

Решения, рассматриваемые при выборе наилучших доступных методов для сжигания топлива

Содержание

1. Решения, рассматриваемые при выборе наилучших доступных методов для сжигания газообразного топлива	2
1.1. Методы обращения и транспортировки газообразного топлива и жидких добавок	3
1.2. Методы повышения эффективности работы котлов и турбин на газообразном топливе	4
1.3. Методы предотвращения и контроля выбросов NO_x и CO	6
1.4. Методы предотвращения и контроля загрязнения вод	9
1.5. Методы, рассматриваемые при выборе НДМ для прибрежных установок	10
2. Наилучшие доступные методы для сжигания газообразных топлив	12
2.1. Обращение с газообразным топливом и добавками и их транспортировка	13
2.2. Тепловая эффективность газовых топливосжигающих установок	13
2.3. Выбросы пыли и SO_2 от газовых топливосжигающих установок	16
2.4. Выбросы NO_x и CO от газовых топливосжигающих установок	17
2.5.1. Загрязнение вод	21
2.5.2. Отходы горения	21
3. Решения, рассматриваемые при определении наилучших доступных методов для сжигания каменного и бурого углей	22
3.1. Технические решения в области разгрузки, хранения и транспортировки топлива	23
3.2. Технические решения в области подготовки топлива	25
3.3. Технические решения, направленные на повышение КПД и степени использования топлива	27
3.4. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов пыли и тяжелых металлов, связанных с твердыми частицами	30
3.5. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов SO_2	32
3.6. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов NO_x и N_2O	35
3.7. Технические решения для предотвращения и снижения загрязнения водных объектов	38
4. Наилучшие доступные методы сжигания каменных и бурых углей	40
4.1. Разгрузка, хранение и перемещение топлива и добавок	41
4.2. Предварительная обработка топлива	42
4.3. Сжигание	42
4.4. Тепловая эффективность	42
4.5. Пыль	44
4.6. Тяжелые металлы	46
4.7. Выбросы SO_2	46
4.8. Выбросы NO_x	49
4.9. Моноксид углерода (CO)	52
4.10. Фтористый водород (HF) и хлористый водород (HCl)	53
4.11. Аммиак (NH_3)	53
4.12. Загрязнение вод	53
4.13. Топливные отходы	55

1. Решения, рассматриваемые при выборе наилучших доступных методов для сжигания газообразного топлива

В этом разделе рассматриваются методы, которые применяются при определении наилучших доступных методов (НДМ) для предотвращения или уменьшения выбросов от сжигания газообразных видов топлива и увеличения тепловой эффективности. Все они в настоящее время экономически возможны. В данном материале они описаны в общих чертах, но детальные описания для большинства методов представлены в главе 3 Справочника¹, а для некоторых методов в разделе 7.2 Справочника подробно описаны примеры их экологической эффективности при реальном применении в практике. В принципе, методы, описанные в главе 3, относятся в большей степени к сжиганию газообразного топлива и также должны быть рассмотрены как методы, рассматриваемые при выборе наилучших доступных методов.

¹ Справочник по наилучшим доступным методам в производстве энергии при сжигании топлива, по главе 7 которого подготовлен данный материал.

1.1. Методы обращения и транспортировки газообразного топлива и жидких добавок

Таблица 1.1.1. Методы обращения и транспортировки газообразного топлива и жидких добавок

Метод	Экологический эффект	Применимость		Эксплуатационный опыт	Эффект для других сред	Экономический эффект	Примечания
		на новом предприятии	модернизация существующего оборудования				
Использование турбин для утилизации внутренней энергии давления газа, подвдимого по газопроводам	более эффективное использование энергии	возможно	возможно	высокий	отсутствует	нет данных	
Предварительный нагрев горючего газа за счет тепла отходящих газов							
Регулярные проверки газоперекачивающего оборудования и трубопроводов	снижение риска возникновения пожара						
Гидроизоляция поверхности с дренажной системой (с маслотовушками для предотвращения загрязнения воды и почвы, вызванного разливом нефти)	предотвращение загрязнения почвы и подземных вод	возможно	возможно	высокий	отсутствует	затраты на очистку сточных вод	собранные дренажные воды должны очищаться в системах прудов-отстойников
При применении реакции селективного катализа хранение аммиака в виде его водного раствора	более высокая степень безопасности	возможно	возможно	высокий	меньше риск по сравнению с хранением в сжиженном виде	нет данных	

1.2. Методы повышения эффективности работы котлов и турбин на газообразном топливе

Таблица 1.2.1. Методы повышения эффективности работы котлов и турбин, работающих на газообразном топливе

Метод	Экологический эффект	Применимость		Эксплуатационный опыт	Эффект для других сред	Экономический эффект	Примечания
		на новом предприятии	модернизация существующего оборудования				
Процесс сжигания топлива							
Когенерация тепла и электроэнергии	повышение эффективности использования топлива	возможно	ограниченно	высокий			
Предварительный нагрев горючего газа за счет тепла отходящих газов	более эффективное использование энергии	возможно	возможно	высокий	отсутствует	нет данных	
Использование новых материалов для достижения более высоких рабочих температур и, тем самым, повышения эффективности паровых турбин	повышение эффективности	возможно	невозможно	апробируется на новых предприятиях	отсутствует	нет данных	использование новых материалов делает возможным использование более высоких температур и давлений
Промежуточный перегрев пара	повышение эффективности	возможно	очень сильно ограничено	апробируется в основном на новых предприятиях	отсутствует	нет данных	
Регенеративный нагрев питательной воды	повышение эффективности	возможно	невозможно		отсутствует	нет данных	
Усовершенствованный компьютерный контроль за условиями горения и состоянием котла	повышение эффективности	возможно	ограничено	высокий	отсутствует	нет данных	
Аккумуляция тепла (хранение тепла)		возможно	возможно			нет данных	увеличение объема энергии, производимой когенерационной установкой

Предварительный нагрев воздуха горения	увеличение эффективности	возможно	возможно	высокий	высокий уровень	нет данных	если воздух нагревать до температуры выше 150 ⁰ С, выброс NO _x увеличивается
Газовые турбины							
Использование новых компьютеризированных систем контроля для газовых турбин и котлов-утилизаторов	увеличение эффективности котла	возможно	возможно	высокий	отсутствует	зависит от предприятия	
Использование новых материалов для достижения более высоких рабочих температур и давления и, тем самым, повышения эффективности работы турбин	увеличение эффективности	возможно	не возможно	апробируется на новых предприятиях	отсутствует	нет данных	Использование новых материалов делает возможным использование более высоких температур и давлений

1.3. Методы предотвращения и контроля выбросов NO_x и CO

Таблица 1.3.1. Методы предотвращения и контроля выбросов NO_x и CO

Метод	Экологический эффект	Применимость		Эксплуатационный опыт	Эффект для других сред	Экономический эффект	Примечания
		на новом предприятии	модернизация существующего оборудования				
Газовый котел							
Низкие избытки воздуха	снижение выбросов NO _x и CO, повышение эффективности	возможно	возможно	высокий		зависит от предприятия	
Рециркуляция дымовых газов	снижение выбросов NO _x	возможно	возможно	высокий		зависит от предприятия	
Горелка со сниженным выбросом NO _x для газовых котлов	снижение выбросов NO _x	возможно	возможно	высокий			наиболее старые предприятия могут столкнуться с проблемой в отношении длины факела современных низкоэмиссионных горелок
Селективная каталитическая очистка	снижение выбросов NO _x	возможно	возможно	высокий	проскок аммиака	зависит от предприятия	
Газовые турбины							
Впрыск пара	снижение выбросов NO _x	—	возможно	высокий			
Впрыск воды	снижение выбросов NO _x	—	возможно	высокий		таблица 7.2 Справочника	
Камера предварительного смешения с пониженным выбросом NO _x	снижение выбросов NO _x	стандартное	в зависимости от газовой турбины	высокий		таблица 7.2 Справочника	На сегодняшний день почти все новые промышленные газовые турбины оборудованы системами снижения выброса NO _x . В случаях, когда возможна реконструкция

							старых турбин, затраты могут быть очень высоки и составлять до 50% затрат на новую турбину
Селективная каталитическая очистка	снижение выбросов NO_x	возможно	возможно	высокий	проскок аммиака	таблица 7.2 Справочника	зависит от конкретной ситуации
Каталитическое окисление CO	снижение выбросов CO (перевод в форму CO_2)	возможно	возможно	высокий			зависит от конкретной ситуации
Процесс снижения выброса NO_x для газовых турбин (SCONOX)	снижение выбросов NO_x , CO, летучих органических соединений, не содержащих метан	возможно	возможно	низкий	без проскока аммиака	таблица 7.2 Справочника	очень низкая концентрация NO_x , вплоть до 4 мг/Нм ³
Каталитическое сжигание	снижение выбросов NO_x	возможно	—	нет	без проскока аммиака	таблица 7.2 Справочника	Многообещающая технология каталитического сжигания только начинает внедряться в коммерческих проектах в США. Информация, представленная производителями не полностью основывается на практических испытаниях. Наблюдаются очень низкие выбросы NO_x , до 5-6 мг/Нм ³ .

Таблица 1.3.2. Методы предотвращения и контроля выбросов NO_x и CO

Метод	Экологический эффект	Применимость		Эксплуатационный опыт	Эффект для других сред	Экономический эффект	Примечания
		на новом предприятии	модернизация существующего оборудования				
Стационарные газовые двигатели							
Селективная каталитическая очистка	снижение выбросов NO _x	возможно	возможно	высокий	проскок аммиака	таблица 7.2 Справочника	
Концепция сжигания обедненной смеси	снижение выбросов NO _x	возможно	невозможно	высокий			Двигатели с искровым зажиганием на обедненной смеси и двухтопливные газовые двигатели часто оснащены окислительным катализатором, в основном, для удаления СО. Выброс летучих органических соединений от таких двигателей зависит от состава природного газа.

1.4. Методы предотвращения и контроля загрязнения вод

Таблица 1.4.1. Методы предотвращения и контроля загрязнения вод

Метод	Экологический эффект	Применимость		Эксплуатационный опыт	Эффект для других сред	Экономический эффект	Примечания
		на новом предприятии	смена существующей технологии				
Регенерация ионообменных фильтров ХВО и БОУ							
Нейтрализация и отстаивание	сокращение сбросов сточных вод	возможно	возможно	высокий	шлам, нуждающийся в осушении перед захоронением	зависит от предприятия	
Предварительная очистка							
Нейтрализация		только в случае щелочной среды		высокий		зависит от предприятия	
Обмывка котлов, газовых турбин, воздушных подогревателей и электрофильтров							
Нейтрализация и замкнутый водооборотный цикл, или замещение методом сухой очистки там, где это технически возможно	сокращение сбросов сточных вод	возможно	возможно	высокий		зависит от предприятия	
Ливневые стоки							
Отстаивание или химическая очистка и повторное использование на предприятии	сокращение сбросов сточных вод	возможно	возможно	высокий		зависит от предприятия	

1.5. Методы, рассматриваемые при выборе НДМ для прибрежных установок

Таблица 1.5.1. Методы, рассматриваемые при выборе НДМ для прибрежных установок

Метод	Экологический эффект	Применимость		Эксплуатационный опыт	Эффект для других сред	Экономический эффект	примечания
		на новом предприятии	модернизация существующего оборудования				
Когенерация тепла и энергии	повышение эффективности	возможно	ограничено	ограничено			Одновременное производство тепла и энергии подходит для установок, расположенных на прибрежных платформах, но должно быть достаточно пространства и необходимо принять во внимание дополнительный вес
Интеграция мощностей от нескольких площадок или платформ	лучшее использование энергогенерирующего оборудования и, в результате, сокращение выбросов	Очень сильно зависит от места размещения прибрежной платформы и нефтяной вышки		ограничено		Высокие инвестиционные затраты	более подробная информация представлена в примере 7.2.4.2 Справочника
Оптимизация энергопотребления оборудования	уменьшение потребления энергии означает уменьшение выбросов	возможно	возможно	высокий			
Параметрическое моделирование	оптимизация работы турбины и, следовательно, сокращение выбросов	возможно	возможно	высокий			
Впрыск пара	снижение выбросов NO _x	возможно	возможно				Вода должна соответствовать по качеству, по крайней мере, воде для подпитки котла высокого давления. Такие качество и количество обычно труднодоступны на прибрежных сооружениях
Впрыск воды	снижение выбросов NO _x	возможно	возможно				

Газовая турбина с пониженным выбросом NO _x	снижение выбросов NO _x	возможно	возможно				
Параметрическая система мониторинга выбросов	совершенствование системы мониторинга выбросов	возможно	возможно	высокий			
Камера предварительного смешения с пониженным выбросом NO _x	снижение выбросов NO _x	стандартный метод для новых газовых турбин	возможно, доступно в качестве проекта модернизации, но не для всех типов турбин	Камера сухого сжигания со сниженным выбросом NO _x до сих пор не применяется достаточно часто на газовых турбинах, установленных на прибрежных платформах			Камеры предварительного смешения с пониженным выбросом NO _x чаще находят себе применение в стационарных двигателях. Это происходит из-за того, что 44% энергогенерирующих газовых турбин, установленных на морских платформах, работают на двух видах топлива. Турбины с предварительным смесеобразованием на жидком топливе еще недостаточно апробированы и поэтому пока неприменимы.
Концепция сжигания обедненной смеси	снижение выбросов NO _x	возможно	невозможно	высокий			
Селективная каталитическая очистка	снижение выбросов NO _x				проскок аммиака	зависит от предприятия	В настоящее время из-за веса и габаритов такой системы, а также проблем, связанных со здоровьем и безопасностью, возникающих в связи с хранением и транспортировкой аммиака на прибрежных платформах, этот метод еще не применялся и не признан применимым в отношении прибрежных установок сжигания
Цикл Ченга с впрыском пара	одновременное снижение выбросов NO _x и увеличение эффективности	возможно					

2. Наилучшие доступные методы для сжигания газообразных топлив

Представленные в этом документе методы и связанные с ними выбросы и/или уровни потребления, или диапазоны уровней были идентифицированы через поэтапный процесс, включающий следующие шаги:

- идентификация ключевых экологических проблем энергетического сектора: выбросы в атмосферу и сбросы, термический к.п.д. и отходы процесса сжигания;
- изучение методов, наилучших для решения этих ключевых проблем;
- идентификация лучших уровней экологической результативности на основе доступных данных в Европейском Союзе и во всем мире;
- изучение условий, при которых эти уровни результативности были достигнуты, таких как затраты, местные условия, главные побуждающие мотивы при внедрении этого метода;
- выбор наилучших доступных методов (НДМ) и связанных с ними выбросов и/или уровней потребления для этого сектора в общем смысле согласно Статье 2 (ЕЕА (1999) “Greenhouse Gases and Climate Change”) и Приложению IV Директивы.

В каждом из этих шагов и в выборе формы, в которой информация представлена, ключевую роль сыграли результаты обсуждения европейским Бюро IPPC и соответствующей Технической Рабочей Группой.

На основе полученной оценки в этой главе представлены методы, и, насколько возможно, выбросы и уровни потребления, связанные с использованием НДМ, которые считаются соответствующими для отрасли в целом, и во многих случаях отражают текущую результативность некоторых установок. Когда говорится, что уровни выбросов или потребления «связаны с наилучшими доступными методами», это следует понимать так, что эти уровни представляют экологическую результативность, которая может быть достигнута при применении описанных методов в этой отрасли промышленности, имея в виду баланс стоимости и преимуществ НДМ. Однако значения ни уровней выбросов, ни уровней потребления не следует понимать так же. В некоторых случаях может быть технически возможным достижение лучших уровней выбросов или потребления, но из-за экономических или других соображений они не могут рассматриваться как приемлемые в качестве НДМ для энергетики в целом. Однако эти же уровни могут рассматриваться как оправданные в других конкретных случаях, когда существуют особенные побуждающие мотивы.

Описанное выше понятие «уровней, связанных с использованием НДМ» нужно отличать от термина «достижимый уровень», также используемого в этом документе. Там, где уровень описан как «достижимый» для определенного метода или комбинации методов, это означает, что этот уровень может быть достигнут за достаточный период времени при правильном обслуживании установки, использующей эти методы.

Где это было доступно, вместе с описанием методов, представленных в предыдущей главе, приведены данные по затратам. Они дают грубую оценку величины затрат. Фактическая стоимость применения метода будет сильно зависеть от местных условий, например, налогов, стоимости рабочей силы, технических характеристик установки. Учесть в этом документе такие местные условия полностью невозможно. При отсутствии данных относительно затрат

заключения по экономической жизнеспособности методов приняты из данных по существующим установкам.

Главное предназначение этой главы по НДМ — стать опорной точкой для оценки эффективности существующей установки или предложений по новой установке. Предполагается, что новые сооружения могут быть разработаны так, чтобы соответствовать или превосходить общие уровни НДМ, представленные здесь. Также предполагается, что существующие сооружения могут двигаться к общим уровням НДМ или добиваться большего успеха, учитывая в то же время техническую и экономическую применимость методов в каждом конкретном случае.

В то время как BREF не устанавливает юридически обязательные стандарты, он предназначен, чтобы дать информацию руководителям промышленности государств-членов ЕС и общественности о достижимом уровне выбросов и потребления при использовании указанных методов. Соответствующие значения уровней для любого конкретного случая будут нуждаться в дополнительном исследовании, принимая во внимание цели Директивы IPPC и местные условия.

2.1. Обращение с газообразным топливом и добавками и их транспортировка

НДМ для предотвращения выбросов, образуемых в процессе обращения и транспортировки газообразных топлив, приведены в итоговой таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1. НДМ для обращения и транспортировки газообразных топлив

Вещество	Воздействие на окружающую среду	НДМ
Природный газ	Неконтролируемые выбросы	Использование систем обнаружения утечек
	Эффективное использование природных ресурсов	Использование турбин расширения (турбодетандер) для полезного использования энергии избыточного давления газа. Нагревание газа и воздуха перед сжиганием, используя тепло, отходящее от котла или газовой турбины

2.2 Тепловая эффективность газовых топливосжигающих установок

Для снижения выбросов парниковых газов, в частности CO₂, от топливосжигающих установок на газе, таких как газовые турбины, газовые стационарные двигатели и газовые котлы, наилучшие доступные варианты с сегодняшней точки зрения — это методы и эксплуатационные мероприятия по увеличению тепловой эффективности. Вторичные мероприятия по поглощению CO₂, описанные в Приложении 10.2 Справочника, находятся в ранней стадии развития. Эти методы могут стать доступны в будущем, но пока их все же нельзя рассматривать как НДМ.

Энергетическую эффективность электростанции характеризуют количественно через коэффициент использования тепла (входная энергия топлива/выходная энергия на границе электростанции) или через КПД электростанции, который здесь рассматривается как величина,

обратная коэффициенту использования тепла, то есть отношение произведенной энергии к энергии затраченного топлива, выраженное в процентах. При этом в качестве энергии (калорийности) топлива принимается его низшая рабочая калорийность.

Для газовых топливосжигающих установок применение газотурбинных комбинированных циклов и когенерации тепла и мощности (КТЭ) — технически самые результативные средства увеличения энергетической эффективности систем выработки энергии. Поэтому газотурбинные комбинированные циклы и когенерацию рассматривают в первую очередь как НДМ, когда местный спрос на тепло достаточно высок, чтобы гарантировать строительство таких систем. Использование современной компьютерной системы управления для достижения высокой эффективности работы котла с улучшенным топочным режимом, которая поддерживает и сокращение выбросов, также рассматривают как НДМ.

Увеличение эффективности может быть получено также предварительным нагревом природного газа перед его подачей в камеру сгорания или горелки. Тепло может быть получено от низкотемпературных источников, таких как выхлопные газы от охлаждения других процессов.

Электростанции с газовыми двигателями могут использоваться для децентрализованного теплоснабжения и производства электроэнергии, а также для работы в базовой нагрузке. Уровень КПД, связанный с НДМ, составляет 60-70 % при выработке пара низкого давления. При дожигании (то есть, когда дымовые газы газового двигателя используются как основной воздух горения в котле-утилизаторе) может быть произведено с высокой эффективностью большое количество пара низкого или высокого давления. При производстве горячей воды (с температурами на выходе обычно в диапазоне 80-120°C) полная эффективность до 90 % может рассматриваться как НДМ, хотя она сильно зависит от доли используемой энергии охлаждающей воды. Горячая вода до 200°C может быть произведена, используя энергию дымовых газов и частично энергию, отведенную при охлаждении двигателя. Другое преимущество — высокая тепловая эффективность (то есть низкое удельное потребление топлива и, следовательно, низкие удельные выбросы CO₂). Энергетическая эффективность (на зажимах генератора) НДМ составляет приблизительно 40-45 % (в зависимости от мощности) при низкой калорийности топлива.

Для повышения тепловой эффективности существующих энергоустановок могут быть применены множество методов модификации и реконструкции. Технические решения, описанные в разделе 2.7.8 Справочника, представляют собой часть вариантов НДМ для улучшения эффективности существующих энергоустановок. Применяя эти методы и мероприятия, внесенные в список в разделе 1.2 этого документа, такие как промежуточный перегрев пара, и используя наиболее совершенные высокотемпературные материалы для газовых турбин и котлов, могут быть достигнуты уровни энергетической эффективности, связанные с использованием НДМ, приведенные в итоговой таблице 2.2.1.

Кроме того, необходимо принять во внимание следующие меры для увеличения эффективности:

- сжигание: уменьшение потерь тепла из-за недожога топлива;
- максимально возможное давление и температура рабочего газа или пара;
- минимальное возможное давление на выходе из паровой турбины посредством охлаждающую воду с минимально возможной температурой (при охлаждении пресной водой) для обычных и комбинированных парогазовых циклов;
- уменьшение потерь тепла с уходящими газами (использование остаточного тепла или централизованного теплоснабжения);

Материалы подготовлены РОО «Эколайн» и ОАО «Рязанская ГРЭС»

- уменьшение потерь тепла через теплоизоляцию;
- уменьшение внутреннего потребления энергии, принимая соответствующие меры, например, не допуская зашлаковывания теплообменников, повышая эффективность питательных насосов и т.д.);
- предварительный нагрев горючего газа или воды для подпитки паром;
- улучшенная геометрия лопаток турбин.

Мнения представителей промышленности о мерах изменения эффективности парогазовых комбинированных циклов разделились, потому что предложенные меры будут давать незначительное увеличение полной эффективности комбинированного цикла. Необходимо отметить, что повышение эффективности газовой турбины может привести к уменьшению эффективности парового цикла. Следовательно, повышение эффективности полного цикла будет меньше, чем повышение эффективности газовой турбины. Основываясь на таких рассуждениях, представители промышленности высказывают мнение, что предложенные меры не должны включаться в заключительный проект BREF для крупных топливосжигающих установок.

Таблица 2.2.1. Эффективность газовых топливосжигающих установок, связанных с использованием НДМ

Тип энергоустановки	Электрическая эффективность, %		Энергоэффективность, %	Примечания
	Новые энергоустановки	Существующие энергоустановки	Новые и существующие энергоустановки	
Газовые турбины				
Газовые турбины	36 — 40	32 — 35	-	
Газовые двигатели				
Газовый двигатель	38 — 45			
Газовый двигатель с котлом-утилизатором когенерационной установки	> 38	> 35	75 — 85	Широта диапазона энергоэффективности установок когенерации сильно зависит от конкретных условий и местного спроса на электроэнергию и тепло
Газовые котлы				
Газовый котел	40 — 42	38 — 40		
Парогазовый цикл				

Тип энергоустановки	Электрическая эффективность, %		Энергоэффективность, %	Примечания
	Новые энергоустановки	Существующие энергоустановки	Новые и существующие энергоустановки	
Комбинированный цикл с (или без) дополнительного сжигания топлива для выработки только электроэнергии	54 — 58	50 — 54		
Комбинированный цикл без дополнительного сжигания топлива в установке когенерации	< 38	< 35	75 — 85	Широта диапазонов электрической и энергетической эффективности установок когенерации сильно зависит от уровня местного спроса на электроэнергию и тепло. Используя парогазовый цикл в КТЭ, энергетическая эффективность учитывает значение электрической эффективности и должны всегда рассматриваться вместе для достижения наилучшей полной энергетической эффективности.
Комбинированный цикл с дополнительным сжиганием в установке когенерации	< 40	< 35	75 — 85	

Необходимо помнить, что эти уровни НДМ достижимы не в любых условиях. Наивысшие значения энергетической эффективности достигаются в проектных условиях. Фактическая эффективность в течение эксплуатационного периода может быть более низкой из-за отклонений от проектных условий, например в нагрузке, качестве топлива и т.д. Энергетическая эффективность также зависит от системы охлаждения электростанции и от расходов энергии на системы очистки дымовых газов.

2.3. Выбросы пыли и SO₂ от газовых топливосжигающих установок

Для газовых топливосжигающих установок, использующих в качестве топлива природный газ, выбросы пыли и SO₂ очень низки. Обычные уровни выбросов (без применения любых дополнительных технических мероприятий) пыли значительно ниже 5 мг/Нм³, SO₂ — ниже 10 мг/Нм³.

Если в качестве топлива используются другие промышленные газы, например, от газоочистного завода или топочные газы, необходимо применять их предварительную очистку (например, тканевые фильтры). Эти средства рассматриваются как НДМ для уменьшения выбросов пыли и SO₂, которые, кроме прочего, могут повредить газовые турбины или двигатели. Как

упомянуто в BREF для заводов по переработке нефти и газа, НДМ, ограничивающий содержание H_2S в газе до $20\text{--}150 \text{ мг/Нм}^3$, приводит к выбросам с содержанием $5\text{--}20 \text{ мг SO}_2/\text{Нм}^3$. Такой газ не приводит к выбросам твердых частиц.

2.4. Выбросы NO_x и CO от газовых топливосжигающих установок

В общем случае для газовых турбин, двигателей и котлов методы, позволяющие снизить выбросы оксидов азота (NO_x), считаются НДМ. Смесь оксида азота (NO) и диоксида азота (NO_2) вместе обозначается как NO_x .

Для новых газовых турбин применение низкоэмиссионных горелок предварительного смешения (НГПС) является НДМ. Для существующих газовых турбин именно замене горелок на НГПС нужно отдать приоритет с технической и экономической точки зрения, однако в некоторых случаях впрыск воды или пара является более правильным решением. Это необходимо решать отдельно в каждом конкретном случае.

На нескольких газовых турбинах и газовых двигателях, работающих в Европе, Японии и США, для уменьшения выбросов NO_x применен метод селективного каталитического восстановления (СКВ). Считают, что НГПС и впрыск воды и пара, СКВ могут быть частью НДМ. Для новых газовых турбин применение НГПС рассматривается как обычное решение, однако дополнительное применение СКВ, как правило, необязательно. Для дополнительного снижения NO_x СКВ может быть применено там, где местные стандарты качества воздуха требуют большего снижения выбросов NO_x по сравнению с уровнями, приведенными в таблице 2.4.2 (например, при размещении энергоустановки в плотно населенных городских районах).

Для существующих газовых турбин впрыск воды и пара или замена горелок на НГПС является НДМ. Газовые турбины одинаковой конструкции, но с более высокими рабочими температурами, имеют более высокую эффективность и валовые выбросы NO_x . В этом контексте следует отметить, что при более высокой эффективности все-таки наблюдаются более низкие удельные выбросы NO_x в пересчете на кВтч.

Для существующих станций с парогазовым циклом выполнение системы СКВ возможно технически, но не выгодно экономически. Это происходит в случае, когда отсутствует пространство для установки НГПС, что делает их установку невозможной.

Представители промышленности имеют разные точки зрения на возможность объединения НГПС и СКВ в установках с комбинированным циклом. Это увеличит уже и без того высокие инвестиции в СКВ. Кроме того, затраты на эксплуатацию и обслуживание СКВ относительно высоки, поэтому СКВ экономически не эффективен для существующих комбинированных циклов. Представители промышленности также заявляют, что в случае простых газовых турбин без парового цикла СКВ экономически неэффективно, потому что а) газы должны быть охлаждены. Дополнительный холодильник должен уменьшить температуру газов до уровня, допустимого для СКВ. Этот холодильник увеличит уже высокие инвестиции и эксплуатационные затраты, и б) простые газовые турбины в Европе — пиковые станции, которые работают только в чрезвычайных ситуациях. Высокие инвестиции и эксплуатационные затраты делают выполнение СКВ в газовой турбине экономически нежизнеспособным.

Для газовых стационарных двигателей сжигание обедненных смесей — НДМ, аналогичный НГПС для газовых турбин. Это — встроенный метод, не требующий никаких дополнительных реагентов или воды для сокращения выбросов NO_x . Поскольку газовые двигатели иногда оборудуются СКВ, этот метод можно также рассматривать как часть НДМ. Чтобы уменьшать эмиссию CO применение катализаторов окисления — НДМ со связанными уровнями эмис-

сии при сжигании природного газа, приведенными в Таблице 2.4.1. В случае сжигания другого газообразного топлива, например, биогаза или газов полигонов твердых бытовых отходов, эмиссия СО может быть выше из-за специфики топлива.

Выбросы летучих органических соединений (ЛОС) от газовых двигателей с искровым зажиганием на обедненных смесях, двухтопливных двигателей зависят от состава природного газа. В некоторых случаях могут быть необходимы вторичные методы сокращения эмиссии ЛОС, для одновременного снижения выбросов СО и ЛОС можно применять катализатор окисления. Выбросы СО ниже 100 мг/Нм³ (15% О₂) и выбросы формальдегида ниже 23 мг/Нм³ (15% О₂) рассматривают как НДМ для газового двигателя, оборудованного катализатором окисления.

НДМ для минимизации выбросов СО — полное сжигание топлива, для которого требуется правильное проектирование топки, высокий уровень технологического контроля и обслуживания системы сжигания. При условиях сжигания, оптимизированных для уменьшения выбросов NO_x, уровни СО будут ниже 100 мг/Нм³. Дополнительное применение катализатора окисления может быть рассмотрено как НДМ, когда установка используется в плотно населенных городских районах.

НДМ для предупреждения и контроля выбросов NO_x и СО и связанные уровни выбросов приведены в таблицах 2.4.1 и 2.4.2. Дымовые газы от газовых турбин и газовых двигателей содержат обычно около 11-16 об. % О₂, и поэтому уровни выбросов, связанные с использованием НДМ для турбин и двигателей пересчитаны на содержание О₂ 15 об. % и стандартные условия. Для газовых котлов данные приведены для содержания О₂ 3 об. %. Связанные уровни выбросов базируются на среднесуточных значениях при стандартных условиях и представляют собой типичные значения. При пиковых нагрузках, в периоды пусков и остановов, а также при неполадках в системах очистки дымовых газов кратковременно могут наблюдаться более высокие пиковые значения.

Таблица 2.4.1. НДМ для снижения выбросов NO_x и СО для некоторых типов газосжигающих установок

Тип энергоустановки	Уровень выбросов, связанный с НДМ (мг/Нм³)		Уровень O₂ (%)	Варианты НДМ для достижения этих уровней	Мониторинг
	NO _x	CO			
Газовые турбины					
Новые газовые турбины	20 — 50	5 — 100	15	НГПС (стандартное оборудование для новых газовых турбин) или СКВ	Постоянный
Существующие газовые турбины с горелками предварительного смешения	20 — 75	5 — 100	15	НГПС или СКВ	Постоянный
Существующие газовые турбины	50 — 90 ⁽¹⁾	30 — 100	15	Впрыск воды или пара (только, когда реконструкция горелок на НГПС не доступна на рынке) или СКВ	Постоянный

Тип энергоустановки	Уровень выбросов, связанный с НДМ (мг/Нм ³)		Уровень O ₂ (%)	Варианты НДМ для достижения этих уровней	Мониторинг
	NO _x	CO			
Газовые двигатели					
Газовые двигатели	20 — 75 ⁽²⁾	30 – 100 ⁽³⁾	15	Сжигание обедненных смесей, настроенное на низкую эмиссию NO _x и каталитическое окисление CO или СКВ и каталитическое окисление CO	Постоянный (4)
Новый газовый двигатель с котлом-утилизатором в установке когенерации	20 — 75 ⁽²⁾	30 – 100 ⁽³⁾	15	Настройка на низкую эмиссию NO _x и СКВ	Постоянный (4)
Существующие газовые двигатели	20 – 100 ⁽²⁾	30 – 100 ⁽³⁾	15	Наладка на низкую эмиссию NO _x	Постоянный (4)
1	Представители промышленности и одного из государств – членов ЕС утверждали, что количество воды или пара, которое может вводиться в существующих газовых турбинах, ограничено. Впрыск большого количества воды или пара может привести к повреждению деталей газовой турбины. Поэтому они утверждали, что диапазон должен быть 80-120 мг/Нм ³ .				
2	Представители промышленности утверждали, что эти диапазоны не соответствуют подходу НДМ, по причине того, что диапазон, указанный как НДМ, совпадает с диапазоном по одному из американских подходов — LAER (наиболее низкий достижимый уровень эмиссии). Представители промышленности предложили учитывать при экологическом нормировании окружение предприятия (городские/другие области). Это означает, что небольшие предприятия, расположенные в сельских районах должны иметь более скудные уровни НДМ, чем большие предприятия в городских областях. Представители промышленности утверждали, что уровень 190 мг/Нм ³ (15 % O ₂) при сжигании газа является оптимальным уровнем эмиссии с учетом наименьшего потребления топлива и уровня недожога CO, VOC и т.д. для двигателей с искровым зажиганием и двухтопливных двигателей.				
3	Представители промышленности упоминали, что по техническим причинам (влияние состава топлива), что уровень НДМ выбросов CO должен быть 110-380 мг/Нм ³ (15% O ₂). Другой представитель промышленности утверждал, что диапазоны должны быть заменены на:				
2	90 – 190 мг/нм ³				
3	100 мг/нм ³				
	потому что уровни эмиссии, связанные с НДМ для газовых двигателей, применимы только для сжигания природного газа, но не для возобновимых газов, таких как газ полигонов захоронения отходов, биогаз или газ очистки. Кроме того, он утверждал, что такие уровни понизят конкурентоспособность возобновимых газов на рынке.				
4	Один из представителей промышленности предложил заменить периодическим контролем, потому что постоянный инструментальный контроль выбросов не является обычной практикой для стационарных двигателей внутреннего сгорания.				

Таблица 2.4.2. НДМ для снижения выбросов NO_x и СО от некоторых типов газовых топливосжигающих установок

Тип энергоустановки	Уровень выбросов, связанный с НДМ (мг/Нм ³)		Уровень O ₂ (%)	Варианты НДМ для достижения этих уровней	Мониторинг
	NO _x	СО			
Газовые котлы					
Новые газовые котлы	50 — 100 ⁽¹⁾	30 — 100	3	Низкоэмиссионные горелки или СКВ или СНКВ	Постоянный
Существующие газовые котлы	50 — 100 ⁽²⁾	30 — 100	3	Низкоэмиссионные горелки или СКВ или СНКВ	Постоянный
Парогазовый цикл					
Новый парогазовый цикл без дополнительного сжигания	20 — 50	5 — 100	15	Низкоэмиссионные горелки предварительного смешения или СКВ	Постоянный
Существующий парогазовый цикл без дополнительного сжигания	20 — 90 ⁽³⁾	5 — 100 ⁽⁵⁾	15	Низкоэмиссионные горелки предварительного смешения или впрыск воды или пара или СКВ	Постоянный
Новый парогазовый цикл с дополнительным сжиганием топлива в котле-утилизаторе	20 — 50	30 — 100	Специфично для разных установок	Низкоэмиссионные горелки предварительного смешения и низкоэмиссионные горелки для части котлов или СКВ или СНКВ	Постоянный
Существующий парогазовый цикл с дополнительным сжиганием топлива в котле-утилизаторе	20 — 90 ⁽⁴⁾	30 – 100 ⁽⁵⁾	Специфично для разных установок	Низкоэмиссионные горелки предварительного смешения или впрыск воды и пара и низкоэмиссионные горелки для части котлов или СКВ	Постоянный
1, 2 3	Представители промышленности предлагали изменить диапазоны на: не более 120 мг/нм ³ 80-120 мг/нм ³				
2	потому что газовые котлы зависят от температуры горения, типа горелок, размеров котла, поверхностей нагрева, температуры воздуха и фактора нагрузки электростанции. В случае, если котел оборудован рециркуляцией дымовых газов возможно уменьшить эмиссию NO _x до уровня 100 мг/Нм ³ . Однако, реконструкция существующего котла под рециркуляцию дымовых газов требует высоких (и экономически неэффективных) инвестиционных затрат.				
4	Одно из государств — членов ЕС предложило для существующих газовых котлов, которые были недавно переведены со сжигания тяжелых фракций нефти на природный газ, после полной модификации с первичными мерами снижения выбросов NO _x (рециркуляция дымовых газов, стадийная подача топлива и воздуха), изменить достижимые уровни эмиссии, связанные с НДМ, на 10-150 мг/Нм ³ .				
4	Промышленники указывали, что из-за больших настенных горелок, которые используются для дополнительного сжигания в котлах-утилизаторах, выбросы NO _x газовой турбины могут увеличиться на 10-20 мг/Нм ³ . Это увеличение вызвано местными высокими температурами трубочек этих горелок. Поэтому уровень, связанный с НДМ, в случае дополнительного сжигания должен составлять 80-140 мг/Нм ³ .				
3, 4	Одно из государств — членов ЕС утверждало, что верхние уровни НДМ для установок парогазового цикла мощностью более 50 МВт не могут быть выше 80 мг/Нм ³ , а для установок более 200 МВт верхний уровень НДМ должен быть ниже 35 мг/Нм ³ , потому что эти уровни уже были установлены как предельные в данном государстве.				
5	Одно из государств — членов ЕС утверждало, что верхние уровни выбросов СО для установок парогазового цикла мощностью более 50 МВт не могут быть выше 35 мг/нН ³ , потому что этот уровень был уже установлен как предельный в данном государстве.				

2.5.1. Загрязнение вод

Газовыми топливосжигающими установками производятся различные потоки сточных вод (см. главу 1 Справочника и документ «Основные экологические аспекты производства электроэнергии»). Все мероприятия для уменьшения и предотвращения загрязнения вод, которые были представлены в главе 1 этого документа, считаются НДМ.

Иногда на электростанции невозможно предотвратить возникновение небольших количеств сточных вод, загрязненных нефтепродуктами. Обычно достаточно установки нефтеловушек для предотвращения любого негативного воздействия на окружающую среду.

Другие методы очистки воды, описанные в главе 3 Справочника, можно также рассматривать как НДМ для этого раздела.

2.5.2. Отходы горения

Промышленностью уже уделяется большое внимание использованию отходов горения и побочных продуктов вместо их захоронения. Утилизация и повторное использование — лучший доступный выбор.

3. Решения, рассматриваемые при определении наилучших доступных методов для сжигания каменного и бурого углей

В этом разделе представлены варианты решений, которые были рассмотрены при определении наилучших доступных методов, направленных как на предотвращение или снижение выбросов, так и на увеличение тепловой эффективности. Все эти решения в настоящее время доступны как с технической, так и с коммерческой точек зрения. В этом разделе дана лишь общая характеристика технических решений, однако более подробные описания большинства из них приведены в главе 3 Справочника. В разделе 4.2 Справочника для ряда решений приведены примеры, демонстрирующие экологическую результативность их использования в реальных ситуациях. В принципе, общие подходы, описанные в Главе 3 Справочника, также в значительной мере применимы к сжиганию каменного и бурого углей и в большинстве случаев должны рассматриваться при определении наилучших доступных методов.

3.1. Технические решения в области разгрузки, хранения и транспортировки топлива

Таблица 3.1.1. Технические решения в области разгрузки, хранения и транспортировки топлива

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Разгрузка и транспортировка каменного и бурого угля							
Закрытый конвейер с пылеулавливающим оборудованием	Снижение неорганизованных выбросов пыли	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	Применимость ограничена содержанием воды
Открытый конвейер с ветрозащитой	Снижение неорганизованных выбросов пыли	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	
Разгрузочное оборудование с регулируемой высотой падения топлива	Снижение неорганизованных выбросов пыли	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	
Оборудование для очистки конвейерной ленты	Снижение неорганизованных выбросов пыли	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	Применимость ограничена содержанием воды
Хранение извести/известняка в закрытых бункерах, оборудованных пылеулавливающим оборудованием	Снижение выбросов мелкодисперсных частиц	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	
Хранение каменного и бурого угля, а также других веществ							
Системы разбрызгивания воды	Снижение неорганизованных выбросов пыли	Возможно	Возможно	Значительный	Загрязнение воды	Расходы на организацию разбрызгивания и сбор образующихся сточных вод	
Твердое покрытие с дренажной системой	Предотвращение загрязнения почвы и подземных вод	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Расходы на очистку сточных вод	Необходим отстойник для очистки собранных сточных вод

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Ветрозащита	Снижение неорганизованных выбросов пыли	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	
Хранение сжиженного аммиака		Возможно	Возможно	Значительный	Значительный риск с точки зрения промышленной безопасности	Значительные инвестиции и эксплуатационные расходы	
Хранение аммиака в виде водного раствора		Возможно	Возможно	Значительный	Меньший риск, чем в случае хранения жидкого аммиака	Нет данных	Более безопасный вариант

3.2. Технические решения в области подготовки топлива

Таблица 3.2.1. Технические решения в области подготовки топлива

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Переход на другое топливо	Улучшение экологических характеристик топлива (пониженное содержание серы, золы)	Неприменимо	Зависит от характеристик конкретного котлоагрегата	Значительный	Пониженное содержание примесей приводит к снижению выбросов. Пониженное содержание золы приводит к снижению выбросов твердых частиц и количества твердых отходов, подлежащих утилизации.	Цена более качественного топлива может быть выше	Возможности перехода на другое топливо могут быть ограничены вследствие долгосрочных контрактов на поставку топлива или полной зависимости от местных шахт.
Смешивание различных сортов угля	Отсутствие резких колебаний уровня выбросов	Возможно	Возможно	Значительный	Более стабильное функционирование		
Промывка угля	Сокращение количества выщелачиваемых примесей	Возможно	Возможно	Значительный	Пониженное содержание примесей приводит к снижению выбросов.	Расходы на установку промывки угля	Как правило, уголь промывают непосредственно на добывающем предприятии
Предварительная просушка бурого угля	Увеличение КПД примерно на 3-5%	Возможно	Возможно	Ограниченный – пока на стадии пилотного применения	Увеличение КПД	Расходы на установку просушки угля	Крупные установки просушки бурого угля не введены в эксплуатацию до сих пор

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Газификация угля	Увеличение КПД и снижение выбросов, особенно NO _x	Возможно, но пока процесс реализован только на демонстрационных установках	Невозможно	Демонстрационные установки		Нет данных по коммерческой эксплуатации	В среднесрочной перспективе – привлекательная альтернатива традиционному сжиганию. Ожидаемый электрический КПД 51-55%.

3.3. Технические решения, направленные на повышение КПД и степени использования топлива

Таблица 3.3.1. Технические решения, направленные на повышение КПД и степени использования топлива

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Повышение энергоэффективности основного оборудования							
Когенерация (производство электрической и тепловой энергии)	Повышение эффективности использования топлива	Возможно	В очень ограниченной степени	Значительный			Зависит от потребности в тепловой энергии в конкретной местности
Замена лопаток турбины	Повышение КПД	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	Лопатки паровой турбины могут быть заменены во время планового техобслуживания.
Использование усовершенствованных материалов с целью достижения повышенных параметров пара	Повышение КПД	Возможно	Невозможно	Применяется на новых предприятиях	Нет	Нет данных	Использование усовершенствованных материалов позволяет достичь давления пара 300 бар и температуры пара 600°C
Суперсверхкритические параметры пара	Повышение КПД	Возможно	Невозможно	Применяется на новых предприятиях	Нет	Нет данных	
Промежуточный перегрев пара	Повышение КПД	Возможно	Невозможно	Применяется главным образом на новых предприятиях	Нет	Нет данных	

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Регенеративный подогрев воды для подпитки	Повышение КПД	Возможно	Невозможно	Применяется на новых предприятиях и внедряется на отдельных существующих	Нет	Нет данных	На новых предприятиях используется до 10 ступеней подогрева, обеспечивающих температуру питательной воды до 300°C
Современные автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП)	Повышение КПД, увеличение мощности котлоагрегата, снижение выбросов	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	
Использование тепла дымовых газов для централизованного теплоснабжения	Повышение эффективности использования топлива	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	Наименьшая возможная температура охлаждающей воды
Оптимизация параметров процесса сгорания							
Низкие избытки воздуха горения	Повышение КПД, снижение выбросов NO _x и N ₂ O	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Нет данных	Может привести к повышению риска разрыва и уровня недожога
Снижение температуры дымовых газов	Повышение КПД	Возможно	Возможно	Значительный	Коррозия, забивание воздухоподогревателя	Нет данных	Температура отходящих газов должна быть на 10-20°C выше точки росы. Дополнительно тепло может использоваться только в качестве вторичного тепла.

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Снижение содержания несгоревшего углерода в золе	Повышение КПД	Возможно	Возможно	Значительный	Снижение выбросов NO _x ведет к росту количества несгоревшего углерода в золе	Нет данных	Должен быть найден оптимальный компромисс между выбросами NO _x и несгоревшего углерода. NO _x является более приоритетной группой загрязняющих веществ
Снижение концентрации СО в дымовых газах	Повышение КПД	Возможно	Возможно	Значительный	Снижение выбросов NO _x ведет к росту выбросов СО	Нет данных	Должен быть найден оптимальный компромисс между выбросами NO _x и СО. NO _x является более приоритетной группой загрязняющих веществ
Очистка и выброс дымовых газов							
Выброс газов с использованием градирни	Нет необходимости в повторном подогреве дымовых газов после десульфуризации	Возможно	Возможно	Значительный	Нет необходимости в дымовой трубе	Отсутствуют расходы на сооружение и эксплуатацию отдельной трубы	Обоснованность этого варианта зависит от конкретных условий (например, наличие градирни, ее расположение, конструкционные материалы)
Использование мокрой трубы		Возможно	Возможно	Значительный	Видимый дымовой факел		
Система охлаждения							
Различные решения							См. руководство BREF по системам охлаждения

3.4. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов пыли и тяжелых металлов, связанных с твердыми частицами

Таблица 3.4.1. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов пыли и тяжелых металлов, связанных с твердыми частицами

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Электрофильтр	Снижение выбросов твердых частиц. Удаление тяжелых металлов и ртути представляет собой положительный, но незначительный побочный эффект	Возможно	Возможно	Значительный	Нет	Согласно различным сообщениям удельные затраты составляют 13-60 евро на кВт мощности. Эти цифры не учитывают капиталовложений в обращение с золой и ее транспортировку, которые весьма высоки для бурых углей с высокой зольностью.	Электрофильтр часто является решением, оптимальным с экономической точки зрения, особенно для крупных предприятий. Ртуть, связанная с частицами, эффективно улавливается электрофильтром. В случае полубитуминозных и бурых углей эффективность удаления ртути невелика в силу высокой щелочности летучей золы и низкого содержания HCl в дымовых газах.

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Тканевый фильтр	Снижение выбросов твердых частиц, особенно тонкодисперсной пыли (PM 2.5 и PM 10). Удаление тяжелых металлов и ртути представляет собой положительный, но незначительный побочный эффект	Возможно	Возможно	Значительный	КПД электростанции уменьшится примерно на 0,1%	Эксплуатационные расходы выше, чем для электрофильтра	На предприятиях, использующих уголь, тканевые фильтры, как правило, устанавливаются после устройств по снижению выбросов SO ₂ сухим или полусухим методом. Ртуть, связанная с частицами, эффективно улавливается тканевым фильтром. В случае полубитуминозных и бурых углей эффективность удаления ртути невелика в силу высокой щелочности летучей золы и низкого содержания HCl в дымовых газах.
Циклоны	Снижение выбросов твердых частиц	Возможно	Возможно	Значительный	Очень ограниченная эффективность для мелкодисперсных частиц	Низкие капиталовложения	Механические циклоны могут использоваться лишь для предварительной очистки перед электрофильтром или тканевым фильтром.
Добавление активированного угля в установку десульфуризации дымовых газов	Снижение выбросов ртути	Возможно	Возможно	Ограниченный		Низкие капиталовложения и эксплуатационные расходы	До сих пор существует неопределенность относительно того, насколько значимо увеличение содержания ртути в гипсе

3.5. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов SO₂

Таблица 3.5.1. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов SO₂

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Первичные меры							
Использование топлива с низким содержанием серы	Снижение выбросов SO ₂ у источника	Возможно	Возможно	Значительный	Возможное увеличение выбросов пыли и NO _x	Зависит от конкретного топлива	Возможное увеличение выбросов пыли и NO _x
Использование котлоагрегата с кипящим слоем	Снижение выбросов SO ₂ и NO _x	Возможно	Очень ограниченная применимость	Значительный	Увеличение выбросов N ₂ O	Зависит от конкретного предприятия	
Вторичные меры							
Скруббер для мокрой известковой/известняковой о чистки с образованием гипса	Снижение выбросов SO ₂ , HF, HCl, пыли, Hg и Se. Оснащение существующих предприятий установками десульфуризации дымовых газов также обеспечивает дополнительные возможности по снижению выбросов мелкодисперсной пыли и ртути.	Возможно, но редко применяется на электростанциях с тепловой мощностью ниже 100 МВт.	Возможно	Значительный	В зависимости от источника используемой извести, могут незначительно возрасти выбросы As, Cd, Pb и Zn. Увеличение выбросов CO ₂ . Сбросы сточных вод.	Зависит от конкретного предприятия	В силу значительных затрат эта технология экономически оправдана, прежде всего, для крупных предприятий. Существующие мокрые скрубберы могут быть усовершенствованы посредством оптимизации режима потока в абсорбере. Газообразные соединения Hg ²⁺ , входящие в состав дымовых газов сжигания угля, являются слабо- или сильно растворимыми. Соединения с большей растворимостью могут быть удалены при помощи мокрого скруббера для десульфуризации.

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Мокрый скруббер с использованием морской воды	Снижение выбросов SO ₂ , HF, HCl, пыли, Hg и Se. Оснащение существующих предприятий установками десульфуризации дымовых газов также обеспечивает дополнительные возможности по снижению выбросов мелкодисперсной пыли и ртути.	Возможно	Возможно	Значительный	Тенденция к снижению уровня pH вблизи места сброса воды, сброс тяжелых металлов и образующейся золы в море	Зависит от конкретного предприятия	Возможность применения скруббера с использованием морской воды существенно зависит от конкретных условий (потенциального ущерба морской среде). Газообразные соединения Hg ²⁺ , входящие в состав дымовых газов сжигания угля, являются слабо- или сильно растворимыми. Соединения с большей растворимостью могут быть удалены при помощи мокрого скруббера для десульфуризации.
Другие типы мокрых скрубберов	Снижение выбросов SO ₂	Возможно, но редко применяется на новых предприятиях	Зависит от конкретного предприятия	Очень ограниченный	Зависит от конкретной технологии	Нет данных	Удаление других загрязняющих веществ зависит от конкретной технологии
Мокросухой метод	Снижение выбросов SO ₂ , HF, HCl, пыли, Hg и Se. Оснащение существующих предприятий установками десульфуризации дымовых газов также обеспечивает дополнительные возможности по снижению выбросов мелкодисперсной пыли и ртути.	Возможно	Возможно	Значительный	Твердые отходы, требующие размещения. Снижение общего КПД предприятия	Зависит от конкретного предприятия	Газообразные соединения Hg ²⁺ , входящие в состав дымовых газов сжигания угля, являются слабо- или сильно растворимыми. Соединения с большей растворимостью могут быть удалены при помощи такого скруббера для десульфуризации, особенно в комбинации с тканевым фильтром.

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Инжекция сорбента	Снижение выбросов SO ₂ , HF, HCl, пыли	Возможно	Возможно	Значительный	Твердые отходы, требующие размещения	Нет данных	
Другие технологии	Снижение выбросов SO ₂ , а также NO _x (при использовании комбинированных технологий)	Возможно, но редко применяется на новых предприятиях	Зависит от конкретного предприятия	Очень ограниченный			Удаление других загрязняющих веществ зависит от конкретной технологии

3.6. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов NO_x и N_2O

Таблица 3.6.1. Технические решения для предотвращения и снижения выбросов NO_x и N_2O

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Первичные меры							
Низкие избытки воздуха горения	Снижение выбросов NO _x и N ₂ O, рост КПД	Возможно	Возможно	Значительный	Как правило, приводит к увеличению количества несгоревшего углерода в золе, а также уровней СО и углеводородов в выбросах	Зависит от конкретного предприятия	Увеличивает риск коррозии стенок котла и трубопроводов
Ступенчатая подача воздуха горения		Возможно	Возможно	Значительный	Тенденция к увеличению количества несгоревшего углерода в золе	Зависит от конкретного предприятия	
Рециркуляция дымовых газов		Возможно	Возможно	Значительный		Зависит от конкретного предприятия	Применимость для существующих предприятий зависит от конкретного предприятия
Низкоэмиссионные горелки (с пониженным выделением NO _x)	Снижение выбросов NO _x	Возможно	Возможно	Значительный	Тенденция к увеличению количества несгоревшего углерода в золе		Применимость для существующих предприятий зависит от конкретного предприятия. Часто включает рециркуляцию дымовых газов и ступенчатую подачу воздуха горения

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Ступенчатое сжигание топлива	Снижение выбросов NO _x	Возможно	Возможно	Значительный		Зависит от конкретного предприятия	Применимость для существующих предприятий зависит от конкретного предприятия. Потребность в дополнительном пространстве ограничивает возможность внедрения на существующем предприятиях
Меры по сокращению выбросов N₂O для котлоагрегатов кипящего слоя							
Ступенчатая подача воздуха горения	Снижение выбросов N ₂ O	Возможно	Возможно	Значительный	Увеличение выбросов CO	Зависит от конкретного предприятия	
Повышение температуры кипящего слоя	Снижение выбросов N ₂ O	Возможно	Возможно	На экспериментальной стадии	Увеличение выбросов NO _x и SO ₂	Нет данных	Риск коррозии
Использование в котлоагрегате каталитических материалов, например MgO или CaO	Снижение выбросов N ₂ O	Возможно	Возможно	На экспериментальной стадии		Нет данных	
Увеличение температуры дымовых газов	Снижение выбросов N ₂ O	Возможно	Возможно	На стадии пилотных предприятий		Нет данных	
Вторичные меры							

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Селективное некаталитическое восстановление	Снижение выбросов NO_x , хотя эффективность значительно ниже, чем при каталитическом восстановлении	Возможно	Возможно	Значительный	Проскок аммиака	Зависит от конкретного предприятия	Очень узкое «температурное окно», высокая чувствительность к нагрузкам. Поэтому применимость чрезвычайно ограничена для установок кипящего слоя под давлением, и ограничена для установок циркуляционного кипящего слоя
Селективное некаталитическое восстановление	Снижение выбросов NO_x	Возможно	Возможно	Значительный	Проскок аммиака	Зависит от конкретного предприятия	До настоящего времени эта технология применялась только на предприятиях, работающих на антраците
Селективное автокаталитическое восстановление							Новая технология снижения выбросов NO_x , в настоящее время находится на этапе полномасштабного демонстрационного применения.
Комбинированные технологии	Снижение выбросов NO_x и SO_2	Возможно, но редко используется на новых предприятиях	Возможно, но редко используется	Очень ограниченный	Зависит от конкретной технологии	Нет данных	Комбинированные технологии занимают незначительную долю рынка по сравнению с селективным каталитическим восстановлением

3.7. Технические решения для предотвращения и снижения загрязнения водных объектов

Таблица 3.7.1. Технические решения для предотвращения и снижения загрязнения водных объектов

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Мокрая десульфуризация дымовых газов							
Очистка посредством флокуляции, осаждения и нейтрализации	Удаление фтора, тяжелых металлов, взвешенных частиц, снижение ХПК	Возможно	Возможно	Значительный	Шлам может добавляться к топливу для перераспределения загрязняющих веществ (перехода в летучую золу или гипс десульфуризации) или использоваться в качестве наполнителя в горнодобывающей промышленности	Зависит от конкретного предприятия	Возможность добавления шлама к топливу должна оцениваться для каждого конкретного случая
Снижение содержания аммиака при помощи аэрирования, выделения осадка или биологического разложения	Снижение содержания аммиака	Применимо только в случае высокой концентрации аммиака в сточных водах (в результате селективного восстановления)		Значительный		Зависит от конкретного предприятия	
Замкнутый водооборотный цикл	Сокращение сбросов сточных вод	Возможно	Возможно	Значительный	Стабилизированный материал может использоваться в качестве наполнителя при открытых горных разработках	Зависит от конкретного предприятия	
Смыв шлака и его транспортировка							
Оборотный цикл с фильтрацией или осаждением	Сокращение сбросов сточных вод	Возможно	Возможно	Значительный		Зависит от конкретного предприятия	
Регенерация фильтров химводоочистки (ХВО) и блочных обессоливающих установок (БОУ)							

Техническое решение	Экологические результаты	Применимость		Опыт практического применения	Дополнительные воздействия на окружающую среду	Экономические факторы	Примечания
		Новые предприятия	Существующие предприятия				
Нейтрализация и осажде- ние	Сокращение сбросов сточных вод	Возможно	Возможно	Значительный	Шлам, который должен быть обез- вожен для размеще- ния	Зависит от кон- кретного пред- приятия	
Промывки							
Нейтрализация		Возможно	Возможно	Значительный		Зависит от кон- кретного пред- приятия	
Обмывки котлов, воздухоподогревателей и электрофильтров							
Нейтрализация и водо- оборотный цикл или ме- тоды сухой очистки	Сокращение сбросов сточных вод	Возможно	Возможно	Значительный		Зависит от кон- кретного пред- приятия	
Поверхностный сток							
Осаждение или химиче- ская очистка и внутреннее повторное использование	Сокращение сбросов сточных вод	Возможно	Возможно	Значительный		Зависит от кон- кретного пред- приятия	

4. Наилучшие доступные методы сжигания каменных и бурых углей

Представленные в этом разделе методы и связанные с ними выбросы и/или уровни потребления, или диапазоны уровней были идентифицированы через поэтапный процесс, включающий следующие шаги:

- идентификация ключевых экологических проблем энергетического сектора: выбросы в атмосферу и сбросы, термический к.п.д. и отходы процесса сжигания;
- изучение методов, наилучших для решения этих ключевых проблем;
- идентификация лучших уровней экологической результативности на основе доступных данных в Европейском Союзе и во всем мире;
- изучение условий, при которых эти уровни результативности были достигнуты, таких как затраты, местные условия, главные побуждающие мотивы при внедрении этого метода;
- выбор наилучших доступных методов (НДМ) и связанных с ними выбросов и/или уровней потребления для этого сектора в общем смысле согласно Статье 2 (ЕЕА (1999) “Greenhouse Gases and Climate Change”) и Приложению IV Директивы.

В каждом из этих шагов и в выборе формы, в которой информация представлена, ключевую роль сыграли результаты обсуждения европейским Бюро IPPC и соответствующей Технической Рабочей Группой.

На основе полученной оценки в этой главе представлены методы, и, насколько возможно, выбросы и уровни потребления, связанные с использованием НДМ, которые считаются соответствующими для отрасли в целом, и во многих случаях отражают текущую результативность некоторых установок. Когда говорится, что уровни выбросов или потребления «связаны с наилучшими доступными методами», это следует понимать так, что эти уровни представляют экологическую результативность, которая может быть достигнута при применении описанных методов в этой отрасли промышленности, имея в виду баланс стоимости и преимуществ НДМ. Однако значения ни уровней выбросов, ни уровней потребления не следует понимать так же. В некоторых случаях может быть технически возможным достижение лучших уровней выбросов или потребления, но из-за экономических или других соображений они не могут рассматриваться как приемлемые в качестве НДМ для энергетики в целом. Однако эти же уровни могут рассматриваться как оправданные в других конкретных случаях, когда существуют особенные побуждающие мотивы.

Описанное выше понятие «уровней, связанных с использованием НДМ» нужно отличать от термина «достижимый уровень», также используемого в этом документе. Там, где уровень описан как «достижимый» для определенного метода или комбинации методов, это означает, что этот уровень может быть достигнут за достаточный период времени при правильном обслуживании установки, использующей эти методы.

Где это было доступно, вместе с описанием методов, представленных в предыдущей главе, приведены данные по затратам. Они дают грубую оценку величины затрат. Фактическая стоимость применения метода будет сильно зависеть от местных условий, например, налогов, стоимости рабочей силы, технических характеристик установки. Учесть в этом документе такие местные условия полностью невозможно. При отсутствии данных относительно затрат заключения по экономической жизнеспособности методов приняты из данных по существующим установкам.

Главное предназначение этой главы по НДМ — стать опорной точкой для оценки эффективности существующей установки или предложений по новой установке. Предполагается, что новые сооружения могут быть разработаны так, чтобы соответствовать или превосходить общие уровни НДМ, представленные здесь. Также предполагается, что существующие сооружения могут двигаться к общим уровням НДМ или добиваться большего успеха, учитывая в то же время техническую и экономическую применимость методов в каждом конкретном случае.

В то время как BREF не устанавливает юридически обязательные стандарты, он предназначен, чтобы дать информацию руководителям промышленности государств-членов ЕС и общественности о достижимом уровне выбросов и потребления при использовании указанных методов. Соответствующие значения уровней для любого конкретного случая будут нуждаться в дополнительном исследовании, принимая во внимание цели Директивы IPPC и местные условия.

4.1. Разгрузка, хранение и перемещение топлива и добавок

НДМ для предотвращения выбросов, образуемых в процессе разгрузки, хранения и транспортировки каменного и бурого углей, а также добавок, таких как известь, известняк, аммиак и т.д., приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1.1. НДМ для разгрузки, хранения и перемещения угля и добавок

Материал	Выбрасываемое вещество	НДМ
Каменный и бурый уголь	Пыль	• использование для погрузки и разгрузки оборудования, которое минимизирует высоту падения топлива • использование систем орошения для снижения сдува пыли со штабелей угля • задержание штабелей при долгосрочном хранении, чтобы предотвратить поступление в атмосферу загрязняющих веществ и потерь топлива, вызванных окислением угля кислородом воздуха • применение прямого перемещения бурого угля по конвейерам от шахты до мест его хранения • размещение конвейеров в местах, где ущерб от транспортных средств и другого оборудования может быть предотвращен • использование устройств для очистки конвейерной ленты, чтобы минимизировать выброс сдуваемой пыли • использование закрытых конвейеров с оборудованием для фильтрации воздуха на узлах пересыпки, чтобы предотвратить выброс пыли • рационализация транспортных систем для минимизации выработки и транспортировки пыли в пределах участка • применение хорошего проекта, методов строительства и правильного обслуживания
	Загрязнение вод	• хранение угля на участках с герметичным покрытием и дренажной системой для сбора и отстоя дренажных вод • сбор и очистка (отстой) перед сбросом поверхностного стока с участков хранения угля
	Предотвращение пожара	• оснащение мест хранения угля автоматическими системами обнаружения очагов возгорания, вызванных самовоспламенением и определение точек риска

Материал	Выбрасываемое вещество	НДМ
Известь и известняк	Пыль	• применение закрытых конвейеров, пневматических систем перемещения и бункеров с оборудованием фильтрации на узлах пересыпки для предотвращения выбросов пыли

4.2. Предварительная обработка топлива

Добавление присадок и применение топливных смесей, как полагают, являются НДМ, если они гарантируют устойчивое горение и, таким образом, уменьшают пиковые выбросы. Замена топлив, например, одного вида каменного угля на другой с лучшими экологическими характеристиками, может также быть расценена как НДМ.

4.3. Сжигание

Пылевой метод сжигания каменных и бурых углей (ПС), сжигание в кипящем слое (ЦКС и ССКС), а особенно в кипящем слое под давлением (СКСД) признаются как НДМ. Среди всех типов пылеугольных установок, определенные типы не выделяются как НДМ, но тангенциальные и циклонные топki более предпочтительны, т.к. выбросы оксидов азота и оксида углерода (CO 5-20 мг/Нм³) обычно ниже при лучшем смешении в правильно организованном процессе горения.

Сжигание углей на колосниковой решетке не относится к НДМ для новых энергоустановок из-за низкой тепловой эффективности и высокого уровня недожога топлива, что ведет к относительно высоким выбросам CO_2 , а также из-за относительно высоких уровней недожога в золе уноса.

Для проектов новых котлов или реконструкции существующих энергоустановок НДМ считаются те установки, которые гарантируют высокий КПД котла и которые включают первичные мероприятия решения по подавлению выбросов NO_x , такие как ступенчатый ввод воздуха и топлива, применение низкоэмиссионных горелок и/или дожигание, и т.д. Использование современной компьютерной системы управления для достижения высокой эффективности котла с улучшенными условиями горения, которые поддерживают снижение выбросов, также рассматривают как НДМ.

4.4. Тепловая эффективность

Для снижения выбросов парниковых газов, в частности CO_2 , от угольных топливосжигающих установок, лучшие доступные варианты с сегодняшней точки зрения — это методы и эксплуатационные мероприятия по увеличению тепловой эффективности. Вторичные мероприятия по поглощению CO_2 , описанные в Приложении 10.7 Справочника, находятся в ранней стадии развития. Эти методы могут стать доступны в будущем, но пока их нельзя все же рассматривать как НДМ.

Энергетическую эффективность электростанции характеризуют количественно через коэффициент использования тепла (входная энергия топлива/выходная энергия на границе электростанции) и через КПД электростанции, который здесь рассматривают как величину, обратную коэффициенту использования тепла, то есть отношение произведенной энергии к энергии затраченного топлива, выраженное в процентах. При этом энергия (калорийность) топлива принимается низшая рабочая. Применяя мероприятия для улучшения тепловой эф-

фактивности, внесенные в список в разделе 3.3, такие как промежуточный перегрев пара и применение температуроустойчивых материалов, были построены угольные конденсационные электростанции с прямым водяным охлаждением с коэффициентом использования тепла 2,08 (48 %).

Поскольку конденсационные электростанции с повышенной эффективностью имеют тенденцию к быстрому росту стоимости с ростом эффективности, они, как полагают, являются экономически неконкурентоспособными. Поэтому коэффициент использования тепла и КПД, связанные с использованием НДМ для новых угольных конденсационных электростанций (пылеугольное сжигание в котлах с твердым или жидким шлакоудалением) с прямым водяным охлаждением (мощностью более 300 МВт), как полагают, является 2,3-2,2 (43-47 %).

Когенерация тепла и электроэнергии (КТЭ) — один из технически и экономически наиболее результативных методов увеличения эффективности систем производства энергии. Когенерацию поэтому рассматривают как самый важный выбор НДМ для уменьшения выбросов CO₂ в энергетике. КТЭ должна быть задачей для любой новой строящейся электростанции всякий раз, когда это экономически выполнимо, то есть всякий раз, когда местный спрос на тепло достаточно высок, чтобы гарантировать строительство более дорогой энергоустановки когенерации вместо более простой тепло- или электропроизводящей установки. Поскольку спрос на тепло изменяется в течение года, КТЭ энергоустановки должны быть очень гибкими относительно доли произведенного тепла и электроэнергии, и они должны иметь высокие КПД при неполной нагрузке.

Эксергетическая эффективность (см. также раздел 2.3.5 Справочника) когенерационной энергоустановки при условиях НДМ, как полагают, является 45-55 %, которая соответствует диапазону коэффициента использования тепла 1,3–1,1 и тепловой эффективности 75-90 %, в зависимости от вида энергоустановки. Сравнение этих показателей и эффективности новой угольной конденсационной энергоустановки, производящей только электроэнергию с КПД 42-47 % и коэффициентом использования тепла 2,3, явно показывает значительную экономию топлива, и, соответственно, уменьшения выбросов CO₂.

Необходимо иметь в виду, что эти уровни НДМ не достигаются при всех эксплуатационных режимах. Наибольшие значения энергетической эффективности — это проектные значения. Фактическая энергетическая эффективность энергоустановок в эксплуатационный период может быть более низка из-за изменений в нагрузке, качестве топлива, и т.д. Энергетическая эффективность также зависит от системы охлаждения электростанции, ее географического положения (см. таблицу 2.3 Справочника), и расхода энергии на системы очистки дымовых газов.

Для существующих угольных энергоустановок множество модификаций и методов реконструкции могут быть применены для улучшения тепловой эффективности. Технические мероприятия, описанные в разделе 3.2.6.1 Справочника, должны быть приняты во внимание как часть вариантов НДМ для улучшения эффективности существующих энергоустановок. Существенные результаты были достигнуты при реконструкции старых котлов, особенно в странах фазы перехода.

Уровни тепловой эффективности, связанные с применением мероприятий НДМ, приведены в таблице 4.4.1.

Таблица 4.4.1. Уровни тепловой эффективности, связанные с использованием НДМ

Топливо	Технология сжигания	КПД энергоблока нетто, %	
		Новые энергоблоки	Реконструируемые энергоблоки
Каменный и бурый уголь	Когенерация	75-90	75-90
Каменный уголь	Пылеугольное сжигание (с твердым и жидким шлакоудалением)	43-47	Достижимый уровень эффективности зависит от местных условий, однако уровень 36-40 % может считаться как связанный с использованием НДМ
	Сжигание в кипящем слое	>41	
	СКСД	>42	
Бурый уголь	Пылеугольное сжигание (с твердым и жидким шлакоудалением)	42-45	
	Сжигание в кипящем слое	>40	
	СКСД	>42	

4.5. Пыль

Считают, что для обеспыливания газов, отходящих от новых и существующих установок, сжигающих каменный и бурый уголь, НДМ является использование электрофильтров (ЭФ) или тканевых фильтров (ТФ), при которых достигается уровень выбросов значительно ниже 5 мг/Нм^3 . Кроме того, наилучшие уровни выбросов Hg достигаются системами снижения очистки дымовых газов с использованием тканевых фильтров (например, десульфуризация + устройство обеспыливания).

Циклоны и механические сборники отдельно не являются НДМ, однако они могут использоваться для предварительной очистки в сложных системах очистки дымовых газов.

НДМ для обеспыливания и связанные уровни выбросов приведены в таблице 4.5.1. Связанные уровни выбросов пыли установлены, исходя из потребности в снижении выбросов тонких частиц (PM10 и PM2.5) и минимизации выбросов тяжелых металлов (особенно Hg), так как они имеют тенденцию предпочтительно накапливаться на более тонких частицах пыли. Для топливосжигающих установок более 100 МВт, а особенно более 300 МВт, уровни пыли ниже, потому что методы десульфуризации, которые являются уже частью НДМ для десульфуризации, также уменьшают выброс твердых частиц.

Связанные уровни выбросов соответствуют среднесуточным значениям, стандартным условиям и содержанию кислорода O_2 6 % — не максимальным пиковым краткосрочным значениям, которые могут быть выше.

Таблица 4.5.1. НДМ для обеспыливания дымовых газов угольных энергоблоков

Мощность, МВт	Уровень выбросов пыли, мг/Нм ³		НДМ для достижения этих уровней	Мониторинг	Применимость	Комментарии
	Новый энергоблок	Реконструируемый энергоблок				
50 — 100	10 – 20	10 – 20	ЭФ/ТФ	Постоянный	Новые и существующие энергоблоки	• уровень снижения, связанный с использованием ЭФ, считается 99,5 % и выше • уровень снижения, связанный с использованием ТФ, считается 99,95 % и выше
100 – 300	5 – 15	5 – 15	ЭФ/ТФ в комбинации с ДС (мокрый или сухой скруббер или ввод сухого сорбента)	Постоянный	Новые и существующие энергоблоки	
>300	5 – 10	5 – 10	ЭФ/ТФ в комбинации с ДС (мокроизвестняковый метод)	Постоянный	Новые и существующие энергоблоки	• уровень снижения, связанный с использованием ЭФ, считается 99,5 % и выше • уровень снижения, связанный с использованием ТФ, считается 99,95 % и выше • мокрые скрубберы, используемые для десульфуризации, также улавливают и твердые частицы

Примечания:

ЭФ — электрофилтры,
ТФ — тканевые филтры,
ДС — десульфуризация.

Для очень высоких значений концентрации пыли в необработанных дымовых газах, которые могут быть при сжигании низкокалорийных бурых углей, в качестве уровней, связанных с использованием НДМ, вместо значений, указанных в таблице, нужно принимать 99,95 % для ЭФ и 99,99 % для ТФ.

4.6. Тяжелые металлы

Минеральная часть топлива может содержать различные вещества в зависимости от его происхождения. Все твердые топлива, и в том числе каменный и бурый уголь, содержат среди прочего микроэлементы, такие как тяжелые металлы. Поведение тяжелых металлов в процессе сжигания определяется сложными химическими и физическими процессами. В основном тяжелые металлы в процессе горения испаряются и конденсируются позже на твердых частицах летучей золы. Большинство металлов имеет достаточно низкие давления пара при температурах, которые существуют в обычных устройствах очистки дымовых газов и возможна их конденсация на твердых частицах. Поэтому НДМ для уменьшения выбросов тяжелых металлов с дымовыми газами энергоустановок, сжигающих каменный или бурый уголь, должны использовать высокоэффективные ЭФ (уровень эффективности >99,95 %) или тканевые фильтры (уровень эффективности >99,99 %).

Ртуть имеет высокое давление пара при обычных температурах дымовых газов в устройствах очистки и ее удаление пылеулавливающими устройствами является очень непостоянным. Учитывая, что сухие скрубберы и мокрые известь/известняковые скрубберы расценены как НДМ для снижения SO_2 для больших топливосжигающих установок, уровень выброса Hg меньше $0,03 \text{ мг/Нм}^3$ считается связанным с использованием НДМ.

Лучшие уровни снижения выбросов Hg обычно получаются при использовании ТФ. При использовании ТФ и ЭФ в соединении с методами ДС, таких как сухие или мокрые скрубберы с использованием известняка или введение сухого сорбента с ТФ, НДМ связан с уровнем снижения Hg 70-98 % при сжигании битумозных каменных углей. Уровень снижения при сжигании подбитумного каменного угля или бурого угля значительно ниже и составляет 30-70 %. Более низкие уровни поглощения Hg на энергоустановках, использующих подбитумный каменный уголь и бурый уголь, объясняется низким содержанием углерода в летучей золе и относительно более высоким содержанием газообразной Hg в дымовом газе при сжигании этих топлив. Для дальнейшего снижения выброса Hg возможно введение активированного угля как дополнительный технический способ.

4.7. Выбросы SO_2

Как правило, для всех энергетических установок, сжигающих каменные и бурые угли, применение десульфуризации (ДС) является НДМ. Однако различают НДМ для разных технологий сжигания: крупные пылеугольные энергоустановки рассматривают отдельно от котлов с псевдоожиженным слоем из-за различных технических методов десульфуризации.

Следующие методы считаются НДМ для пылеугольных топливосжигающих установок на каменном и буром углях: мокрые скрубберы, сухие скрубберы и, для небольших установок (ниже ~250 МВт), также впрыск сухого сорбента (то есть сухая ДС с применением тканевых фильтров). Эти методы имеют рыночную долю более чем 90 % установок десульфуризации. Соответствующий уровень десульфуризации рассматривают для мокрых скрубберов между 85 и 98 %, для сухих скрубберов между 80 и 92 % и для впрыска сухого сорбента между 70 и 90 %. Мокрый скруббер имеет также высокий уровень поглощения HF и HCl (98–99 %). Уровень выброса обоих загрязняющих веществ, связанный с использованием мокрого скруббера — $1\text{--}5 \text{ мг/Нм}^3$. Другое преимущество мокрого скруббера — его вклад в снижение выбросов пыли и тяжелых металлов (таких как Hg). Существующие энергоустановки, на которых уже применяют мокрую систему ДС, могут уменьшить выбросы SO_2 , оптимизируя характер движения потока в баке абсорбера. Процесс мокрой очистки дорог для небольших энергоустано-

вок и поэтому не рассматривается как НДМ для энергоустановок с мощностью меньше 100 МВт.

Скруббер на морской воде, как полагают, может быть отнесен к НДМ из-за его высокой надежности и из-за простоты процесса, который не требует транспортировки жидкого раствора и не производит побочных продуктов. Однако местные условия, такие как свойства морской воды, приливно-отливные течения, близость к водовыпуску скруббера морской (водной) среды и т.д. нуждаются в тщательном исследовании, чтобы избежать любых отрицательных экологических или других последствий. Последствия могут проявиться в снижении уровня pH в непосредственной близости от электростанции, в поступлении в окружающую среду тяжелых металлов и летучей золы. Это особенно актуально для энергоустановок, расположенных в устьях рек.

Для топливосжигающих установок мощностью меньше 100 МВт использование малосернистого каменного угля вместе с введением сухого сорбента считается НДМ.

Другие методы десульфуризации, описанные в разделе 3.5 Справочника, такие как комбинированные методы для снижения NO_x и SO_2 , ввод активированного угля и DESONOX-процесс, могут квалифицироваться как НДМ в случаях, когда местные условия позволяют применение метода или возврат инвестиций.

Температура горения при сжигании в кипящем слое благоприятна для реагирования серы с кальцием или соединениями магния. Продукты реакции, гипс и непрореагировавший известняк, удаляются частично из-под котла вместе со шлаком и частично электрофильтрами или тканевыми фильтрами вместе с летучей золой. Для высокой степени улавливания серы более высокое соотношение Ca/S необходимо при сжигании в кипящем слое (СКС), чем при мокрой очистке газа или в сухих скрубберах. Однако, даже с очень высоким соотношением Ca/S , сжигание СКС не может достигнуть таких высоких уровней улавливания, как при мокрой очистке.

Более высокие степени десульфуризации достигнуты в котлах с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС), чем в котлах со стационарным (пузырьковым) кипящим слоем (ССКС). Для каменного и бурого угля, эффективность удаления серы 80-95 % возможна в ЦКС с умеренным соотношением Ca/S (2-4). При увеличении сернистости топлива немного уменьшают соотношение Ca/S для достижения определенного уровня удаления серы (например, 90%-ое удаление). Однако фактический массовый уровень расхода известняка нуждается в увеличении, так же увеличивается и количество произведенных отходов. Следовательно, текущая тенденция для ЦКС при сжигании чрезвычайно высокосернистых топлив (4-6 % S) — объединение местного поглощения серы известняком в печи и поглощение серы на холодном конце топки. При учете всех аспектов, поглощение серы в ЦКС только введением известняка в кипящий слой рассматривают как НДМ при низкой или умеренной сернистости топлива (<1-3 % S).

В ССКС соответствующая эффективность удаления — между 55-65 %, при таком же качестве каменного или бурого угля и с таким же качеством и расходом известняка. Из-за низкой эффективности десульфуризации в ССКС введение известняка или доломита нельзя рассматривать как НДМ. В ССКС котлах, сжигающих только каменный уголь, НДМ — это методы «на конце трубы», описанные ранее для пылевого сжигания угля, — с теми же связанными уровнями выбросов.

НДМ десульфуризации и связанные уровни выбросов приведены в таблице 4.7.1. Связанные уровни выбросов базируются на среднесуточных значениях, стандартных условиях и уровне O_2 6 % (не на максимальных, непродолжительных пиковых значениях, которые могут быть выше).

Таблица 4.7.1. НДМ для предотвращения и управления выбросами оксида серы при сжигании угля и мазута

Мощность, МВт	Метод сжигания	Уровень выбросов SO ₂ , связанный с НДМ		Варианты НДМ для достижения этих уровней	Применимость	Мониторинг
		Новый энергоблок	Реконструируемый энергоблок			
50 – 100	ПС	200–300	200–300	Низкосернистое топливо и ДС(всс), ДС(сух)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ЦКС и СКСД	150–300	200–300	Ввод известняка	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ССКС	150–300	200–300	Низкосернистое топливо и ДС(всс), ДС(сух)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
100 – 300	ПС	100–200	100–250	ДС(мокр) ДС(сух) ДС(всс), более 200 МВт скруббер на морской воде, комбинированные методы снижения NO _x и SO ₂	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ЦКС and СКСД	100–200	150–250	Ввод известняка	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ССКС	100–200	150–250	ДС (мокр) ДС (сух)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
>300	ПС	20–100	50–150	ДС (мокр) ДС (сух) скруббер на морской воде, комбинированные методы снижения NO _x и SO ₂	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ЦКС и СКСД	100–200	100–200	Ввод известняка	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ССКС	20–100	50–150	ДС (мокр)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный

Примечания:

ПС (пылевое сжигание)

ССКС (сжигание в стационарном кипящем слое)

ЦКС (сжигание в циркулирующем кипящем слое)

СКСД (сжигание в кипящем слое под давлением)

ДС(мокр) (мокрая десульфуризация)

ДС(сух) (десульфуризация с использованием сухого скруббера)

ДС(всс) (десульфуризация вводом сухого сорбента)

4.8 Выбросы NO_x

Как правило, угольные энергоустановки, в которых используется комбинация первичных и/или вторичных методов снижения оксидов азота (NO_x) считаются НДМ. В состав соединений азота входят оксид (NO) и диоксид азота (NO_2), вместе обозначаемые как NO_x , и закись азота (N_2O). НДМ различаются для разных типов котлов — пылеугольное или сжигание в кипящем слое, и видов топлива — каменный или бурый уголь.

Для пылеугольных установок более 100 МВт, и в особенности для больших энергоустановок более 300 МВт для снижения выбросов NO_x , использование первичных мероприятий в соединении с СКВ – НДМ, при этом степень очистки СКВ системы составляет 80-95 %. Есть различные процессы, доступные сегодня для регенерации катализаторов, которые значительно увеличивают срок службы катализатора и, соответственно, уменьшают эксплуатационные расходы. Экономическая целесообразность применения системы СКВ в существующем котле — прежде всего вопрос ожидаемого остающегося срока службы энергоустановки, которая необязательно определяется ее возрастом. Использование СКВ имеет неудобство — выброс аммиака (так называемый проскок аммиака). Относительно концентрации аммиака при использовании СКВ, уровень менее 5 мг/Нм³ — уровень, связанный с НДМ. Этот уровень также позволяет избежать проблем при использовании летучей золы и запаха аммиака в окрестностях электростанции.

Комбинированные методы для снижения NO_x и SO_2 , описанные в главе 3.5 Справочника, такие как использование активированного угля и DESONOX-процесс, являются НДМ, но их преимущества, неудобства и применимость должны быть проверены в местных условиях.

Для пылеугольных установок на бурых углях, объединение различных первичных мер рассматривают как НДМ. Это означает, например, использование усовершенствованных низкоэмиссионных горелок в соединении с другими первичными мероприятиями, такими как рециркуляция дымового газа, ступенчатое сжигание (многостадийный ввод воздуха), дожигание, и т.д. СКВ метод оценен как НДМ для снижения выбросов NO_x лишь в части случаев из-за относительно низких выбросов NO_x энергоустановок, сжигающих бурый уголь, по сравнению с установками, сжигающими каменный уголь. СКВ не рассматривается как НДМ в общем смысле при сжигании бурого угля.

Для небольших угольных энергоустановок мощностью 50-100 МВт, применение вторичных методов подавления, таких как СКВ, не рассматривается как НДМ из-за высоких затрат. Для этих энергоустановок соединение различных мероприятий, таких как усовершенствованная низкоэмиссионная горелка и стадийный ввод воздуха, и т.д., как полагают, являются НДМ и для новых, и для существующих энергоустановок. Однако необходимо отметить, что в старых сооружениях топки обычно строились как можно меньше по объему (для высокой теплонпряженности). Поэтому температура в печи может быть уменьшена лишь ограниченно. Кроме того, глубина печи может позволить организовать только немного более длинный факел, чем первоначальный. Для старых топок применение современных турбулентных горелок, которые имеют факел не намного длиннее, чем в первоначальных горелках, расценивается как НДМ.

Высота топки в старых печах является обычно маленькой и может не позволить размещение устройств для ввода воздуха дожигания (ВД). Даже если есть такое место, продолжительность пребывания газов в верхней части топки не может быть достаточно большим для полного сгорания. В котлах, которые были построены позже, когда об образовании NO_x стало известно больше, топки стали делать обычно большими по объему, поэтому в них может быть достигнут более низкий уровень содержания NO_x . Лучшие результаты будут получены,

когда низкоэмиссионное сжигание предусмотрено в проекте котла, то есть в новых сооружениях.

Для небольших энергоустановок с относительно постоянной нагрузкой и с устойчивым качеством топлива, СНКВ метод может быть применен как мера для дополнительного уменьшения выбросов NO_x .

Использование первичных мероприятий в случае использования и каменного, и бурого углей имеет тенденцию вызывать неполное сгорание, в результате чего наблюдается более высокое содержание несгоревшего углерода в летучей золе и небольшое количество выбросов оксида углерода. При правильно выполненном проекте и контроле горения этих отрицательных воздействий обычно можно избежать. Уровень недожога в золе изменяется в зависимости от топлива и обычно несколько выше, чем без применения первичных мероприятий. Для большинства вариантов использования летучей золы допустимый уровень недожога — ниже 5 %. Уровни недожога ниже 5 % обычно могут быть достигнуты, но для небольшого количества каменных углей — только за счет несколько более высоких выбросов NO_x . Первичные мероприятия подавления NO_x также воздействуют на эффективность процесса. Если наблюдается неполное сгорание топлива, то происходит снижение энергетической эффективности. Обычное повышение уровня недожога из-за применения низкоэмиссионного сжигания приводит к снижению эффективности блока приблизительно на 0,1-0,3 %.

Для сжигания в кипящем слое каменного и бурого угля стадийное сжигание (стадийный ввод воздуха) считают НДМ. В этом случае сжигание начинается в под-стехиометрических условиях пиролизом в слое барботирования или в нижней части циркулирующего слоя. Остальная часть воздуха сжигания добавляется позже и постепенно, чтобы в конце достигнуть сверхстехиометрических условий и завершить сжигание. В циркулирующем кипящем слое циркулирующий материал гарантирует даже температурное распределение, которое обычно поддерживает температуру топки ниже 900 градусов, что и предотвращает в большой степени образование NO_x термического происхождения. С другой стороны, низкие температуры повышают выделение N_2O и увеличивают количество несгоревшего углерода. Поэтому выбор организации сжигания в кипящем слое — акт балансирования между противоречивыми требованиями в части выбросов NO_x , N_2O , SO_2 , несгоревших углеводородов, CO и угля.

Горение газов пиролиза непосредственно над кипящим слоем может привести к повышению температуры выше 1200°C и некоторому сопутствующему образованию NO_x термического происхождения. Как правило, образование NO_x в правильно разработанном котле с псевдоожиженным слоем может быть ниже уровня образования NO_x , достигаемого низкоэмиссионными горелками.

НДМ для предупреждения и управления выбросами NO_x и связанные уровни выбросов приведены в таблице 4.8.1. Связанные уровни выбросов базируются на среднесуточных значениях, стандартных условиях и уровне O_2 6 % — не на максимальных, непродолжительных пиковых значениях, которые могут быть выше.

Таблица 4.8.1. НДМ для подавления образования и контроля выбросов оксидов азота при сжигании каменных и бурых углей

Мощность, МВт	Метод сжигания	Уровень выбросов NO _x , связанный с НДМ, мг/Нм ³		Топливо	НДМ для достижения этих уровней	Применимость	Мониторинг
		Новые энергоблоки	Реконструируемые энергоблоки				
50–100	ПС	200–300 (N ₂ O: 2–10)	200–300 (N ₂ O: 2–10)	Каменный и бурый угли	Комбинация ПМ (например, стадийный ввод воздуха и топлива, низкоэмиссионные горелки и т.д.), СНКВ для дополнительного снижения	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ССКС, ЦКС и СКСД	200–300 (N ₂ O: 30–120)	200–300 (N ₂ O: 30–120)		Комбинация ПМ (например, стадийный ввод воздуха и топлива)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
100–300	ПС	100–200 (N ₂ O: 2–10)	100–200 (N ₂ O: 2–10)	Каменный уголь	Комбинация ПМ (например, стадийный ввод воздуха и топлива, низкоэмиссионные горелки и т.д.), СКВ или комбинированные методы	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ПС	100–200 (N ₂ O: 2–10)	100–200 (N ₂ O: 2–10)	Бурый уголь	Комбинация ПМ (например, стадийная подача воздуха и топлива)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ССКС, ЦКС и СКСД	100–200 (N ₂ O: 30–120)	100–200 (N ₂ O: 30–120)	Каменный уголь	Комбинация ПМ (например, стадийная подача воздуха и топлива), если необходимо, также с СНКВ	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ССКС, ЦКС и СКСД	100–200 (N ₂ O: 30–120)	100–200 (N ₂ O: 30–120)	Каменный и бурый угли	Комбинация ПМ (например, стадийная подача воздуха и топлива)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный

Мощность, МВт	Метод сжигания	Уровень выбросов NO _x , связанный с НДМ, мг/Нм ³		Топливо	НДМ для достижения этих уровней	При применимость	Мониторинг
		Новые энергоблоки	Реконструируемые энергоблоки				
>300	ПС	90–150 (N ₂ O: 2–10)	100–200 (N ₂ O: 2–10)	Каменный уголь	Комбинация ПМ (например, стадийная подача воздуха и топлива, низкоэмиссионные горелки и т.д.), в соединении с СКВ или комбинированными методами	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ПС	100–150 (N ₂ O: 2–10)	100–200 (N ₂ O: 2–10)	Бурый уголь	Комбинация ПМ (например, стадийная подача воздуха и топлива, низкоэмиссионные горелки и т.д.)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный
	ССКС, ЦКС и СКСД	50–150 (N ₂ O: 30–120)	100–200 (N ₂ O: 30–120)	Каменный и бурый угли	Комбинация ПМ (например, низких избытков воздуха и стадийная подача топлива)	Новые и реконструируемые энергоблоки	Непрерывный

Примечания:

ПС	пылевое сжигание
ССКС	сжигание в стационарном кипящем слое
СЦКС	сжигание в циркулирующем кипящем слое
СКСД	сжигание в кипящем слое под давлением
ПМ(..)	первичные мероприятия подавления NO _x
СКВ	селективный каталитический метод восстановления NO _x
СНКВ	селективный некаталитический метод восстановления NO _x

4.9. Монооксид углерода (СО)

НДМ для минимизации выбросов СО — полное сжигание, которое предполагает правильное проектирование топки, использование высокоэффективного контроля и методов, оборудования и средств управления процессом и обслуживания системы сжигания. Помимо условий горения, оптимизированная система для уменьшения выбросов NO_x также снизит уровни СО (ниже 30 мг/Нм³ для пылевого сжигания, и ниже 100 мг/Нм³ в случае СКС). Для установок, сжигающих бурый уголь, где главным образом первичные мероприятия расценены как НДМ для снижения NO_x выбросов, уровни СО могут быть выше (100–200 мг/Нм³).

4.10. Фтористый водород (HF) и хлористый водород (HCl)

Для угольных топливосжигающих установок применение мокрого (особенно для энергоустановок с мощностью более 100 МВт) и сухого скрубберов признаны как НДМ для снижения выбросов SO_2 . Эти методы также дают высокий уровень снижения выбросов HF и HCl (98–99 %). При использовании мокрого или сухого скрубберов связанный уровень выброса для обоих загрязняющих веществ — 1–5 мг/Нм³.

При наблюдении повышенных уровней выбросов HF или HCl проблема может быть связана с внутренними перетоками дымового газа во вращающемся (регенеративном) газовом теплообменнике. В этом случае необработанный дымовой газ будет поступать непосредственно в дымовую трубу, с высоким содержанием SO_2 , HF и HCl. Реконструкция существующего теплообменника или его замена на теплообменник современного типа рассматривается как часть НДМ. Лучший выбор в этом случае — отвод дымовых газов через градирню, при этом не нужен повторный нагрев дымового газа, поэтому не нужен и теплообменник.

Поскольку для ЦКС введение известняка было расценено как НДМ для снижения SO_2 , вместо мокрого скруббера при пылевом сжигании, уровень выбросов HCl, связанный с НДМ — между 15 и 30 мг/Нм³.

4.11. Аммиак (NH_3)

Недостаток систем СНКВ и СКВ — выброс непрореагировавшего аммиака в атмосферу (проскок аммиака). Считают, что концентрация аммиака, связанная с использованием НДМ, должна быть ниже 5 мг/Нм³, чтобы избежать проблем для использования летучей золы и появления запаха аммиака в окрестностях станции. Проскок аммиака часто является лимитирующим фактором для использования СНКВ метода. Чтобы избежать проскока аммиака в СНКВ методе, нижний слой катализатора может быть установлен в области экономайзера котла. Поскольку этот катализатор уменьшает проскок аммиака, это также уменьшает количество выбросов NO_x .

4.12. Загрязнение вод

При эксплуатации угольных топливосжигающих установок образуются различные потоки сточных вод (см. материал «Основные экологические аспекты сжигания топлива при производстве энергии»). Все меры для уменьшения объемов сточных вод и предотвращения загрязнения вод, которые были представлены в разделе 3.10 Справочника, являются НДМ и приведены в таблице 4.12.1.

Таблица 4.12.1: НДМ для очистки сточных вод

Метод	Основная экологическая выгода	Применимость	
		Новые энергоустановки	Реконструируемые энергоустановки
Мокроизвестняковая десульфуризация			
Очистка сточных вод флокуляцией (коагуляцией), осаждением, фильтрацией, с помощью ионообменных материалов и нейтрализацией	Удаление фторидов, тяжелых металлов, ХПК и взвешенных частиц	НДМ	НДМ
Снижение содержания аммиака азотацией, отстоем или биоразложением	Уменьшение содержания аммиака	НДМ только в случае, если содержание аммиака в сточных водах высоко, т.к. СКВ/СНКВ располагаются за установками ДС (по направлению движения газов)	
Замкнутые водооборотные системы	Уменьшение сброса сточных вод	НДМ	НДМ
Смешение сточных вод с угольной золой	Предотвращение сброса сточных вод	НДМ	НДМ
Удаление и транспортировка шлака			
Замкнутые оборотные системы с фильтрацией и осаждением	Уменьшение сброса сточных вод	НДМ	НДМ
Регенерация обессоливающих установок и блочных обессоливающих фильтров конденсата			
Нейтрализация и осаждение	Уменьшение сброса сточных вод	НДМ	НДМ
Отмывка адсорбентов			
Нейтрализация		НДМ только со щелочным процессом	
Обмывки котлов, воздухоподогревателей и газоочистного оборудования			
Нейтрализация и замкнутые оборотные системы или замена безводными методами очистки	Уменьшение сброса сточных вод	НДМ	НДМ
Поверхностный сток			
Отстой или химическая очистка и повторное использование	Уменьшение сброса сточных вод	НДМ	НДМ

Как упомянуто в разделе 4.1, хранение каменного и бурого угля на герметичных площадках с дренажом и сбором фильтрата рассматривается как НДМ. Любой поверхностный сток (дождевая вода) с участков хранения, который содержит частицы топлива, должен быть собран и отстоян перед сбросом. Связанный с НДМ уровень содержания взвесей в сбрасываемой воде, как полагают, является меньше 30 мг/л.

Иногда на электростанции невозможно предотвратить возникновение небольших количеств сточных вод, загрязненных нефтепродуктами. Обычно достаточно установки нефтеловушек для предотвращения любого экологически вредного воздействия на окружающую среду.

Материалы подготовлены РОО «Эколайн» и ОАО «Рязанская ГРЭС»

НДМ для мокроизвестняковой десульфуризации газов связано с применением установки очистки сточных вод. Очистка состоит из различных установок химической очистки от тяжелых металлов и твердых веществ и включает регулирование pH, осаждение тяжелых металлов и удаление твердых веществ и осадков из сточных вод. При этом контролируются следующие параметры: pH, проводимость, температура, содержание твердых веществ, содержание хлора, концентрации тяжелых металлов (таких как Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Zn, V, Pb), концентрация фтора и химическая потребность в кислороде (ХПК). Качество сточных вод после очистки изменяется очень сильно в зависимости от качества топлива, используемого процесса десульфуризации и объема сточных вод. Уровни сбросов, связанные с использованием НДМ очистки сточных вод приведены в таблице 4.12.2.

Таблица 4.12.2. Уровень содержания загрязняющих веществ в очищенных сточных водах мокроизвестнякового скруббера, связанный с использованием НДМ

Содержание загрязняющих веществ в очищенных сточных водах мокроизвестнякового скруббера (мг/л)												
Твердые	Сульфаты	Сульфиты	Сульфиды	F	ХПК	Zn	Cr	Cd	Cu	Pb	Ni	Hg
5–10	1000–1500	0.5–15	<0.2	1–10	<150	<1	<0.5	<0.05	<0.5	<0.1	<0.5	0.001–0.002

Другие методы очистки сточных вод, описанные в главе 3 Справочника, можно также рассматривать как НДМ.

4.13. Топливные отходы

Как упомянуто в разделе 4.3.6 Справочника, промышленность уделяет большое внимание использованию отходов горения и побочных продуктов вместо того, чтобы вести их захоронение. Утилизация и повторное использование — лучший доступный выбор и приоритетное направление. Большое количество различных вариантов повторного использования побочных продуктов угольных электростанций представлено в таблице 4.3 Справочника.

Есть десятки разных возможностей использования различных побочных продуктов. Каждый отдельный метод использования имеет свои специфические требования к качеству золы. В этом документе невозможно описать все эти критерии. Качественные требования обычно связаны со структурными свойствами золы и содержанием любых вредных веществ, таких как количество недожога, растворимых тяжелых металлов, и т.д.

Конечным продуктом мокроизвестнякового метода является гипс, который представляет собой коммерческий продукт. Он может быть продан для использования вместо естественного гипса. Фактически большая часть гипса, произведенного на электростанциях, используется в производстве гипсокартона. Чистота гипса ограничивает количество известняка, который может быть подан в процесс.

Конечный продукт сухих процессов десульфуризации используется для различных целей в строительстве вместо естественных полезных ископаемых, например в дорожном строительстве, для строительства земляных сооружений и площадок, заполнения шахт и сооружения дамб гидросооружений.