выборе системы контроля отходящих газов, в первую очередь необходимо изучить причины выбросов и, исходя из этого - возможности

сокращения источников. Необходимо тщательное планирование оптимизации извлечения загрязняющих веществ и, соответственно, связанных с этим инвестиций и эксплуатационных расходов. Для обеспечения возможности восстановления или обработки необходимы системы сбора отработанного газа. В большинстве случаев может оказаться, что инвестиции, необходимые для сокращения выбросов в источнике, включая строительство систем сбора, ниже, чем для систем газоочистки, т.е. обработки «на конце трубы». Но в том случае, когда все возможности сокращения выбросов от источника исчерпаны, необходима дополнительная обработка «на конце трубы».

2.5. Данные о качественном и количественном воздействии на окружающую среду

Летучие органические соединения (ЛОС) включают широкую гамму органических соединений с различным воздействием на здоровье человека и окружающую среду. В общем случае, наиболее опасными считаются ароматические и галогеносодержащие органические вещества, ряд ЛОС обладает высокотоксичными, мутагенными и канцерогенными свойствами. ЛОС играют важную роль в образовании озона и мелких частиц в атмосфере - под воздействием солнечного света ЛОС вступают в реакцию с оксидами азота с образованием озона, что, в свою очередь, способствует образованию мелких частиц. Накопление озона, мелких частиц и других газообразных загрязнителей приводит к смогу. ЛОС дают вклад в повышение кислотности атмосферных осадков, истощение озонового слоя и глобальное потепление. Некоторые ЛОС обладают сильным неприятным запахом (например, альдегиды, амины, меркаптаны и другие серосодержащие соединения).

Особое внимание в законодательстве и в справочных документах НДТ уделено наиболее опасным веществам – предпочтение отдается их замене, или же должны быть приняты меры для исключения или минимизации выбросов этих вредных веществ. В законодательстве Европейского Союза детально обсуждаются следующие случаи:

- использование ЛОС (глава 2.5.1);
- операции по заполнению и опорожнению резервуаров (глава 2.5.2);
- конкретные процессы химической и

нефтехимической промышленности, указанные в справочных документах НДТ (глава 2.5.3).

Для других процессов нет столь четких требований и критериев при создании систем сбора отработанных газов. Принимаемое решение должно быть основано на оценке затрат и выгод, которая включает и экологическую оценку. Должны учитываться подробные данные об экологических характеристиках технологии при различных условиях процесса с учетом комплексного воздействия технологий на окружающую среду на все природные среды (воздух, вода, почва, климат), весь жизненный цикл объекта, технологию, а также перекрестные связи между различными технологиями или компонентами процесса. При этом должны приниматься во внимание следующие показатели: эффективность использования ресурсов, эффективность использования энергии, характеристика выбросов, выбросы парниковых газов. Но детализация принимаемого решения будет зависеть от конкретных обстоятельств.

2.5.1. Использование летучих органических растворителей

В Директиве о промышленных эмиссиях 2010/75/ЕС представлены конкретные требования относительно использования ЛОС в зависимости от их опасности.

• Замена опасных веществ (статья 58)

Вещества или смеси, которые из-за содержания в них ЛОС классифицированы как канцерогены, мутагены или репротоксичные (вредные для репродуктивного здоровья человека) в соответствии с Постановлением ЕС № 1272/2008¹⁶, должны иметь маркировку опасности H340 (может вызвать генетические дефекты), H350 (может вызвать рак), H350i (может вызвать рак при вдыхании), H360D (может нанести вред нерожденному ребенку) или H360F (может нанести ущерб плодородности) и должны быть заменены в кратчайшие сроки, насколько это возможно, менее вредными веществами или смесями.

• Контроль выбросов (статья 59-5)

ЛОС, которые должны иметь маркировку опасности H340, H350, H350i, H360D или H360F, или галогенированные ЛОС, которые должны иметь маркировку опасности H341 (предположительно

¹⁶Постановление ЕС о классификации, маркировке и упаковке веществ и смесей (Постановление CLP)

вызывает генетические дефекты) или H351 (предположительно вызывает рак) должны обрабатываться в замкнутых условиях, насколько это технически и экономически целесообразно для защиты здоровья населения и окружающей среды*, и их выбросы не должны превышать соответствующие предельные значения выбросов, указанные в части 4 приложения VII Директивы:

1. Для выбросов ЛОС, указанных в статье 58, где суммарный массовый расход классифицированных соединений превышает или равен 10 г/ч, должны соблюдаться предельное значение выбросов 2 мг/Нм³.
2. Для выбросов галогенированных ЛОС, которые классифицируются H341 или H351, где суммарный массовый расход больше или равен 100 г/ч, должно соблюдаться предельное значение выбросов 20 мг/Нм³.

В первой группе служит примером бензол (H340, H350). Раньше бензол широко использовался в качестве растворителя, но во многих случаях его заменяли более безопасные растворители (например, метилбензол или неароматические растворители). Во второй группе служит примером дихлорметан (H351).

* В части 2 приложения VII Директивы критерий замкнутой системы для определенных процессов дополнительно определяется предельным значением выбросов для неорганизованных выбросов (в процентах от расхода растворителя): очистка поверхности с использованием соединений, указанных в статье 59-5, от 1 до 5 тонн/год, неорганизованные выбросы не должны превышать 15% от расхода растворителя, а если количество растворителя составляет более 5 тонн/год, неорганизованные выбросы не должны превышать 10% от расхода растворителя.

В отношении менее опасных летучих растворителей в части 2 приложения VII Директивы о промышленных эмиссиях установлены предельные значения выбросов в зависимости от вида процесса и используемых годовых объемов растворителей. В статье 59-1а Директивы указано, что государства-члены ЕС должны принять необходимые меры для обеспечения того, чтобы каждая установка соответствовала следующему условию: выброс ЛОС из установок не должен

превышать предельные значения выбросов в отходящих газах и предельные значения неорганизованных выбросов, или предельные значения общего объема выбросов. С химической промышленностью связаны или могут быть связаны следующие процессы:

- Очистка поверхностей - при использовании соединений (не указанных в статье 59-5) в количестве более 2 тонн/год должно соблюдаться предельное значение выбросов 75 мгС/Нм³ (по общему углероду); неорганизованные выбросы при расходе растворителя от 2 до 10 тонн/год не должны превышать 20 % от расхода, а если количество растворителя составляет более 10 тонн, неорганизованные выбросы не должны превышать 15% от расхода растворителя. Установки, которые подтверждают, что среднее содержание органических растворителей во всех используемых чистящих материалах не превышает 30 %(масс.), не применяют эти предельные значения.
- Производство лакокрасочной смеси, лаков, красок и клеев - при расходе растворителя в количестве более 100 тонн/год должно соблюдаться предельное значение выбросов 150 мгС/Нм³ (по общему углероду). При расходе растворителя от 100 до 1000 тонн/год неорганизованные выбросы не должны превышать 5 % от расхода (предельное значение неорганизованного выброса не включает растворитель, продаваемый как часть смеси лакокрасочной покрытий в герметичном контейнере), также общее предельное значение выбросов ЛОС устанавливается на уровне 5%. Если количество растворителя составляет более 1000 тонн, неорганизованные выбросы не должны превышать 3 % от расхода растворителя (не включая растворитель, продаваемый как часть смеси лакокрасочной покрытий в герметичном контейнере), также общее предельное значение выбросов ЛОС устанавливается на уровне 3 %.
- Преобразование каучука (rubber conversion - любая деятельность по смешиванию, измельчению, смешиванию, каландрованию, экструзии и вулканизации натурального или синтетического каучука и любые вспомогательные операции по превращению натурального или синтетического каучука в готовый продукт) - при расходе растворителя в количестве более 15 тонн/год должно соблюдаться предельное значение выбросов 20 мгС/Нм³

(по общему углероду), но если используются методы, позволяющие повторно использовать извлеченный растворитель, предельное значение выбросов в отходящих газах составляет 150 мгС/Нм³. Устанавливается и предельное значение неорганизованных выбросов 25 % от расхода растворителя (не включая растворитель, продаваемый как часть в герметичном контейнере), также общее предельное значение выбросов ЛОС является 25%.

- Производство фармацевтической продукции - при расходе растворителя от 50 тонн/год должно соблюдаться предельное значение выбросов 20 мгС/Нм³ (по общему углероду), но если используются методы, позволяющие повторно использовать извлеченный растворитель, предельное значение выбросов в отходящих газах составляет 150 мгС/Нм³. Устанавливается и предельное значение неорганизованных выбросов и общее предельное значение выбросов ЛОС. При этом различают новые и существующие установки: соответственно 5% и 15% от расхода растворителя (при предельном значении неорганизованных выбросов - не включая растворитель, продаваемый как часть продукта в герметичном контейнере).

В статье 59-2 Директивы указана возможность обоснованного отступления от требований соблюдать предельное значение выбросов для неорганизованных выбросов - если оператор демонстрирует компетентному органу, что для отдельной установки это технически и экономически нецелесообразно - орган, ответственный за выдачу экологического разрешения, может разрешить выбросы, превышающие предельные значения, при условии, что не следует ожидать значительных рисков для здоровья человека или окружающей среды, и оператор демонстрирует, что применяются НДТ.

В части 6 приложения VII Директивы о промышленных эмиссиях установлены требование к мониторингу выбросов ЛОС для деятельности с использованием летучих органических растворителей. Источники, оснащенные газоочистным оборудованием для сокращения выбросов, и которые в конечной точке выброса выделяют в среднем более 10 кг/ч общего органического углерода, должны контролироваться на соответствие непрерывными измерениями. В других

случаях государства-члены ЕС должны обеспечить проведение либо непрерывных, либо периодических измерений. Для периодических измерений во время каждого замера должны быть получены по крайней мере три значения. Измерения не требуются в том случае, когда оборудование для сокращения выбросов ЛОС «на конце трубы» для соответствия этой Директиве не требуется.

2.5.2. Хранение. Операции по заполнению и опорожнению резервуаров

В главе 1.3 была сделана ссылка на Директиву 94/63/ЕС, которая направлена на предотвращение выбросов ЛОС при хранении бензина на терминалах и его последующее распределение к заправочным станциям. Директива содержит меры, которые терминалы должны использовать при хранении и загрузке на автоцистерны нефтепродуктов, имеющих давление пара по Рейду 27,6 кПа или более. Резервуары с неподвижной крышей должны быть оборудованы с устройством для улавливания паров, а в терминалах с пропускной способностью менее 25 000 тонн/год это устройство можно заменить сборным резервуаром для паров. Это означает, что требуется сокращение количества организованных источников. Довольно часто устройства для улавливания паров применяются и для резервуаров с плавающей крышей.

Аналогичный подход предусмотрен в BREF по сокращению выбросов при хранении и складировании¹⁷, принимаемые меры зависят от свойств жидкостей, которые хранятся в резервуарах. НДТ в главе 5.1.1.2 BREF указывает:

- Для хранения летучих веществ, которые являются токсичными, очень токсичными или канцерогенными, мутагенными и репротоксичными веществами категорий 1 и 2, в резервуаре с неподвижной крышей или в атмосферном горизонтальном резервуаре, подземных или насыпных резервуарах, должна применяться установка для обработки паров.
- Для хранения других веществ необходимо применять установку для обработки паров или установить внутреннюю плавающую крышу. В Германии (и в России согласно ИТС 46-2017) условием применения является давление пара 1,3 кПа (при 20°C) и объем резервуара составляет не менее 300 м³.
- Выбор технологии обработки паров

¹⁷European Commission. Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage. July 2006

Таблица 1-3 Примеры процессов с установленными удельными значениями выбросов (BREF «Крупнотоннажные производства органических веществ»)

№	Технология сокращения	Удельные значения выбросов
НДТ 45. Производство формальдегида	НДТ является направление потоков отработанного газа либо на сжигание, либо на каталитическое окисление с рекуперацией энергии, либо на термическое окисление с рекуперацией энергии. Нижний предел удельного значения выбросов TVOC достигается при использовании термического окисления в процессах с серебром.	TVOC: 5-30 мг/Нм ³ * Формальдегид: 2-5 мг/Нм ³ *
НДТ 51. Производство окиси этилена (ЭО) и гликолей	Для снижения эмиссий органических соединений при десорбции CO ₂ из промывочной среды, используемой на установке ЭО, НДТ заключается в использование комбинацию методов, приведенных ниже: а. поэтапная десорбция CO ₂ (процессно-интегрированный метод). б. каталитическое окисление. с. термическое окисление. Эмиссия метана может быть вычтена из удельного значения, если мониторинг метана проводится в соответствии со стандартами EN ISO 25140 или EN ISO 25139.	TVOC (десорбция CO ₂ из промывочной среды): 1–10 г/т произведенного ЭО (определяется как сумма ЭО для продажи и для производства гликолей), как среднее значение за год
НДТ 56-57. Производство фенола - установка окисления кумола	НДТ 56. Для доизвлечения сырья и снижения нагрузки по органическим веществам, направляемой от окисления кумола на финальную очистку отходящих газов, НДТ заключается в использовании комбинацию методов, приведенных ниже: а. методы снижения уноса жидкости (процессно-интегрированный метод); б. конденсация; с. адсорбция (регенеративная). НДТ 57. Для снижения выбросов органических соединений в воздух НДТ заключается в использование регенеративного термического окисления отработанного газа из установки окисления кумола.	Бензол: < 1 мг/Нм ³ * (применяется, если выброс превышает 1 г/ч) TVOC: 5-30 мг/Нм ³ *

основан на таких критериях, как стоимость, токсичность продукта, эффективность сокращения выбросов, количество выбросов в атмосферу, возможность извлечения продукта или энергии, и должен определяться в каждом конкретном случае отдельно.

Для нефтеперерабатывающих заводов в ВАТС «Нефте- и газоперерабатывающие предприятия»¹⁸ НДТ 52 предусматривает, что

все операции по заполнению и опорожнению резервуаров, где годовые объемы превышают 5 000 м³, используют одну или сочетание нескольких технологий извлечения пара (конденсация, абсорбция, адсорбция, мембранное разделение, гибридные системы), обеспечивающих эффективность не менее 95 %. Установлены предельные значения выбросов для следующих загрязняющих веществ: неметановые ЛОС (NMVOC):

- 0,15-10 г/Нм³ (значения в нижней

¹⁸Commission Implementing Decision of 9 October 2014 establishing Best Available Techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the refining of mineral oil and gas (notified under document C(2014) 7155)

* среднесуточное или среднее значение за период отбора проб, без поправки на содержание кислорода

Таблица 1-4 Примеры неокислительных методов извлечения/сокращения ЛОС

Метод	Применимость	Перекрёстные связи
Методы извлечения		
Конденсация ЛОС из реакторов и процессов дистилляции	Рециркуляция и снижение нагрузки ЛОС в источнике перед смешением с другими потоками газов	-
Методы извлечения/сокращения		
Конденсация	Как правило, имеет низкие капитальные затраты и низкие эксплуатационные расходы	Потребность в энергии
Криогенная конденсация	<ul style="list-style-type: none"> Ограниченная скорость потока (<1000 м³/ч) Ограничения в случае содержания воды в потоке 	Высокая потребность в энергии
Скрубберы мокрой очистки	<ul style="list-style-type: none"> Не применимо для галогенированных ЛОС Ограниченная применимость для полярных ЛОС 	С водными средами, перенос загрязняющих веществ в сточные воды
Адсорбция	<ul style="list-style-type: none"> Доказанная технология с использованием сухих однокомпонентных воздушных потоков Ограниченная применимость с влажным потоком и соединениями с более высокой молекулярной массой 	<ul style="list-style-type: none"> Если пар используется для регенерации, перенос загрязняющих веществ в сточные воды Отработанный активированный уголь должен быть утилизирован
Методы сокращения		
Биофильтрация	Применимо и для контроля запаха	Эффективность зависит от биоразлагаемости конкретного ЛОС

части диапазона достигается с помощью двухступенчатых гибридных систем; верхнее значение достигается с помощью одностадийной адсорбции или мембранной системы);

• бензол: < 1 мг/Нм³ (мониторинг бензола может не потребоваться, если выбросы NMVOC находятся в нижней части диапазона).

2.5.3. Примеры в химической и нефтехимической промышленности

Для некоторых производств в химической и нефтехимической промышленности в справочных документах НДТ «Крупнотоннажные производства органических веществ»¹⁹ приведены количественные экологические показатели - удельные

значения выбросов (Таблица 1-3). Можно интерпретировать, что для этих производств (также для процессов, указанных в главах 2.5.1 и 2.5.2), оценка затрат и выгод проведена «централизованно» при разработке BREF - совмещение процессно-интегрированных методов и мер «конца трубы», с помощью сокращения количества организованных источников выбросов, привело к диапазону удельных значений выбросов, которые отражают НДТ для этого конкретного процесса.

Если заданы удельные значения выбросов, они должны сопровождаться условиями мониторинга выбросов в атмосферу. Мониторинг выбросов должен отражать режим работы производственных процессов, а также учитывать отдельные вещества, особенно

¹⁹Commission Implementing Decision of 21 November 2017 establishing Best Available Techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the production of large volume organic chemicals (notified under document C(2017) 7469).

если выбрасываются вещества с высоким экотоксикологическим потенциалом. Для всех загрязняющих веществ, рассмотренных в **Таблице 1-3**, минимальная частота мониторинга составляет 1 раз в месяц, если они присутствуют в процессах производства согласно инвентаризации выбросов (НДТ 2 BREF «Крупнотоннажные производства органических веществ»).

2.6. Оценка затрат и выгод для управления и обработки потоков эмиссии

Если в законодательстве или в справочных документах НДТ отсутствуют критерии для применения систем сбора отработанных газов и/или сокращения выбросов ЛОС, решение должно быть основано на оценке затрат и выгод. Составляющими этой оценки являются технологические соображения, экономические соображения и экологическая оценка. Эти детали и результат оценки зависят от конкретной ситуации, в данных технических рекомендациях дается общая схема принятия решения.

Общая схема для улучшения положения существующих установок кратко описано на основе мер НДТ главы 5.2 «Управления и обработки потоков эмиссии» в BREF «Производство продукции тонкого органического синтеза» (OFC BREF).

Управление и обработка широкого спектра неизбежных потоков отходов являются важнейшими задачами на многоцелевом заводе тонкого органического синтеза. Тем не менее, в качестве альтернативы инвестициям в методы извлечения / сокращения количества загрязняющих веществ, модернизация процесса всегда должна оцениваться как вариант для предотвращения или минимизации объемов или нагрузок потоков эмиссии, создание замкнутых циклов и применения других методов для предотвращения и минимизации воздействия на окружающую среду (то есть, которые были описаны в главе 5.1 BREF, а также в предыдущих главах данной публикации).

1) Основой для разработки приоритетов стратегий улучшения являются расчет массовых балансов, в том числе для ЛОС, и анализ состава и свойств технологических потоков из разных процессов и действий (**НДТ 5.2.1**).

2) Выбор методов извлечения/сокращения выбросов ЛОС является важнейшей задачей. Поскольку объемные потоки из разных

процессов/действий сильно различаются, ключевыми параметрами для выбора методов являются средние массовые потоки из точечных источников выбросов [кг/час]. В качестве системы извлечения/сокращения выбросов для всего объекта, отдельного производственного здания или отдельного процесса может применяться один метод извлечения/сокращения или комбинация различных методов. Это зависит от конкретной ситуации и влияет на количество точечных источников (**НДТ 5.2.3.1**).

3) Применение неокислительных методов извлечения/сокращения ЛОС. Неокислительные методы работают эффективно после минимизации объема потоков (т.е. избегая разбавления потоков избыточным воздухом путем внедрения **НДТ 5.1.2.4**). Примеры неокислительных методов извлечения/сокращения ЛОС приведены в **Таблице 1-4**.

В отдельных случаях применение одного из основных методов извлечения/сокращения выбросов ЛОС может привести к неудовлетворительным ситуациям. Основная причина заключается в том, что потоки отходящих газов периодического производства не происходят ни непрерывно, ни регулярно, а также различаются в отношении загрязнителей, объемного расхода, концентрации и загрузки, особенно на многоцелевых установках. Модульная очистка отходящих газов с выравниванием входных данных в системах улавливания / снижения выбросов может намного лучше отражать режим работы многоцелевой установки. Базовый набор методов включает:

- Скрубберы мокрой очистки для удаления неорганических веществ, или с другими средами для удаления полярных органических соединений.
- Конденсаторы при соответствующих температурах.
- Адсорбция активированным углем.

Использование неокислительных методов извлечения/сокращения выбросов ЛОС может привести к выбросам органического углерода в диапазоне 0,1 кг/час и ≤ 20 мг/м³ (**НДТ 5.2.3.1.2**).

4) Испытанными и надежными методами с наивысшей эффективностью для снижения выбросов ЛОС являются термическое окисление / сжигание и каталитическое окисление, но они демонстрируют значительный перекрестный эффект. Их

следует выбирать, если выполняется хотя бы один критерий:

- выбрасываемые газы содержат очень токсичные, канцерогенные, мутагенные или репротоксичные вещества;
- автотермический процесс возможен;
- на производстве возможно общее снижение энергопотребления.

При прямом сравнении указанных методов каталитического окисления потребляет меньше энергии и создает меньше выбросов NOx и, следовательно, является предпочтительным при технической возможности. Термическое окисление выгодно, когда вспомогательное топливо может быть заменено органическими жидкими отходами (например, отработанные растворители, которые технически/экономически доступны на месте и не подлежат восстановлению), или когда автотермический процесс может поддерживаться за счет отдувки органических соединений из сточных вод.

Оба метода могут быть использованы для снижения эмиссий запаха.

Сокращения ЛОС путем термического окисления / сжигания или каталитического окисления может привести к выбросам органического углерода в диапазоне < 0,05 кг/ч и ≤ 5 мг/м³ (НДТ 5.2.3.1.3).

Пример

Во время аудита химического предприятия было установлено, что на производстве эфиров имеется множество отдельных источников выбросов - более 60. Суммарные выбросы составляли: 9,1 т/год различных растворителей, 8,6 т/год органических кислот, 9,7 т/год эфиров органических кислот. Почти половина (45 %) этих выбросов была обусловлена неплотностями / негерметичностью трубопроводов и технологического оборудования (6 источников), причем 44 % выбросов происходило от 2-х резервуаров-приемников. Во время посещения участка производства концентрация различных загрязняющих веществ на территории была раздражающей/слезоточивой для глаз.

При анализе ситуации было необходимо дать ответы на следующие вопросы (ответы даны в контексте нормативных документов ЕС):

1. Имеющийся объем/масса выбросов соответствует уровню, указывающему на необходимость сокращения?

Не существует требований сокращения выбросов, основанных исключительно на объемах выбросов. Единственным указанием является Постановление Е-PRTR²⁰, в котором указывается, что установки, выбрасывающие ежегодно более 100 тонн ЛОС, указываются в Европейском реестре выбросов и переноса загрязнителей (цель создания Реестра - содействие предотвращению и снижению загрязнения окружающей среды путем публикации данных о значительных выбросах).

В законодательстве можно найти критерии существенности по количеству используемых растворителей:

- комплексное экологическое разрешение требуется, если использование органических растворителей превышает 200 тонн/год или более 150 кг/час;
- в части 2 приложения VII Директивы о промышленных эмиссиях пороговые годовые объемы растворителей (см. гл. 2.5.1 данных Технических рекомендаций) установлены для процессов в химической промышленности от 15 до 100 т/год. В этом контексте выброс 9 т/год растворителей / 27 т/год ЛОС не является критическим.

2. Имеются ли в составе выбросов очень токсичные вещества?

Таких веществ нет. Но есть вещества, которые классифицируются как сильные раздражители.

3. Целесообразно ли установить оборудование для снижения выбросов на этом заводе?

На данном предприятии имеется множество неконтролируемых источников выбросов, которые обусловлены неплотностями/негерметичностями трубопроводов и технологического оборудования. Для снижения выбросов необходима существенная модернизация завода. Основываясь на обзоре процесса принятия решений представленном выше, кажется, что у нас слишком мало данных для оценки осуществимости, а также необходимости. Прежде чем принимать решение, необходимо знать, какова продолжительность раздражающих событий, как часто они происходят? И на основании этих данных необходимо оценить, являются ли источники выбросов в основных производственных единицах реальной причиной воздействия.

²⁰Постановление (ЕС) № 166/2006 Европейского парламента и Совета от 18 января 2006 года, касающееся создания Европейского реестра выбросов и переноса загрязнителей и внесения поправок в директивы Совета 91/689/ЕЕС и 96/61/ЕС

3. Выводы

Основным принципом сокращения выбросов является создание общей структуры для контроля за производственной деятельностью, отдавая приоритет управлению производственным процессом и контролю источников загрязнения. Контроль отдельных источников выбросов является эффективным в том случае, когда количество источников невелико. Невозможно поместить системы газоочистки и датчики контроля в каждый из многочисленных источников, но при правильном проектировании производственного процесса (и предприятия в целом) источники можно объединять и, следовательно, можно эффективно контролировать выбросы из них.

Главный вопрос, на который нужно ответить с точки зрения НДТ: как можно управлять сложным производством и

управлять его потребностями при поставках ресурсов и удалении газов, сточных вод и отходов с минимальным воздействием на окружающую среду в целом, с самой высокой экономической эффективностью и без потери качества продукции? Если в законодательстве или в справочных документах НДТ отсутствуют критерии для применения систем сбора отработанных газов и/или сокращения выбросов ЛОС, решение должно быть основано на оценке затрат и выгод.

Детали и результат оценки будут зависеть от конкретной ситуации, в данных Технических рекомендациях представлена общая схема принятия решения на основе мероприятий по НДТ главы 5.2 «Управления и обработки потоков эмиссии» в BREF «Производство продукции тонкого органического синтеза» (OFC BREF).

4. Источники информации

Российские Информационно-технические справочники по НДТ

«Производство основных органических веществ» ИТС 18-2016

«Производство продукции тонкого органического синтеза» ИТС 31-2017

«Производство полимеров, в том числе биоразлагаемых» ИТС 32-2017

«Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)» ИТС 46-2017

«Системы обращения (обработки) со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности» ИТС 47-2017

Источники НДТ в ЕС

European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals. August 2006 (OFC BREF)

European Commission. JRC Science and Policy Reports. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas. 2015 (REF BREF)


European Commission. JRC Science for Policy Report. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment /Management Systems in the Chemical Sector. 2016 (CWW BREF)

European Commission. JRC Science for Policy Report. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals. 2017 (LVOC BREF)

European Commission. Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage. July 2006. (EFS BREF)

Commission Implementing Decision of 9 October 2014 establishing Best Available Techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the refining of mineral oil and gas (notified under document C(2014) 7155).

Commission Implementing Decision of 9 October 2014 establishing Best Available Techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the refining of mineral oil and gas (notified under document C(2014) 7155)



Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Немецкое общество по международному сотрудничеству (ГИЦ) ГмбХ

Московское представительство
119435, Москва, ул. Малая Пироговская, дом 5, офис 25
Тел.: +7 495 795 08 39
+7 495 795 08 40
www.giz.de

Проект: «Климатически нейтральная
хозяйственная деятельность: внедрение НДТ
в Российской Федерации»
www.good-climate.com