



Справочный неофициальный документ ЦГ ТЭВ для анализа Приложений IV, V, VI, X и XI Гётеборгского протокола, касающихся производственных процессов

Март 2022

Подготовлено Научно-техническим секретариатом
ЦГ ТЭВ

Надин Аллеманд (Citepa)

Симон Глэзер-Шауд (KIT)

Грегуар Бонгранд (Citepa)

Валери Имад (Citepa)

Справочный неофициальный документ ЦГ ТЭВ для анализа Приложений IV, V, VI, X и XI Гётеборгского протокола, касающихся производственных процессов

Дополнительная информация

Научно-технический секретариат ЦГ ТЭВ

Д-р. Надин Аллеманд

Citepa

42 Rue de Paradis 75010 Paris

France

Тел.: + 33 (0)1 44 83 68 83

e-mail: nadine.allemand@citepa.org Dr.- Д-р-

Инж. Симон Глозер-Шауд Технологический
институт Карлсруэ (KIT)

Франко-немецкий институт экологических исследований Hertzstraße 16

D-76187 Karlsruhe Germany

Тел.: +49 (0)721 608 44592

Факс: +49 (0)721 608 44682

e-mail: simon.gloeser-chahoud@kit.edu

Содержание

Содержание	3
Список таблиц.....	6
Список рисунков.....	14
Список основных сокращений/ аббревиатур.....	15
Краткое содержание	19
1. Введение.....	22
2. Краткое описание техник, рассматриваемых в ходе оценки	23
2.1. Методы снижения выбросов оксидов серы для стационарных источников	23
2.2. Методы сокращения выбросов оксидов азота для стационарных источников.....	24
2.3. Методы снижения выбросов пыли для стационарных источников	26
3. Приложение IV: предельные значения для выбросов серы из стационарных источников	27
3.1. Предельные значения для выбросов SO ₂ , выбрасываемых из установок для сжигания топлива.....	27
3.2. Предельные значения содержания серы в газойле	44
3.1. Предельные значения для SO _x для установок улавливания серы на нефтегазовых заводах	45
3.2. Предельные значения для выбросов SO _x , образующихся при производстве диоксида титана.....	47
4. Приложение V: предельные значения для выбросов NO _x из стационарных источников ...	49
4.1. Предельные значения для выбросов NO _x , выбрасываемых из установок для сжигания топлива.....	49
4.2. Предельные значения для выбросов NO _x , образующихся при производстве цементного клинкера.....	70
4.3. Предельные значения для выбросов NO _x от новых стационарных двигателей	74
4.4. Предельные значения для выбросов NO _x , выбрасываемых агломерационными фабриками железной руды	76
4.5. Предельные значения для выбросов NO _x , образующихся при производстве азотной кислоты	77
5. Приложение VI: предельные значения для выбросов ЛОС из стационарных источников .	78
5.1. Предельные значения для ЛОС, классифицированных как CMR	79
5.2. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при хранении и распределении бензина, за исключением погрузки на морские суда	82
5.3. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при заправке автомобилей на станциях технического обслуживания	83
5.4. Предельные значения для выбросов ЛОС, выделяющихся при нанесении клеевых покрытий.....	85
5.5. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при нанесении покрытий в	

автомобильной промышленности	87
5.6.Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при нанесении покрытий в различных промышленных секторах	90
5.7.Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при нанесении рулонных покрытий.....	97
5.8.Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при химической чистке	99
5.9.Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при производстве покрытий, лаков и клеев.....	101
5.10.Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся в результате полиграфической деятельности	102
5.11.Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при производстве фармацевтической продукции.....	108
5.12.Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при переработке натурального или синтетического каучука	110
5.13.Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при очистке поверхностей.....	111
5.14.Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при добыче растительного и животного жира и рафинации растительных масел.....	112
5.15.Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, выделяющихся при пропитке древесины	114
6. Приложение X: предельные значения для выбросов ТЧ из стационарных источников....	115
6.1. Предельные значения для выбросов пыли из установок для сжигания топлива	115
6.2.Предельные значения для выбросов пыли, образующейся на заводах по переработке нефти и газа.....	129
6.3. Предельные значения для выбросов пыли при производстве цементного клинкера и извести	130
6.4. Предельные значения для выбросов пыли при производстве чугуна и стали	131
6.5. Предельные значения для выбросов пыли из чугунолитейных цехов.....	132
6.6. Предельные значения для выбросов пыли при производстве цветных металлов	133
6.7. Предельные значения для выбросов пыли при производстве стекла	134
6.8. Предельные значения для выбросов пыли при производстве целлюлозы	135
6.9. Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при сжигании отходов	136
6.10. Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве диоксида титана.....	137
6.11.Предельные значения пыли для бытовых установок сжигания с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт.....	137
6.12.Предельные значения для нежилых установок сжигания с номинальным тепловым вводом в диапазоне 100 кВт - 1 МВт	183
6.13.Предельные значения для нежилых установок сжигания с номинальной тепловой мощностью 1 МВт-50 МВт.....	186

7. Приложение XI: предельные значения для выбросов летучих органических соединений из продуктов.....	189
8. Заключение.....	191
9. Список использованных источников.....	194

Список таблиц

Таблица 1: Технологические процессы и соответствующие ELV, перечисленные в приложениях IV (SO ₂), V (NO _x), X (ТЧ)	20
Таблица 2: Процессы и соответствующие ELV, перечисленные в приложениях VI (ЛОС из стационарных источников) и XI (содержание ЛОС в продуктах)	21
Таблица 3: Процессы и соответствующие ELV, перечисленные в приложении VIII (топливо и мобильные источники)	22
Таблица 4: Таблица 1, Приложение IV, предложение по потенциальному обновлению предельных значений для выбросов серы от сжигающих установок.....	28
Таблица 5: Предельные значения выбросов SO ₂ для твердого топлива угольного типа от (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от тепловой мощности [1].	34
Таблица 6: BAT AEL SO ₂ для угля или бурого угля из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от тепловой мощности [3].	35
Таблица 7: Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов SO ₂ при сжигании твердого топлива угольного типа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления.....	38
Таблица 8: Предельные значения выбросов SO ₂ для твердой биомассы или торфа из (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от мощности теплового ввода	38
Таблица 9: BAT AEL SO ₂ для твердой биомассы или торфа из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от мощности теплового ввода [3].	39
Таблица 10: Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов SO ₂ при сжигании твердой биомассы и торфа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , а также расчетных соответствующих среднемесячных значений и индексов обновления.	40
Таблица 11: Предельные значения выбросов SO ₂ для жидкого топлива из (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 3% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от тепловой мощности.....	40
Таблица 12: BAT AEL SO ₂ для жидкого топлива из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 3% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от тепловой потребляемой мощности [3].	41
Таблица 13: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов SO ₂ при сжигании жидкого топлива,	42
Таблица 14: Предельные значения выбросов SO ₂ для газообразного топлива в (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 3% O ₂ в мг/Нм ³ [1].....	43
Таблица 15: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов SO ₂ при сжигании газообразного топлива, выраженные в виде среднесуточных значений при 3% O ₂ в мг/Нм ³ , а также соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления	43
Таблица 16: Таблица 2, Приложение IV, Предложение по потенциальным	

обновлениям ELV для содержания серы в газойле.....	44
Таблица 17: Таблица 3, Приложение IV, Предложение по потенциальному обновлению коэффициента извлечения серы в установках улавливания серы для очистки отходящих газов.....	45
Таблица 17: Таблица 4, приложение IV, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов SOx при производстве TiO2.....	47
Таблица 19: Таблица 1, приложение V, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов оксидов азота от сжигающих установок.....	49
Таблица 20: Таблица 2, Приложение V, предложение по обновлению предельных значений для выбросов оксидов азота от газовых турбин.....	54
Таблица 21: Предельные значения выбросов NOx для твердого топлива угольного типа от (A)GP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O2 в мг/Нм3, в зависимости от тепловой мощности[1].	56
Таблица 22: BAT AEL NOx для угля или бурого угля из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O2 в мг/Нм3, в зависимости от тепловой мощности [3]......	56
Таблица 23: Предложение потенциальных обновлений в ELV для NOx от сжигания твердого топлива угольного типа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O2 в мг/Нм3, а также расчетных соответствующих среднесуточных значений и индексов обновления.	59
Таблица 24: Предельные значения выбросов NOx для твердой биомассы и торфа от (A)GP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O2 в мг/Нм3, в зависимости от мощности теплового ввода [1]......	59
Таблица 25: BAT AEL NOx для твердой биомассы или торфа из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O2 в мг/Нм3, в зависимости от мощности теплового ввода[3]......	60
Таблица 26: Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов NOx при сжигании твердой биомассы и торфа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O2 в мг/Нм3, а также расчетные соответствующие среднесуточные значения и индексы обновления.....	61
Таблица 27: Предельные значения выбросов NOx для жидкого топлива, согласно (A)GP, выраженные как среднесуточные значения при 3% O2 в мг/Нм3, в зависимости от тепловой мощности.....	61
Таблица 28: BAT AEL NOx для жидкого топлива из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 3% O2 в мг/Нм3, в зависимости от тепловой мощности[3]......	62
Таблица 29: Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов NOx при сжигании жидкого топлива, выраженных в виде среднесуточных значений при 3% O2 в мг/Нм3, а также расчетные соответствующие среднесуточные значения и индексы обновления.....	63
Таблица 30: Предельные значения выбросов NOx для газообразного топлива, используемого в котлах в (A)GP [1] (в мг/Нм3 при 3% O2).....	64
Таблица 31: BAT AEL NOx для газообразных топлив от LCP [3] и переработки минерального масла [31] из Заключений НДТ, выраженные как среднесуточные значения при 3% O2, в мг/Нм3.....	64
Таблица 32: Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов NOx при сжигании газообразного топлива, выраженных в виде среднесуточных	

значений при 3% O ₂ в мг/Нм ³ , а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления	66
Таблица 33: Предельные значения выбросов NO _x , выбрасываемых наземными турбинами внутреннего сгорания (включая газовые турбины комбинированного цикла CCGT) в (A)GP (в мг/Нм ³ при 15% O ₂) [1].	67
Таблица 34: BAT AEL NO _x для газообразного топлива для турбин в соответствии с LCP [3] и переработкой минерального масла [31] из Заключения НДТ, выраженные как среднесуточные значения при 15% O ₂ в мг/Нм ³	68
Таблица 35: Предложение потенциальных обновлений в ELV для NO _x от газовых турбин, сжигающих газообразное топливо, выраженных как среднесуточные значения при 15% O ₂ в мг/Нм ³ , а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления	70
Таблица 36: Таблица 3, приложение V, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов NO _x при производстве цементного клинкера	71
Таблица 37: Таблица 4, приложение V, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов NO _x от стационарных двигателей	75
Таблица 38: Таблица 5, приложение V, Предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов NO _x на агломерационных фабриках по производству железной руды	76
Таблица 39: Таблица 6, Приложение V, Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов NO _x при производстве азотной кислоты	77
Таблица 40: Уровни выбросов, связанные с наилучшей доступной технологией, для канализированных выбросов летучих органических соединений CMR [28]	80
Таблица 41: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов веществ CMR	81
Таблица 42: Приложение VI, таблица 2, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов ЛОС при заправке автомобилей на автозаправочных станциях (этап II)	84
Таблица 43: Приложение VI, таблица 3, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов ЛОС при нанесении клеевых покрытий	85
Таблица 44: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAE-AEL), для общих выбросов ЛОС при производстве клейких лент [5]	87
Таблица 45: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAT-AEL), для выбросов ЛОС в отходящих газах при производстве клейких лент [5]	87
Таблица 46: Таблица 5, Приложение VI, Предложение по потенциальным обновлениям ELV выбросов ЛОС в результате деятельности по нанесению покрытий в автомобильной промышленности	87
Таблица 47: Уровни выбросов, связанные с НДТ (BAT-AELs), для общих выбросов ЛОС при покрытии транспортных средств [5]	89
Таблица 48: Таблица 6, приложение VI, Предложение о потенциальных обновлениях ELV выбросов ЛОС при нанесении покрытий в различных промышленных секторах	90
Таблица 49: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAT-AEL), для общих выбросов ЛОС при покрытии деревянных поверхностей [5]	92
Таблица 50: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAT-AEL), для летучих выбросов ЛОС при покрытии деревянных поверхностей [5]	93

Таблица 51: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при нанесении покрытия на деревянные поверхности [5]	93
Таблица 52: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС при нанесении покрытий на пластиковые и металлические поверхности [5]	93
Таблица 53: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при нанесении покрытий на пластиковые и металлические поверхности [5].....	93
Таблица 54: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при нанесении покрытий на пластиковые и металлические поверхности [5].....	94
Таблица 55: Таблица 7, приложение VI, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов ЛОС при покрытии кожи.....	94
Таблица 56: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС от покрытия кожи [7]	95
Таблица 57: Таблица 7, приложение VI, предложение по обновлению предельных значений для выбросов ЛОС при нанесении покрытия на обмоточный провод.....	96
Таблица 58: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС при покрытии проволоки обмоткой [5]	97
Таблица 59: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при производстве обмоточной проволоки [5].....	97
Таблица 60: Таблица 8, приложение VI, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов ЛОС при нанесении покрытий на катушки.....	98
Таблица 61: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для неорганизованных выбросов ЛОС при покрытии на рулонные материалы [5].....	99
Таблица 62: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при нанесении покрытий на рулоны [5]	99
Таблица 63: Таблица 9, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений выбросов ЛОС в результате химической чистки	100
Таблица 64: Предложение по обновлению ELV для выбросов ЛОС от химической чистки	101
Таблица 65: Таблица 10, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений для выбросов ЛОС при производстве покрытий, лаков и клеев	102
Таблица 66: Таблица 11, приложение VI, предложение по обновлению ELV для выбросов ЛОС от полиграфической деятельности.....	102
Таблица 67: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов летучих органических соединений при офсетной печати с нагревом [5].....	105
Таблица 68: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при офсетной печати с нагревом рулона [5]	105
Таблица 69: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при офсетной печати с нагревом рулона [5]	105
Таблица 70: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при ротogravюрной печати изданий [5].....	106
Таблица 71: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в	

отходящих газах при ротогравюрной печати изданий [5].....	106
Таблица 72: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС при флексографии и непубличной ротогравюрной печати [5].....	107
Таблица 73: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при флексографии и непубличной ротогравюрной печати [5]	107
Таблица 74: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при флексографии и непечатной ротогравюрной печати [5]	108
Таблица 75: Таблица 12, приложение VI, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов ЛОС при производстве фармацевтической продукции	109
Таблица 76: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при производстве фармацевтической продукции [28].....	110
Таблица 77: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для диффузных выбросов ЛОС в воздух при использовании растворителей или повторном использовании восстановленных растворителей [28]	110
Таблица 78: Таблица 13, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений для выбросов ЛОС при переработке натурального или синтетического каучука.....	110
Таблица 79: Таблица 14, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений для выбросов ЛОС при очистке поверхностей.....	111
Таблица 80: Таблица 15, приложение VI, Предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов ЛОС при добыче растительного и животного жира и рафинации растительного масла.....	113
Таблица 81: Уровни выбросов, связанные с НДТ (ВАТ-АЕЛs), для потерь гексана при переработке и рафинации масличных [27]	114
Таблица 82: Таблица 16, приложение VI, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов ЛОС при пропитке древесины	114
Таблица 83: Уровни выбросов, связанные с НДТ (ВАТ-АЕЛs), для выбросов ТЛОС в отходящих газах при консервировании древесины и изделий из нее с использованием креозота и/или химических веществ для обработки на основе растворителей	115
Таблица 84: Таблица 1, приложение IV, Предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов пыли от сжигающих установок.....	115
Таблица 85: Предельные значения выбросов пыли для твердого топлива угольного типа из (А)GP [1], выраженные как среднемесячные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от мощности теплового ввода	121
Таблица 86: ВАТ АЕЛ пыли для угля или бурого угля из Заключений НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от тепловой мощности [3].....	121
Таблица 87: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для пыли от сжигания твердого топлива угольного типа, выраженное	123
Таблица 88: Предельные значения выбросов пыли для твердой биомассы или торфа от (А)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от мощности теплового ввода	124
Таблица 89: ВАТ АЕЛ пыли для твердой биомассы или торфа из Заключений НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , в	

зависимости от мощности теплового ввода [3].	124
Таблица 90: Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов пыли при сжигании твердой биомассы и торфа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O ₂ в мг/Нм ³ , а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления	125
Таблица 91: Предельные значения выбросов пыли для жидкого топлива, согласно (A)GP [1], выраженные как среднемесячные значения при 3% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от тепловой мощности.	125
Таблица 92: Ват AEL пыли для жидкого топлива из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 3% O ₂ в мг/Нм ³ , в зависимости от тепловой мощности [3].	126
Таблица 93: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при сжигании жидкого топлива,	127
Таблица 94: Предельные значения выбросов пыли для газообразного топлива в (A)GP (в мг/Нм ³ при 3% O ₂) [1].	127
Таблица 95: Предложение потенциальных обновлений в ELV для пыли от сжигания газообразного топлива, выраженных в виде среднесуточных значений при 3% O ₂ в мг/Нм ³ , а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления	129
Таблица 96. Таблица 2, приложение X, предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов пыли из регенераторов FCC на предприятиях по переработке нефти и газа.	130
Таблица 97: Таблицы 3 и 4, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при производстве цементного клинкера и извести.	131
Таблица 98: Таблица 5, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV пыли с предприятий по производству железа и стали	131
Таблица 99: Таблица 6, приложение X, предложение о потенциальных обновлениях ELV пыли из чугунолитейных цехов	133
Таблица 100: Таблица 7, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при производстве цветных металлов	134
Таблица 101: Таблица 8, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при производстве стекла	134
Таблица 102: Таблица 9, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли, образующихся при производстве целлюлозы.	135
Таблица 103: Таблица 10, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли, выбрасываемых установками по сжиганию отходов	136
Таблица 104: Таблица 11, приложение X, предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов пыли, образующихся при производстве диоксида титана.	137
Таблица 105: Методы измерения ТЧ, используемые в различных стандартах, из [87], адаптированные и дополненные ЦГ ТЭВ	141
Таблица 106: Основные параметры, влияющие на выбросы ТЧ, по данным INERIS [93]	144

Таблица 107: Описание печей, сертификационные значения ТЧ и средний сухой КВ ЧУ [103]	148
Таблица 108: Диапазон скоростей выбросов ЧУ (г/ч), общего количества выброшенных ЧУ (граммы) и коэффициентов выбросов ЧУ (г/кг) для 7 печей, протестированных на этапе сжигания отработанного топлива [103].	148
Таблица 109: Предельные значения, установленные для твердотопливных локальных обогревателей помещений с номинальной тепловой мощностью 50 кВт или менее постановлением ЕС 2015/1185 [18].....	150
Таблица 110: Предельные значения, установленные для твердотопливных котлов с номинальной тепловой мощностью 500 кВт или менее постановлением ЕС 2015/1189 (сезонные выбросы при отоплении помещений) [17].	151
Таблица 111: Предельные значения для новых котлов, работающих на твердом топливе (1-8) и некоторых видах топлива (9-13) [106].....	153
Таблица 112: Предельные значения на испытательном стенде (типовое испытание) для малых бытовых приборов в Германии в соответствии с 1-BImSchV (13% O ₂) [106].....	154
Таблица 113: Стандарты США 2015 и 2020 годов [89][90]	156
Таблица 114: Швейцарские предельные значения для приборов мощностью < 70 кВт (новые и существующие) [99][91]	158
Таблица 115: Требования к средствам управления [91] [100]	158
Таблица 116: предельные значения выбросов для критериев «Голубого ангела» в 2021 году и методы испытаний [30].	159
Таблица 117: Сравнение предельных значений выбросов по нормам экодизайна и критериям «Голубого ангела» в 2021 году [30]	160
Таблица 118: Критерии энергоэффективности и выбросов в Северном Лебеде (13% O ₂ для печей, 10% O ₂ для котлов) [9][98]	162
Таблица 119: Обзор экологических характеристик двух французских печей последнего поколения и двух американских печей, входящих в число приборов с наилучшими характеристиками в соответствии со стандартом ЕС 13229 [84]	166
Таблица 120: Обзор концентраций загрязняющих веществ, измеренных на двух французских печах последнего поколения и двух американских печах с наилучшими показателями в соответствии с экспериментальным протоколом, отражающим реальные условия жизни [84].	166
Таблица 121: Обзор экологических характеристик двух французских печей последнего поколения и двух американских печей с лучшими показателями в соответствии с экспериментальным протоколом, отражающим реальные условия жизни [84].	167
Таблица 122: Соотношения выбросов, измеренных в почти реальных условиях и в стандартных условиях (EN 13229) [84].....	167
Таблица 123: Доля ЕВС в ТЧ в % [84]	168
Таблица 124: Выбросы после модификации французских приборов [84]	169
Таблица 125: Значения выбросов по результатам исследования для печей, сжигающих поленья, согласно Вито [9].....	171
Таблица 126: показатели выбросов для печей, работающих на дровах, полученные в результате исследования, с характеристиками, превосходящими пример	

хорошего сочетания в правилах экодизайна согласно Vito [9].	172
Таблица 127: значения выбросов по результатам исследования для pelletных печей по данным Vito [9].....	173
Таблица 128: значения выбросов для pelletных печей из исследования с характеристиками лучше, чем пример хорошего сочетания в правилах экодизайна по Vito [9].	173
Таблица 129: значения выбросов по результатам исследования для pelletных котлов по данным Vito [9]	174
Таблица 130: Обзор НДТ и НДТ по отдельным случаям (сbc) по типам приборов в соответствии с Vito [9].....	176
Таблица 131: Таблица 12 Приложения X Гётеборгского протокола [1].....	181
Таблица 132: Предложение по потенциальному обновлению ELV для выбросов ТЧ в таблице 12 Приложения X Гётеборгского протокола с поправками [1].....	182
Таблица 133: Таблица 13 Приложения X Гётеборгского протокола [1].....	184
Таблица 134: Предельные значения в Германии для котлов с тепловой мощностью > 4 кВт до 1 МВт [106].....	184
Таблица 135: Предельные значения в Швейцарии для котлов с тепловой мощностью > 70 кВт до 1 МВт [99].....	185
Таблица 136: Предложение по потенциальному обновлению ELV для котлов с тепловой мощностью > 100 кВт до 1 МВт в таблице 13 приложения X Гётеборгского протокола с поправками [1].....	185
Таблица 137: Таблица 14 Приложения X Гётеборгского протокола [1].....	186
Таблица 138: Предельные значения в Германии для котлов в установках с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт для новых и существующих установок [94]	187
Таблица 139: Предельные значения в Швейцарии для котлов с тепловой мощностью от 1 до 50 МВт [99]	187
Таблица 140: Предельные значения, установленные директивой ЕС для установок среднего горения с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт, для твердого топлива [19].....	188
Таблица 141: Предлагаемые изменения в предельных значениях для котлов с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт	188
Таблица 142: Предельные значения, установленные директивой ЕС для установок среднего горения с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт для жидкого топлива [19].....	189
Таблица 143: Таблица 1, приложение XI, предложение по потенциальному обновлению ELV для выбросов ЛОС из продуктов	189

Список рисунков

Рисунок 1: : Динамика средней концентрации SO ₂ на всей мощности китайских угольных электростанций в период с 2014 по 2017 год [51].	36
Рисунок 2: Схематическая технологическая схема установки улавливания серы (SRU) с несколькими клаузурными реакторами [57].	46
Рисунок 3: Динамика средней концентрации NO _x для всей мощности угольных электростанций Китая в период с 2014 по 2017 год [51].	58
Рисунок 4: возможности методов снижения выбросов NO _x на цементных заводах [58].	73
Рисунок 5: Процесс EnviroNO _x ® для комбинированной борьбы с N ₂ O и NO _x на заводах по производству азотной кислоты с использованием разложения N ₂ O и восстановления NO _x аммиаком [44].	78
Рисунок 6: Динамика средней концентрации ТЧ на всей мощности китайских угольных электростанций в период с 2014 по 2017 год [51].	122
Рисунок 7: Сравнение отбора проб ТЧ с ТЧ в окружающей среде [77] и для сравнения с EM-PME-тестом [87].	140
Рисунок 8: Основные варианты, изученные для повышения эффективности печей [8].	162
Рисунок 9: Эффективность и выбросы новой концептуальной печи, разработанной в рамках проекта STOVE 2020 [83].	164
Рисунок 10: Выбросы ТЧ до и после установки электрофильтра в дымоходах 22 малых дровяных приборов [107].	177
Рисунок 11: Принцип работы электрофильтра Oekosolve и фотография дымохода, оснащенного системой [108].	178
Рисунок 12: Котел на древесной щепе со встроенным электрофильтром [109][110].	178

Список основных сокращений/ аббревиатур

(A)GP	Гётеборгский протокол с поправками 2012 года ((Amended) Gothenburg Protocol)
BAT (НДТ)	Наилучшая доступная техника (Best available technique)
BAT AEL	Уровни выбросов, связанные с НДТ (Best available technique associated environmental level)
ЧУ (BC)	Черный углерод (Black Carbon)
BF	Рукавный фильтр (Baghouse filter)
СНДТ (BREF)	Справочный документ по наилучшим доступным техникам (Best available technique reference document)
CBC	Индивидуально, в каждом отдельном случае (case by case)
CCAC	Коалиция за климат и чистый воздух (Climate and clean air coalition)
CCGT	Газовая турбина комбинированного цикла (Combined cycle gas turbine)
CFB	Циркулирующий кипящий слой (Circulating fluidised bed)
CLP	Классификация, маркировка и упаковка (Classification, labelling and packaging)
КТЗВБР (CLRTAP)	Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution)
CN	Комбинированная номенклатура (Combined nomenclature)
CPM	Конденсируемые твердые частицы (Condensable particulate matter)
CPOA	Конденсируемый органический аэрозоль (Condensable organic aerosol)
CPR	Регламент по строительным материалам (Construction products regulations)
DLN	Горелка с низким уровнем выбросов NOx в сухом режиме (Dry low NOx (burner))
DPNB	Дипропиленгликоль-н-бутиловый эфир (Dipropylene glycol, n-butyl ether)
DPTB	Терт-бутиловый эфир дипропиленгликоля (Dipropylene glycol tert-butyl ethers)
DS	Отбор проб с разбавлением (Dilution sampling)
DSI	Введение сорбента в поток газа (Duct sorbent injection)
DT	Туннель разбавления (Dilution Tunnel)
EBC	Эквивалент черного углерода (Equivalent black carbon)
ЕС	Европейская комиссия (European Commission)

EC	Элементарный углерод (Elemental Carbon)
EGR/FGR	Рециркуляция выхлопных/дымовых газов (Exhaust/Flue-gas recirculation)
ELV	Предельные уровни выбросов (Emission Limit Values)
ЕМЕП (EMEP)	Европейская программа мониторинга и оценки (European Monitoring and Evaluation Programme)
E-PRTR	Европейский регистр выбросов и переноса загрязняющих веществ (European pollutant release and transfer register)
ESP	Электростатический фильтр (Electrostatic Precipitator)
ЕС (EU)	Европейский Союз (European Union)
FBC	Сжигание в кипящем слое (Fluidised bed combustion)
FCC	Каталитический крекинг в псевдооживленном слое (Fluid catalytic cracking)
FGD	Обессеривание дымовых газов (Flue gas desulphurization)
ПИД (FID)	Пламенно-ионизационный детектор (Flame ionisation detector)
FPM	Фильтруемые твердые частицы (Filtrable particulate matter)
FPOA	Фильтруемый органический аэрозоль (Filterable organic aerosol)
GAINS	Модель взаимодействия и синергии парниковых газов и загрязнения воздуха (Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions And Synergies)
HRSO	Парогенератор с рекуперацией тепла (Heat recovery steam generator)
ICCI	Международная инициатива по климату криосферы (International cryosphere climate initiative)
МЭА (IEA)	Международное энергетическое агентство (International energy agency)
IED	Директива о промышленных выбросах (Industrial emission directive)
IPA	Изопропанол (Isopropanol)
JRC	Объединенный исследовательский центр (Joint Research Centre)
LCP	Крупная установка для сжигания топлива (Large combustion plant)
LNB	Горелка с низким уровнем выброса NOx (Low-NOx burner)
LPG	Сжиженный нефтяной газ (Liquefied Petroleum Gas)
MCP(D)	Средняя установка для сжигания топлива (директива) (Medium combustion plant (directive))
MSC-W	Метеорологический синтезирующий центр-Запад (Meteorological Synthesizing Centre – West)

NOx	Оксиды азота (Nitrogen Oxides)
OC	Органический Углерод (Organic Carbon)
OFA	Воздух для пережигания (Over-fire air)
OGC	Газообразный органический углерод (Organic gaseous carbon)
OTNO	Условия, отличные от нормальных эксплуатационных (Other than normal operating conditions)
ПАУ (PAH)	Полициклические ароматические углеводороды (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
PC	Пылевидное сжигание (Pulverised combustion)
PER	Перхлорэтилен (Perchloroethylene)
PGtBE	Пропиленгликоль-трет-бутиловый эфир (Propylene glycol t-butyl ethe)
ТЧ (PM)	Твердые частицы (Particulate Matter)
PP	Электростанция (Power plant)
PPM	Первичные твердые частицы (Primary particulate mater)
RAC	Регенерированный активированный уголь (Regenerated activated carbon)
RFO	Топочный мазут нефтеперерабатывающего завода (Refinery fuel oil)
PTO (RTO)	Регенеративный термический окислитель (Regenerative thermal oxidizer)
СКВ (SCR)	Селективное каталитическое восстановление (Selective Catalyst Reduction)
SDA	Распылительный абсорбер сухой смеси (Spray dry absorber)
СНКВ (SNCR)	Селективное некаталитическое восстановление (Selective non-catalytic reduction)
SO2	Диоксид серы (Sulphur dioxide)
SOA	Вторичный органический аэрозоль (Secondary Organic Aerosol)Secondary organic aerosols)
SP	Твердая частица (Solid particle)
SPM	Твердые взвешенные частицы (Solid particulate matter)
SRU	Установка для регенерации серы (Sulphur recovery unit)
STS	Обработка поверхности с использованием растворителей (Surface treatment using solvents)
ТП (TA)	Технические приложения (Technical annexes)
ЦГ ТЭВ (TFTEI)	Целевая группа по технико-экономическим вопросам (Task Force on Techno-Economic Issues)
TGTU	Установка очистки хвостовых газов (Tail gas treatment

	unit)
TiO ₂	Диоксид титана (Titanium dioxide)
TPM	Общее количество твердых частиц (Total particulate matter)
TRP	Тепловые электростанции (Thermal power plants)
ОВЧ (ОВЧ)	Общее содержание взвешенных частиц (Total suspended particles)
ULE	Сверхнизкие выбросы (Ultra-low emission)
ЕЭК ООН (UNECE)	Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций (United Nations Economic Commission for Europe)
US EPA	United States environmental protection agency
США (US(A))	Соединенные Штаты Америки (United States (of America))
(О)ЛОС ((Т)VOC)	(Общие) Летучие органические соединения ((Total) Volatile organic compounds)
WB	На водной основе (Water based)
РГ (WG)	Рабочая группа (Working group)
WGC	Системы управления и очистки отходящих газов в химическом секторе (Waste gas management and treatment systems in the chemical sector)

Краткое содержание

В решении 2019/4, принятом Исполнительным органом в декабре 2019 года, определены объем и содержание обзора Гётеборгского протокола с поправками. Группа по рассмотрению Гётеборгского протокола (GPG) разработала документ «Подготовка к рассмотрению Протокола по борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном с поправками, внесенными в 2012 году (2020/3)», принятый в декабре 2020 года. В Приложении I к этому документу приводится список вопросов, касающихся всех аспектов, которые должны быть рассмотрены в процессе обзора. В частности, вопросы в разделе 1.6 относятся к Техническим приложениям (ТП) к (A)GP. С целью ответа на вопросы раздела 1.6, в 2021 году ЦГ ТЭВ провела обширный обзор ТП и связанных с ними Руководящих документов (РД). Основные выводы по результатам этой работы были включены в ГПП «Проект доклада о рассмотрении Протокола по борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном с поправками 2012 года» (ECE/EB.AIR/WG.5/2022/3), а также в доклад сопредседателей ЦГ ТЭВ Целевой группы по технико-экономическим вопросам (ECE/EB.AIR/WG.5/2022/1), оба официальных документа для РГСО на ее 60-й сессии.

В следующих разделах представлен расширенный и подробный отчет о результатах обзора ТП к Гётеборгскому протоколу с поправками и связанных с ним РД, проведенного ЦГ ТЭВ. В частности, предельные уровни выбросов (ELV) в существующих ТП сравниваются с уровнями выбросов, достижимыми при использовании современных технологий борьбы с загрязнением. Цель настоящего отчета - предоставить более полный документ со справочной информацией по НДТ и соответствующим ELV, и он будет представлен в качестве неофициального документа для РГСО на ее 60-й сессии (11–14 апреля 2022 года).

В таблице 1 представлены виды деятельности, охватываемые приложениями IV (SO₂), V (NO_x), X (ТЧ), в таблице 2 - виды деятельности, охватываемые приложениями VI (ЛОС из стационарных источников) и XI (растворители в продуктах), а в таблице 3 - виды деятельности, относящиеся к приложению VIII (передвижные источники). В следующих разделах по каждому приложению представлена информация о потенциальных предельных значениях и возможных улучшениях, основанных на современных НДТ. Таблицы охватывают все виды деятельности в существующих Технических приложениях, предельные значения и потенциальные обновления. Цель документа - предоставить обзор, по возможности исчерпывающий, всем экспертам и представителям Сторон в поддержку дискуссии по пересмотру Гётеборгского протокола,

Таблица 1: Технологические процессы и соответствующие ELV, перечисленные в приложениях IV (SO₂), V (NO_x), X (ТЧ)

IV: Предельные значения для выбросов серы из стационарных источников	V: Предельные значения для выбросов оксидов азота из стационарных источников	X: Предельные значения для выбросов твердых частиц из стационарных источников
<ol style="list-style-type: none"> 1. Предельные значения для выбросов SO₂ от сжигающих установок 2. Предельные значения содержания серы в жидком топливе 3. Предельное значение, выраженное в виде минимального коэффициента извлечения серы из сероулавливающих установок 4. Предельные значения выбросов оксидов серы (SO_x) при производстве диоксида титана. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предельные значения для выбросов NO_x, выбрасываемых установками для сжигания топлива 2. Предельные значения для выбросов NO_x от наземных турбин внутреннего сгорания (включая газовые турбины с комбинированным циклом CCGT) 3. Предельные значения выбросов оксидов азота (NO_x) при производстве цементного клинкера. 4. Предельные значения для выбросов NO_x от новых стационарных двигателей 5. Предельные значения для выбросов NO_x, выбрасываемых агломерационными фабриками железной руды 6. Предельные значения для выбросов NO_x при производстве азотной кислоты, за исключением единиц концентрации кислоты 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предельные значения для выбросов пыли из установок для сжигания топлива 2. Предельные значения для выбросов пыли с заводов по переработке нефти и газа 3. Предельные значения для выбросов пыли при производстве цемента 4. Предельные значения для выбросов пыли при производстве извести 5. Предельные значения для выбросов пыли при первичном производстве чугуна и стали 6. Предельные значения для выбросов пыли из чугунолитейных цехов 7. Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве и обработке цветных металлов 8. Предельные значения для выбросов пыли при производстве стекла 9. Предельные значения для выбросов пыли при производстве целлюлозы 10. Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при сжигании отходов 11. Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве диоксида титана 12. Рекомендуемые предельные значения для выбросов пыли от новых установок для сжигания твердого топлива с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт для использования со стандартами на продукцию 13. Рекомендуемые предельные значения для выбросов пыли, выбрасываемых из котлов и технологических нагревателей с номинальной тепловой мощностью 100 кВт-1 МВт 14. Рекомендуемые предельные значения для выбросов пыли от котлов и технологических нагревателей с номинальной тепловой мощностью 1 МВт-50 МВт

Таблица 2: Процессы и соответствующие ELV, перечисленные в приложениях VI (ЛОС из стационарных источников) и XI (содержание ЛОС в продуктах)

VI: Предельные значения для выбросов летучих органических соединений из стационарных источников	XI: Предельные значения содержания летучих органических соединений в продуктах
<ol style="list-style-type: none"> 1. Предельные значения для выбросов ЛОС при хранении и распределении бензина, за исключением погрузки на морские суда (этап I) 2. Предельные значения выбросов летучих органических соединений при заправке автомобилей на станциях технического обслуживания (этап II) 3. Предельные значения для клеевого покрытия 4. Предельные значения для ламинирования древесины и пластика 5. Предельные значения для работ по нанесению покрытий в автомобильной промышленности 6. Предельные значения для работ по нанесению покрытий в различных промышленных секторах 7. Предельные значения для покрытия кожи и проволоки для намотки 8. Предельные значения для рулонного покрытия 9. Предельные значения для химической чистки 10. Предельные значения для производства покрытий, лаков, красок и клеев 11. Предельные значения для печатных работ 12. Предельные значения для производства фармацевтической продукции 13. Предельные значения для преобразования натурального или синтетического каучука 14. Предельные значения для очистки поверхностей 15. Предельные значения для экстракции растительного и животного жира и рафинации растительного масла 16. Предельные значения для пропитки древесины 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Максимальное содержание летучих органических соединений в красках и лаках 2. Максимальное содержание летучих органических соединений в продуктах для обработки автомобилей

Таблица 3: Процессы и соответствующие ELV, перечисленные в приложении VIII (топливо и мобильные источники)

VIII: Предельные значения для топлива и новых мобильных источников
1. Предельные значения для легковых и малотоннажных автомобилей
2. Предельные значения для испытаний на реакцию на нагрузку в стационарном цикле большегрузных автомобилей
3. Предельные значения для большегрузных автомобилей - испытания на переходный цикл
4. Предельные значения для дизельных двигателей внедорожных мобильных машин, сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов (этап IIIВ)
5. Предельные значения для дизельных двигателей внедорожных мобильных машин, сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов (этап IV)
6. Предельные значения для двигателей с искровым зажиганием для внедорожных мобильных машин
7. Предельные значения для двигателей, используемых в локомотивах
8. Предельные значения для двигателей, используемых в железнодорожных вагонах
9. Предельные значения для двигателей, предназначенных для судов внутреннего водного транспорта
10. Предельные значения для двигателей прогулочных судов
11. Предельные значения для мотоциклов ($> 50 \text{ см}^3$; $> 45 \text{ км/ч}$)
12. Предельные значения для мопедов ($< 50 \text{ см}^3$; $< 45 \text{ км/ч}$)
13. Экологические характеристики для реализуемых видов топлива, используемых для транспортных средств, оснащенных двигателями с принудительным зажиганием
14. Экологические характеристики для реализуемых видов топлива, предназначенных для использования в транспортных средствах, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия

1. Введение

Обоснование предложения о потенциальном обновлении предельных значений из Приложения IV (предельные значения для выбросов серы из стационарных источников), Приложения V (предельные значения для выбросов NO_x из стационарных источников), Приложения VI (предельные значения для выбросов ЛОС из стационарных источников), Приложения X (предельные значения для выбросов твердых частиц из стационарных источников) и Приложения XI (растворители в продуктах) представлено в следующих главах. Все процессы были изучены, и представлена информация о потенциальных обновляемых предельных уровнях (ELV). «Индекс обновления» (1–3) был определен для выражения уровня обновления, который потенциально может быть внесен в технические приложения в соответствии с результатами исследований, проведенных Научно-техническим секретариатом ЦГ ТЭВ, по имеющимся техникам (1 - высокий уровень обновления, 3 - отсутствие обновления). ELV и соответствующая информация о НДТ для снижения выбросов представлены в данном техническом документе.

Вскоре последует второй неофициальный документ, посвященный мобильным источникам, как в Техническом приложении VIII.

2. Краткое описание техник, рассматриваемых в ходе оценки

Для снижения выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников можно применять некоторые методы сокращения в зависимости от операций, характеристик, размеров, используемых продуктов и других специфических условий.

Методы борьбы с загрязнителями могут быть направлены на сокращение выбросов как одного, так и нескольких веществ одновременно. Кроме того, некоторые методы могут быть направлены на борьбу с одним конкретным веществом.

Выбросы, увеличивающие выбросы другого соединения в результате использования определенного процесса или продукта (например, выбросы NH_3 увеличиваются при использовании растворов аммиака или мочевины в устройствах для борьбы с загрязнением окружающей среды).

Методы сокращения выбросов загрязняющих веществ обычно делятся на две категории: первичные методы, которые заключаются в воздействии непосредственно на технологический процесс или используемое топливо, и вторичные методы, которые заключаются в обработке выхлопных газов.

Общие методы могут уменьшить одновременно все выбросы загрязняющих веществ, такие как модификация и оптимизация процесса или сжигания, использование передовых систем управления и мониторинга или других методов повышения энергоэффективности, таких как конденсатор дымовых газов или система управления для переработки технологических газов (например, технологических газов металлургического производства или газов нефтеперерабатывающего завода).

2.1. Методы снижения выбросов оксидов серы для стационарных источников

2.1.1. Первичные методы

- **Содержание серы в топливе:**

Выбросы SO_2 при сжигании топлива напрямую зависят от содержания в нем серы. Поэтому переход на топливо с низким содержанием серы, такое как дистиллятные масла, природный газ, сжиженный газ или любое другое топливо с очень низким содержанием серы, может позволить сократить выбросы SO_2 .

2.1.2. Вторичные методы

- **Впрыск сорбента в котел:**

Этот метод заключается в подаче сухого щелочного сорбента или раствора на основе магния или кальция в камеру сгорания или технологическую печь, чтобы он вступил в реакцию с SO_2 в кипящем слое или отходящих газах и нейтрализовал его. Этот метод часто сочетается с методами борьбы с пылью.

- **Введение сорбента в поток газа (DSI):**

Этот метод похож на впрыск сорбента в котел, но сорбент, который может представлять собой бикарбонат натрия, гашеную известь или другие щелочные сорбенты, впрыскивается непосредственно в выхлопной канал и вступает в реакцию с кислотными газами. Твердый продукт реакции затем удаляется с помощью технологий борьбы с пылью.

- **Распылительный абсорбер сухой смеси (SDA):**

Аналогично DSI, суспензия или раствор щелочного агента диспергируется в потоке выхлопных газов, чтобы нейтрализовать выбросы SO_2 и образовать твердые соединения, которые обрабатываются методами пылеудаления. Эффективность удаления SO_2 выше, чем при DSI.

- **Сухой скруббер с циркулирующим кипящим слоем (CFB):**

Эта технология заключается в том, что богатые SO_2 дымовые газы проходят через сухой скруббер CFB в виде скруббера Вентури, где вода и твердый сорбент вводятся отдельно для борьбы с выбросами SO_2 .

- **Скруббер для морской воды:**

Этот метод заключается в том, что выхлопные газы проходят через скруббер, в котором распыляется морская вода, улавливающая и поглощающая кислотные соединения благодаря своей щелочности. Эта техника также может удалять твердые соединения, присутствующие в дымовых газах, одновременно уменьшая количество твердых частиц. Сточные воды, образующиеся в результате этой операции, затем обрабатываются отдельно.

- **Мокрый скруббер/ обессеривание дымовых газов (FGD):**

Эта технология аналогична скрубберу с морской водой, но вместо морской воды используется щелочной раствор. При одинаковом времени пребывания и расходе реагентов эта технология имеет более высокую эффективность удаления, чем скруббирование морской водой.

2.2. Методы сокращения выбросов оксидов азота для стационарных источников

2.2.1. Первичные методы

- **Оптимизация процесса горения:**

Оптимизация процесса сгорания за счет мер по максимизации энергоэффективности, путем правильной настройки температуры сгорания, забора воздуха или времени пребывания, может улучшить выбросы загрязняющих веществ, таких как NO_x .

- **Многоступенчатая подача воздуха**

Эта технология заключается в оптимизации процесса сгорания топлива путем создания двух зон горения с разным содержанием кислорода (одна с недостатком воздуха, другая - с избытком).

- **Многоступенчатая подача топлива:**

Аналогично многоступенчатому подведению воздуха, несколько зон сгорания создаются с помощью различных точек впрыска топлива и потоков, чтобы снизить температуру пламени и, следовательно, термическое образование NO_x.

- **Рециркуляция дымовых и выхлопных газов (FGR/EGR):**

Этот метод заключается в рециркуляции части выхлопных газов и их обратном прохождении через камеру сгорания после очистки от пыли и кислотных газов для предотвращения коррозии и засорения двигателя, чтобы снизить температуру сгорания и содержание кислорода, а значит, и образование NO_x.

- **Горелки с низким содержанием оксидов азота:**

Принцип работы горелки с низким содержанием NO_x заключается в смешивании воздуха и топлива перед впрыском в камеру сгорания, что уменьшает доступность кислорода и пиковую температуру пламени. Эта технология позволяет сохранить энергоэффективность и увеличить теплопередачу, одновременно снижая образование NO_x.

Технология горелок с ультранизким содержанием NO_x заключается в сочетании LNB с регулировкой подачи воздуха и FGR.

- **Добавление воды/пара:**

Вода или пар могут использоваться в качестве разбавителя для снижения температуры сгорания и уменьшения образования NO_x. Вода или пар могут быть непосредственно введены в камеру сгорания или предварительно смешаны с топливом (например, эмульсия или увлажнение).

- **Концепция бережливого сжигания:**

Этот метод применим только к двигателям и заключается в управлении пиковой температурой пламени путем уменьшения соотношения топлива и воздуха с целью снижения теплового образования NO_x.

2.2.2. Вторичные методы

- **Селективное некаталитическое восстановление (СНКВ):**

Технология СНКВ заключается во впрыскивании мочевины или раствора аммиака при высоких температурах (около 800-1000°C для оптимальной реакции) в выхлопной канал, чтобы соединения NO_x, присутствующие в дымовых газах, восстанавливались до азота в результате химической реакции без катализатора. Поскольку в качестве восстановителя используется раствор аммиака, существует риск проскока, который может привести к выбросам NH₃.

- **Селективное каталитическое восстановление (СКВ):**

СКВ - это та же технология, что и СНКВ, но в дополнение к ней химическая реакция происходит в присутствии катализатора. Оптимальные рабочие температуры ниже, чем у СНКВ, и составляют от 300 до 450 °C. Эта технология более эффективна, чем СНКВ, и более высокая эффективность может быть достигнута при использовании большего количества слоев катализатора.

2.3. Методы снижения выбросов пыли для стационарных источников

2.3.1. Первичные методы

Существуют некоторые первичные методы снижения выбросов пыли, но в основном они заключаются в сжигании более чистого топлива или сжигании меньшего количества топлива.

- **Выбор топлива:**

Использование топлива с низким содержанием золы или металлов, такого как природный газ или дистиллятное топливо, является отличным средством для минимизации выбросов твердых частиц (ТЧ).

- **Оптимизация процесса горения:**

Оптимизация процесса сжигания и максимальное повышение энергоэффективности предполагают снижение выбросов ТЧ.

2.3.2. Вторичные методы

Лучшим средством для значительного снижения выбросов ТЧ являются технологии очистки дымовых газов, богатых пылью, такие как:

- **Мультициклоны:**

В мультициклонах частицы отделяются от дымового газа под действием центробежной силы в одной или нескольких камерах.

- **Электростатический фильтр (ESP):**

Фильтры ESP состоят из электрического заряда частиц в дымовом газе, чтобы они могли быть удалены при прохождении через электрическое поле. Эффективность удаления зависит от количества электрических полей, времени пребывания и свойств катализатора. Для большинства современных технологий количество электрических полей составляет от 2 до 7.

- **Рукавный/тканевый фильтр:**

Рукавные/тканевые фильтры представляют собой пористые керамические или войлочные тканевые подложки, на которых задерживаются частицы при прохождении через них выхлопных газов. Используемый фильтрующий материал должен быть подобран в зависимости от характеристик потока газа и диапазона рабочих температур, чтобы предотвратить коррозию и износ фильтра. Для поддержания эффективности очистки необходимо также иметь средства для очистки от частиц и сажи, скапливающихся на поверхности фильтра.

Кроме того, большинство методов борьбы с выбросами SO₂ в выхлопных газах могут одновременно использоваться и для борьбы с выбросами ТЧ: впрыск сорбента в котел, введение сорбента в поток газа, распыление сухого абсорбента, скруббер с циркулирующим кипящим слоем, морская вода или мокрая технология FGD.

3. Приложение IV: предельные значения для выбросов серы из стационарных источников

3.1 Предельные значения для выбросов SO₂, выбрасываемых из установок для сжигания топлива

В Измененном Гетеборгском протоколе ((A)GP) [1] установки сжигания определяются как установки с номинальной потребляемой тепловой мощностью более 50 МВт. Номинальная тепловая мощность установки сжигания рассчитывается как сумма мощностей всех установок, подключенных к общей трубе. Отдельные агрегаты мощностью менее 15 МВт не учитываются при расчете общей номинальной тепловой мощности (ELV применяется ко всем агрегатам, даже к тем, которые ниже 15 МВт).

В следующей таблице приведена оценка текущих предельных уровни выбросов (ELV), приведенных в (A)GP, потенциальных технологий, применимых для достижения аналогичных или более низких уровней, и их применимости в данном секторе, а также потенциальных обновлений ELV для рассмотрения при пересмотре (A)GP.

В свете действующих правил этот анализ представлен по загрязняющим веществам, видам топлива, диапазону потребляемой тепловой мощности и статусу установки (новая или существующая). В последнем случае «новым» стационарным источником считается установка, строительство или модификация которой начались до истечения одного года с даты вступления в силу для Стороны.

После этой сводной таблицы приводится более подробная оценка каждого из следующих ELV и их потенциального обновления.

Таблица 4: Таблица 1, Приложение IV, предложение по потенциальному обновлению предельных значений для выбросов серы от сжигающих установок¹

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
37-38	<p>Таблица 1: Предельные значения для выбросов SO₂ от установок для сжигания топлива</p>				
	<p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива: <i>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт</i> <i>Новые и существующие заводы:</i> 400 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><i>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт:</i> Новые растения: 200 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 2]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p>	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [1][3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - впрыск сорбента в котел - введение сорбента в поток газа (DSI) - распылительный абсорбер сухой смеси (SDA) - циркулирующий кипящий слой (CFB) - влажная уборка - обессеривание дымовых газов (FGD) - очистка морской воды 	<p>Почти 100 %.</p> <p>Некоторые ограничения могут существовать для FGD, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> - установка работает менее 500 часов в год, - предназначена для модернизации и существующих установок сжигания топлива, работающих менее 1500 часов в год, - установка для сжигания топлива мощностью менее 300 МВт, могут существовать технические и экономические ограничения 	<p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива: <i>Завод по сжиганию топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</i> Новое растение: 170-220 мг/м³ при 6 % O₂ Действующая установка: 170-400 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p><i>Завод по сжиганию топлива с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</i></p>

¹ Прим.: В этой и последующих таблицах страницы указаны, согласно оригиналу документа на английском языке

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>Существующие растения: 250 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 2]</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 150 мг/м³ при 6% O₂ (200 мг/м³ при 6% O₂ в случае котла с кипящим слоем) [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 200 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 1]</p>				<p>Новые растения: 135-200 мг/м³ при 6% O₂</p> <p>Существующие растения: 135-220 мг/м³ при 6% O₂ (верхнее значение диапазон 250 мг/м³ при 6% O₂, если растение посажено в эксплуатацию не позднее 7 Января 2014)</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 300 МВт (как ежедневный средний) [2][3]:</u></p> <p>Котлы для РС: Новые заводы: 25-110 мг/м³ при 6% O₂</p> <p>Существующие растения: 25-165 мг/м³ при 6% O₂ (верхнее значение диапазон 205 мг/м³ при 6% O₂ если растение посажено в эксплуатацию не позднее 7 января 2014)</p> <p>Котлы с кипящим слоем: Новые растения: 25-110 мг/м³ при 6% O₂ Существующие растения: 50-220 мг/м³ при 6% O₂</p>
	<u>Твердая биомасса и торф:</u>				<u>Твердая биомасса и торф:</u>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p><u>Сжигательные установки с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт - новые и существующие установки:</u></p> <p>Торф: 300 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Биомасса: 200 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Сжигательные установки с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт - новые и существующие установки:</u></p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p>	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - впрыск сорбента в котел - введение сорбента в поток газа (DSI) - распылительный абсорбер сухой смеси (SDA) - циркулирующий кипящий слой (CFB) - влажная уборка - конденсатор дымовых газов - обессеривание дымовых газов (FGD) 	<p>Почти 100 %.</p> <p>Некоторые ограничения могут существовать для FGD, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> - установка работает менее 500 часов в год, - для модернизации и существующей установки сжигания топлива, работающей менее 1500 часов в год, могут существовать технические и экономические ограничения 	<p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт в среднем за день) [2][3]:</u></p> <p>Новое растение: 30-175 мг/м³ при 6% O₂</p> <p>Существующий завод: 30-215 мг/м³ при 6% O₂</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт в среднем за день) [2][3]:</u></p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>Торф: 300 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Биомасса: 200 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения: Торф: 150 мг/м³ при 6% O₂ (200 мг/м³ при 6% O₂ в случае котла с кипящим слоем) [Индекс обновления 1]</p> <p>Биомасса: 150 мг/м³ при 6 % O₂ Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: Торф: 200 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Биомасса: 200 мг/м³ при 6% O₂ [Индекс обновления 1]</p>				<p>Новое растение: 20-85 мг/м³ при 6% O₂</p> <p>Существующий завод: 20-175 мг/м³ при 6% O₂ (верхнее значение диапазон 215 мг/м³ если средняя сера содержание топлива 0,1 масс. % или выше)</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью, превышающей 300 МВт (как ежедневный средний) [2][3]:</u></p> <p>Новое растение: 20-70 мг/м³ при 6% O₂</p> <p>Существующий завод: 20-85 мг/м³ при 6% O₂ (верхнее значение диапазон 165 мг/м³ если средняя сера содержание топлива 0,1 масс. % или выше, или 215 мг/м³, если в кроме того завод помещен в операция не позднее до 7 января 2014 или FBC горение котла торф)</p>
	<p>Жидкое топливо:</p> <p><u>Сжигательные установки с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт - новые и существующие установки:</u></p> <p>350 мг/м³ при 3% O₂ [Индекс обновления 1]</p>	Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов	Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]: - введение сорбенка в поток газа (DSI) - распылительный абсорбер сухой смеси (SDA) - конденсатор дымовых газов - обессеривание дымовых газов (FGD)	Почти 100 %, за исключением FGD для установок, работающих менее 500 часов в год. Некоторые ограничения могут существовать	<p>Жидкое топливо:</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт - Новая и существующих заводов (как среднесуточное значение)</u></p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
			- очистка морской воды	для FGD, если: - предназначены для модернизации и существующих установок сжигания топлива, работающих менее 1500 часов в год, - мощности установки сжигания менее 300 МВт, могут существовать технические и экономические ограничения.	<u>[2][3]:</u> 150-200 мг/м ³ при 3% O ₂
	<u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт:</u> Новое растение: 200 мг/м ³ при 3% O ₂ [Индекс обновления 2] Существующий завод: 250 мг/м ³ при 3% O ₂ [Индекс обновления 1]				<u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт</u> <u>Новые и существующие заводы (ежедневный средний) [2][3]:</u> 150-200 мг/м ³ при 3% O ₂
	<u>Установка для сжигания топлива с тепловым входом вместимостью более 300 MW:</u> Новое растение: 150 мг/м ³ при 3% O ₂ [Индекс обновления 1] Существующие растения: 200 мг/м ³ при 3% O ₂ [Индекс обновления 1]				<u>Завод по сжиганию топлива с тепловым входом мощностью более 300 МВт (как ежедневный средний) [2][3]:</u> Новое растение: 50-120 мг/м ³ при 3% O ₂ Существующие растения: 150-165 мг/м ³ при 3% O ₂ (верхнее значение диапазон 175 мг/м ³ если завод помещен в операция не позднее до 7 января 2014) <u>Завод по сжиганию топлива на нефтеперерабатывающих заводах Существующие и новые растения (как среднемесячное значение) [37]:</u> Работает на нескольких видах топлива устройства сгорания на нефтеперерабатывающих заводах:

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
					35-600 мг/м ³ при 3% O ₂
	<p>Газообразное топливо: <i>Сжигательная установка с тепловой мощностью более 50 МВт - новые и существующие установки:</i></p> <p>Газообразное топливо в целом: 35 мг/м³ при 3% O₂ [Индекс обновления 3]</p> <p>Сжиженный газ: 5 мг/м³ при 3% O₂ [Индекс обновления 3]</p> <p>Газ для металлургических процессов</p> <p>Коксовый газ: 400 мг/м³ при 3% O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Доменный газ: 200 мг/м³ при 3% O₂ [Индекс обновления 2]</p>	<p>Только для технологических газов черной металлургии:</p> <p>Доступны модернизированные методы борьбы с текущими выбросами</p>	<p>Только для технологических газов черной металлургии</p> <p>[1][3]: Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - система управления технологическими газами и выбор вспомогательного топлива (использование вспомогательного топлива с низким содержанием серы), - десульфуризация с помощью абсорбционных систем, - мокрое окислительное обессеривание 	<p>Только для технологических газов черной металлургии и:</p> <p>Абсорбционное обессеривание и мокрое окислительное обессеривание применимы только для установок сжигания печного газа.</p>	<p>Газообразное топливо: <i>Сжигательная установка с тепловой мощностью более 50 МВт</i> <i>Новые и существующие установки:</i></p> <p>Технологический газ для черной металлургии [2][3]: <i>(в среднесуточном исчислении):</i></p> <p>новые и существующие установки 50-200 мг/м³ при 3% O₂ (верхнее значение диапазона составляет 300 мг/м³ при 3% O₂, если в используемой топливной смеси присутствует высокая доля коксового газа)</p>
	<p>Газифицированный нефтеперерабатывающий завод</p> <p>остатки</p> <p>новый завод:</p> <p>35 мг/м³ при 3% O₂</p> <p>[Индекс обновления 2]</p> <p>существующий завод: 800 мг/м³ при 3% O₂</p> <p>[Индекс обновления 1]</p>				<p>Установки для сжигания топлива на нефтеперерабатывающих заводах: Топливный газ нефтеперерабатывающего завода [37] (как ежемесячный в среднем):</p> <p>Новые и существующие единицы:</p> <p>5-35 мг/м³ при 3% O₂</p> <p>Множественный</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
					обжиг устройства сгорания (кроме газа турбины и стационарный двигатели) Новые или существующие растения: 35-600 мг/м ³ при 3% O ₂
	<u>Химическая промышленность технологическое топливо:</u> [Индекс обновления 1] для котлы в химической промышленности промышленность; нет различий				Химические промышленный процесс топливо Новые и существующие действующие заводы более 500 часов в год <u>[2][3]: (как ежедневный в среднем):</u> 90-200 мг/м ³ при 3% O ₂

3.1.1. Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива:

Для электростанций, сжигающих твердое топливо угольного типа, предельные значения выбросов SO₂ из (A)GP [1] в зависимости от статуса станции (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 6% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 5: Предельные значения выбросов SO₂ для твердого топлива угольного типа от (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности [1].

Тепловая потребляемая мощность	ELV SO ₂ для твердого топлива угольного типа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	400	400
100-300 МВт	200	250
Более 300 МВт	150 (200, если FBC)*	200

*: котлы с кипящим слоем

В европейских Заключениях по наилучшим доступным техникам (НДТ) для крупных электростанций сжигания (LCP, которые в (A)GP определяются как электростанции сжигания) [3], связанные с НДТ экологические уровни (AEL) для LCP, сжигающих уголь или бурый уголь, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂, приведены ниже:

Таблица 6: BAT AEL SO₂ для угля или бурого угля из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности [3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AEL SO ₂ для твердого топлива угольного типа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	170-220	170-400
100-300 МВт	135-200	135-220 ¹
Более 300 МВт	25-110	25-165, если РС,* 50-220, если FBC

¹: 250 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

*: котлы с пылевидным сжиганием топлива

В американских правилах «Subpart Da – Стандарты производительности для парогенерирующих установок электроэнергетических предприятий» [32] предельные значения выбросов приведены для потребляемой или производимой энергии, но если пересчитать их с учетом приблизительного термического КПД установок сжигания и принять стехиометрические объемы сухих дымовых газов, указанные в документе СНДТ по LCP [2], то ELV SO₂ для LCP > 73 МВт, сжигающих твердое топливо, составляет от 133 до 184 мг/Нм³ при 6% O₂, в среднем за месяц, в зависимости от даты строительства или модификации установки.

В китайском нормативном документе «Нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций» [33], ELV SO₂ для всех LCP, сжигающих твердое топливо, составляет 100 мг/Нм³ для новых установок и 200 мг/Нм³ для существующих при 6% O₂. Для отдельных ключевых регионов, которые более чувствительны к загрязнению атмосферы и его воздействию, предельное значение выбросов установлено на уровне 50 мг/Нм³ как для существующих, так и для новых предприятий [33]. Однако в доступных документах на английском языке не указано, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

Другая китайская программа ввела «стандарты сверхнизких выбросов (ULE)» для угольных тепловых электростанций (TRP), которые устанавливают ELV для SO₂ на уровне 35 мг/Нм³ [51], начиная с 2015 года для новых блоков, а к 2030 году им должно соответствовать 80 % от общей мощности угольных TRP.

В индийских правилах «Нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций» [34], ELV SO₂ применяются в размере 600 мг/Нм³ для TRP с номинальной тепловой мощностью менее 500 МВт и 200 мг/Нм³, если > 500 МВт, если они установлены в период 2004-2016 годов, и в размере 100 мг/Нм³ для всех размеров TRP, установленных в 2017 году и позже, при 6% O₂. Однако, как и в китайских нормах,

не упоминается, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

Вышеупомянутые уровни выбросов могут быть соблюдены путем применения одной или комбинации следующих технологий [2][3]: впрыск сорбента в котел, введение сорбента в поток газа (DSI), распылительный абсорбер сухой смеси (SDA), сухой скруббер с циркулирующим кипящим слоем (CFB) или мокрый скруббер. Потенциальная применимость этих методов составляет почти 100%. Внедрение мокрой сероочистки дымовых газов (FGD) на существующих установках (т.е. модернизация) или на установках мощностью менее 300 МВт может иметь некоторые технические и экономические ограничения.

Следует отметить, что размеры установки очистки дымовых газов, а также время пребывания дымовых газов (т.е. продолжительность обработки) и расход реагентов могут иметь первостепенное значение для достижения более низких уровней выбросов для одного конкретного метода снижения.

В одной из публикаций сообщается, что средняя концентрация SO_2 , достигнутая для всей мощности китайских угольных ТРП, составила $35,3 \text{ мг/Нм}^3$ в декабре 2017 года, после введения программы сверхнизких стандартов выбросов [51]. Для достижения такого низкого уровня выбросов старые и малые ТРП были закрыты, в то время как новые, более крупные были построены и оснащены методами контроля загрязнения, а некоторые старые существующие станции были модернизированы с использованием методов снижения выбросов. Почти вся мощность китайских угольных ТРП оборудована системами удаления SO_2 , которые работают более 97% времени: 88% - известняковый мокрый FGD, 5% - сухие скрубберы, 2,5% - скрубберы с морской водой и остальные - абсорбция аммиака [51]. С 2015 по конец 2017 года было построено 96 ГВт угольных мощностей со средней концентрацией в дымовых газах $27,3 \text{ мг/Нм}^3$. В период с 2014 по 2017 год, благодаря внедрению этих стандартов ULE, месячный коэффициент выбросов китайских ПП снизился более чем на 75 %, как показано на рисунке 1 [51].

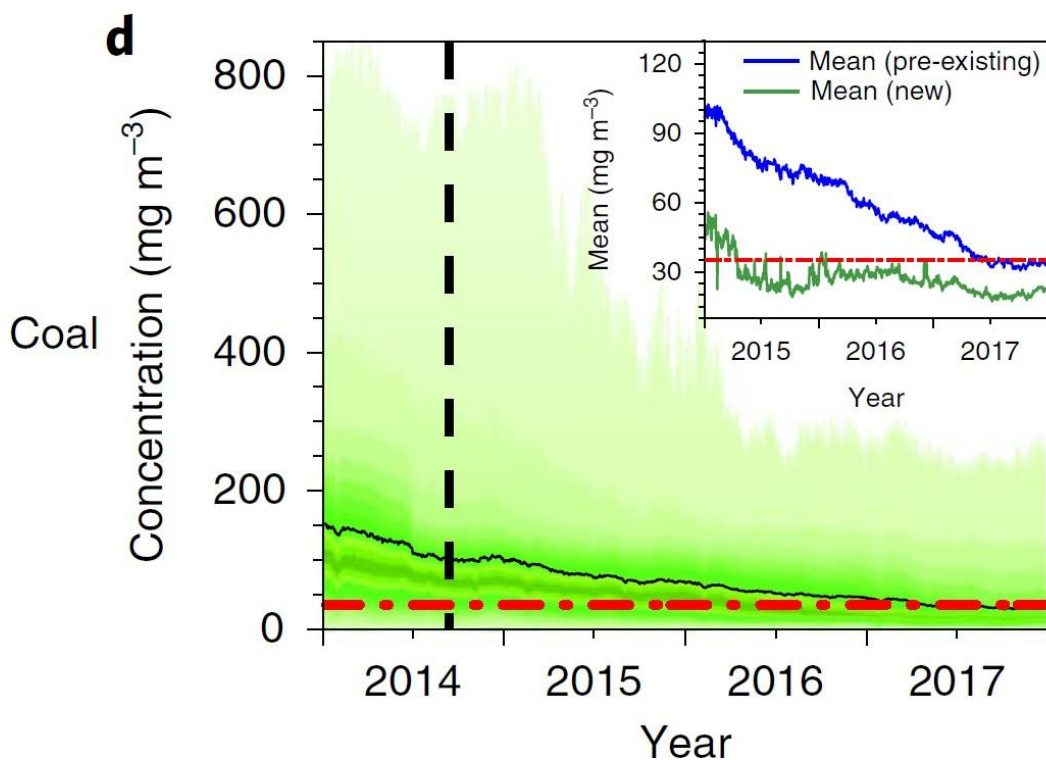


Рисунок 1: Динамика средней концентрации SO_2 на всей мощности китайских угольных электростанций в период с 2014 по 2017 год [51].

Среди производителей технологий удаления SO_2 несколько эталонных примеров показывают, что уровни выбросов, аналогичные или ниже ВАТ АЕЛ, достижимы:

- Система сухого FGD LAB/CNIM с гашеной известью для Solvay Tavaux (Франция) с угольным котлом мощностью 134 МВт: концентрация SO_2 от 500-2 000 до 150 мг/Нм³[52];
- Технология мокрого FGD LAB/CNIM с приготовлением известковой суспензии для Альбиома Ле Голь (Реюньон, Франция) с установкой мощностью 122 МВт, сжигающей багассу и уголь: концентрация SO_2 от 600-2 000 до 200 мг/Нм³[52];
- Технология SOLVAir DSI с бикарбонатом натрия [53]: для промышленного угольного котла завода кальцинированной соды Solvay (Испания) снижение концентрации SO_2 с 800 до 190 мг/Нм³; для угольного парового котла мощностью 50 МВт во Франции снижение концентрации SO_2 в дымовых газах с 1 700 до 400 мг/Нм³.
- Метод сухого впрыска сорбентов на основе бикарбоната натрия SOLVAir также показал значительную эффективность удаления на других установках [54]: станция во Франции, работающая на биомассе и угле, снизила концентрацию SO_2 в выхлопе с 900 до 200 мг/Нм³; три угольные ТРП в Чехии достигли концентрации SO_2 около 320 мг/Нм³; две электростанции в США (соответственно 660 и 1300 МВт) снизили концентрацию SO_2 в дымовых газах до 130 и 140 мг/Нм³, соответственно.

По данным SOLVAir, их технология DSI с сорбентами может быть разработана для достижения концентрации SO_2 в дымовых газах до 15 мг/Нм³ с электростатическим осадителем (ESP) и 3 мг/Нм³ с рукавным фильтром [53][54], при сухих условиях и 6% O_2 . Кроме того, их технология имеет то преимущество, что она менее энергозатратна, а первоначальные инвестиции в пять раз дешевле по сравнению с мокрым скруббером, хотя расход сорбента примерно на 20% выше, чем в мокром скруббере [55].

Эти примеры из литературного обзора показывают, что достижение ВАТ АЕЛ возможно при использовании правильных методов сокращения. Важную роль играет правильное определение размеров.

Кроме того, в рамках разработки СНДТ LCP [2] был проведен сравнительный анализ заводов ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки выводов НДТ [3], предложение потенциальных обновлений текущих ELV, выраженных как среднесуточные значения при 6% O_2 , выглядит следующим образом:

Таблица 7: Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов SO₂ при сжигании твердого топлива угольного типа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O₂ в мг/Нм³, а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления.

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV SO ₂ - ежедневно (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 6% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	170-220	170-400	159-209	159-378	1	2
100-300 МВт	135-200	135-220 ¹	105-173	113-209	2	2
> 300 МВт	25-110	25-165, если PC,* 50-220, если FBC	17-91	17-146 (PC) 34-198 (FBC)	1	1

¹: 250 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

*: котлы с пылевидным сжиганием топлива

Эквивалентные среднемесячные значения рассчитываются на основе отчета [35], в котором исследуются соответствия между ежедневными, ежемесячными и годовыми средними значениями, в частности, в рамках соблюдения требований как IED ELV, так и LCP BAT AEL. В этом отчете среднемесячные значения могут быть рассчитаны по следующему уравнению:

$$monthly\ BAT\ AEL = 0,45 * daily\ BAT\ AEL + 0,55 * yearly\ BAT\ AEL$$

Эквивалентные среднемесячные значения, приведенные в Таблице 7 и следующих таблицах, рассчитаны по этой формуле.

3.1.2. Твердая биомасса и торф

Для установок, сжигающих твердую биомассу или торф, предельные значения выбросов SO₂ из (A)GP [1] в зависимости от статуса установки (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 6% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 8: Предельные значения выбросов SO₂ для твердой биомассы или торфа из (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от мощности теплового ввода

Тепловая потребляемая мощность	ELV SO ₂ (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)			
	Твердая биомасса		Торф	
	Новый завод	Существующий завод	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	200	200	300	300
100-300 МВт	200	200	300	300
Более 300 МВт	150	200	150 (200, если FBC)*	200

*: котлы с кипящим слоем

В европейских выводах НДТ для LCP [3] НДТ для LCP, сжигающих твердую биомассу или торф, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂, приведены ниже:

Таблица 9: BAT AEL SO₂ для твердой биомассы или торфа из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от мощности теплового ввода [3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AELSO ₂ для биомассы или торфа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	30-175	30-215
100-300 МВт	20-85	20-175 ¹
Более 300 МВт	20-70	20-85 ²

¹: 20-215, если среднее содержание серы превышает 0,1 мас.

²: 20-165, если среднее содержание серы превышает 0,1 мас. %, и 20-215, если, кроме того, введены в эксплуатацию до января 2014 г. или FBC сжигают торф

Известно, что содержание серы в древесине очень низкое, поэтому выбросы SO₂ при ее сжигании не имеют большого значения. Например, во Франции считается, что содержание серы в натуральной древесине не превышает 0,01 % на вес (wt%). Однако некоторые отходы твердой биомассы могут иметь более высокое содержание серы, что приводит к не самым незначительным уровням выбросов.

В зарубежных нормативных документах выбросы SO₂ от твердой биомассы не рассматриваются как предмет особой озабоченности и не упоминаются. Поэтому можно предположить, что твердая биомасса включена в категорию твердого топлива, и можно считать, что ELV, приведенный в главе 3.1.1.

Эти экологические показатели могут быть соблюдены благодаря применению тех же методов восстановления, что и для твердого топлива угольного типа [2][3], а их потенциальная применимость также составляет почти 100%.

Что касается угольного топлива, то для достижения более низких уровней выбросов существенное значение имеют размеры блока восстановления, время пребывания дымовых газов в этом блоке восстановления и расход реагентов.

Несколько исследований, проведенных производителями технологий удаления SO₂, показали, что для предприятий, сжигающих биомассу, достижимы аналогичные или более низкие уровни выбросов, чем BAT AEL:

- Технология мокрого FGD LAB/CNIM с приготовлением известковой суспензии для Альбиома Ле Голь (Реюньон, Франция) с установкой мощностью 122 МВт, сжигающей багассу и уголь: концентрация SO₂ от 600-2 000 до 200 мг/Нм³[52];
- Технология SOLVAir DSI [54] позволила снизить концентрацию выхлопных газов на установке, работающей на биомассе и угле, во Франции с 900 до 200 мг/Нм³.

Кроме того, в рамках разработки СНДТ LCP [2] был проведен сравнительный анализ предприятий ЕС, и предложенные ВАР АЕЛ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки Заключения НДТ [3], предложения по потенциальному обновлению действующих ELV, выраженные в виде среднесуточных значений при 6% O₂, выглядят следующим образом:

Таблица 10: Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов SO₂ при сжигании твердой биомассы и торфа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O₂ в мг/Нм³, а также расчетных соответствующих среднемесячных значений и индексов обновления.

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV SO ₂ - ежедневно (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 6% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	30-175	30-215	22-117	22-152	1	1
100-300 МВт	20-85	20-175 ¹	15-66	15-117	1	1
> 300 МВт	20-70	20-85 ²	15-51	15-66	1	1

¹: 20-215, если среднее содержание серы превышает 0,1 мас.

²: 20-165, если среднее содержание серы превышает 0,1 мас. %, и 20-215, если, кроме того, введены в эксплуатацию до января 2014 г. или FBC сжигают торф

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе среднесуточных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

3.1.3. Жидкое топливо

Для установок, сжигающих жидкое топливо, ELV для SO₂ из (A)GP [1] в зависимости от статуса установки (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 3% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 11: Предельные значения выбросов SO₂ для жидкого топлива из (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 3% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности.

Тепловая потребляемая мощность	ELV SO ₂ (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	350	350
100-300 МВт	200	250
Более 300 МВт	150	200

В Заключениях ЕС по НДТ для LCP [3], BAT AEL для LCP, сжигающих жидкое топливо, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂, приведены ниже:

Таблица 12: BAT AEL SO₂ для жидкого топлива из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой потребляемой мощности [3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AEL SO ₂ для жидкого топлива (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	150-200	150-200
100-300 МВт	150-200	150-200
Более 300 МВт	50-120	150-165 ¹

¹: 150-175 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

В нормативных документах США [32] предельные значения выбросов приведены в расчете на потребляемую или производимую энергию, но если пересчитать их с учетом приблизительной производительности установок по сжиганию топлива и стехиометрических объемов сухих дымовых газов, приведенных в документе СНДТ по ТРР [1], то ELV SO₂ для ТРР мощностью > 73 МВт, сжигающих жидкое топливо, составляет от 164 до 226 мг/Нм³ при 3% O₂, в среднем за месяц, в зависимости от даты строительства или модификации установки.

Согласно китайским нормам [33], ELV SO₂ для всех LCP, сжигающих жидкое топливо, составляет 100 мг/Нм³ для новых установок и 200 мг/Нм³ для существующих, при 3% O₂. Для отдельных ключевых регионов, которые более чувствительны к загрязнению атмосферы и его воздействию, ELV установлен на уровне 50 мг/Нм³ для новых и существующих предприятий. Однако в доступных документах на английском языке не указано, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

В индийских правилах [34] ELV по SO₂ применяются в размере 720 мг/Нм³ для ТРР с номинальной тепловой мощностью менее 500 МВт и 240 мг/Нм³, если > 500 МВт, если они установлены в период 2004-2016 годов, и в размере 120 мг/Нм³ для всех размеров ТРР, установленных в 2017 году и позже, при 3% O₂. Однако в китайских нормах не упоминается, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

Вышеупомянутые уровни выбросов могут быть соблюдены путем применения одной или комбинации следующих технологий [2][3]: канальный впрыск сорбента (DSI), распылительный абсорбер сухой смеси (SDA), мокрый скруббер или FGD. Потенциальная применимость этих методов составляет почти 100%. Что касается твердого топлива, то применение мокрого FGD на существующих установках (т.е. модернизация) или установках мощностью менее 300 МВт может быть связано с некоторыми техническими и экономическими ограничениями.

Следует отметить, что размеры установки очистки дымовых газов, время пребывания дымовых газов (т.е. продолжительность обработки) в установке и расход реагентов могут иметь первостепенное значение для достижения более низких уровней выбросов для одного конкретного метода сокращения.

Из проведенного литературного обзора было найдено несколько справочных примеров концентрации SO₂ в дымовых газах предприятий, сжигающих жидкое топливо. Однако достигнутые в них концентрации показывают, что BAT AEL может быть достигнута за счет применения вышеуказанных методов снижения содержания SO₂:

- Технология SOLVAir DSI, примененная на французском котле централизованного теплоснабжения мощностью 180 МВт, позволила снизить концентрацию выхлопных газов с 1100 до 165 мг/Нм³ [54].

По данным SOLVAir, их технология DSI с сорбентами может быть разработана для достижения концентрации SO₂ в дымовых газах до 15 мг/Нм³ с электростатическим фильтром (ESP) и 3 мг/Нм³ с рукавным фильтром [54], при сухих условиях и 6% O₂, что эквивалентно примерно 18 и 4 мг/Нм³ при 3% O₂.

Кроме того, в рамках разработки СНДТ LCP [2] был проведен сравнительный анализ предприятий ЕС, и предложенные BAT AEL соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки Заключения по НДТ [3], предложения по потенциальному обновлению действующих ELV, выраженные в виде среднесуточных значений при 3% O₂, выглядят следующим образом:

Таблица 13: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов SO₂ при сжигании жидкого топлива, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂ в мг/Нм³, а также соответствующие среднемесячные оценки и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV SO ₂ - ежедневно (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 3% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	150-200	150-200	95-186	95-186	1	1
100-300 МВт	150-200	150-200	95-186	95-186	2	1
> 300 МВт	50-120	150-165 ¹	42-82	95-135	1	1

¹: 150-175 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе среднедневных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

3.1.4. Газообразное топливо:

Для электростанций с номинальной тепловой мощностью более 50 МВт, работающих на газообразном топливе, ELV для SO₂ из (A)GP [1] приведены ниже:

Таблица 14: Предельные значения выбросов SO₂ для газообразного топлива в (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 3% O₂ в мг/Нм³ [1]

Тип топлива	Предельные значения выбросов SO ₂ в (A)GP (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
Природный газ	35	35
Сжиженный газ	5	5
Коксовый газ	400	400
Доменный газ	200	200
Газифицированные отходы нефтепереработки	35	800

В европейских заключениях НДТ для LCP [3] не приводится НДТ для SO₂ для природного или сжиженного газа. Для технологических газов черной металлургии (коксовый или доменный газ), сжигаемых в LCP > 50 МВт, НДТ составляет 50-200 мг/Нм³ для новых и существующих установок и 50-300 мг/Нм³, если в топливной смеси присутствует высокая доля коксового газа, как среднесуточное значение при 3% O₂ [3].

Для технологических газов химической промышленности НДТ по SO₂ составляет 90-200 мг/Нм³ для новых и существующих предприятий [3].

Наконец, в выводах НДТ для нефтепереработки [31], НДТ по SO₂ для сжигания газа НПЗ составляет 5-35 мг/Нм³ как среднемесячное значение, при 3% O₂.

В китайских правилах [33] ELV SO₂ для TPP составляет 35 мг/Нм³ для новых и существующих установок, сжигающих природный газ, и 100 мг/Нм³ для новых и существующих установок, сжигающих другой газ, при 3% O₂. Однако в доступных документах на английском языке не указано, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

Уровни выбросов технологических газов при производстве чугуна и стали могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации использования вспомогательных видов топлива с низким содержанием серы и десульфуризации дымовых газов [2][3].

В литературе трудно найти справочные данные по уровням выбросов SO₂ для природного газа, поскольку содержание серы в нем невелико, поэтому выбросы SO₂ не вызывают особого беспокойства.

В рамках разработки СНДТ LCP [2] было проведено сравнение с заводами ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Короче говоря, ELV SO₂ для природного и сжиженного газов в текущей версии (A)GP, похоже, не требуют обновления (т.е. индексы обновления равны **3** для этих видов топлива).

Для других газообразных видов топлива, исходя из выводов НДТ [3], потенциальное обновление текущих ELV, выраженное в среднесуточных значениях при 3% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 15: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов SO₂ при

сжигании газообразного топлива, выраженные в виде среднесуточных значений при 3% O₂ в мг/Нм³, а также соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV SO ₂ (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 3% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
Природный газ	35*		Уже как среднемесячное значение		3	3
Сжиженный газ	5*				3	3
Коксовый газ	50-300		36-218		1	1
Доменный газ	50-200		36-173		2	2
Газифицированные отходы нефтепереработки	5-35*		Уже как среднемесячное значение		2	1
Химический технологический газ	90-200		46-151		1	1

*: эти ELV выражены как среднемесячные значения

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе среднедневных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

3.2 Предельные значения содержания серы в газойле

Таблица 16: Таблица 2, Приложение IV, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для содержания серы в газойле

Страница	Ссылка	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
38	Приложение IV Таблица 2: Предельные значения содержания серы в газойле Содержание серы (в процентах по весу) Газовая нефть < 0,10%	Индекс обновления 1: Доступны легкие печные топлива с низким содержанием серы (0,005 мас. %) [56], однако 0,1 мас. стандартный предел содержания серы в легком печном топливе	Снижение содержания серы в процессе нефтепереработки путем обессеривания мазута на НПЗ (RFO) с помощью гидроочистки в дополнение к отбору малосернистой нефти	Почти 100 %.	0.005 % [56]

Предельные значения содержания серы в газойле в Приложении IV Гётеборгского протокола приведены в таблице 2 Приложения IV [1].

«Газовое топливо» в данном контексте означает любое жидкое топливо, полученное из нефти, за исключением судового топлива и топлива, используемого для самоходных транспортных средств (например, EN 590). В частности, это относится к товарным кодам CN 2710 19 25 (керосин, кроме реактивного топлива), 2710 19 29 (средние масла и препараты), 2710 19 45-49 (газойли из нефти или битуминозных минералов).

Обессеривание мазута нефтепереработки (МНП) методом гидроочистки позволяет снизить содержание серы до 0.05 % по массе [56]. Этот уровень содержания серы является стандартным, например, для легкого печного топлива во многих странах-членах ЕС или в США, в то время как обычное содержание серы в легком печном топливе составляет 0,1 %, как указано в Приложении IV. Тяжелые печные топлива имеют содержание серы 0,5-1 % или потенциально даже больше, однако эти масла здесь не рассматриваются, поскольку Таблица 2 Приложения IV относится к «любому жидкому топливу на основе нефти, не менее 85 % которого по объему (включая потери) перегоняется при 350 °C».

3.1. Предельные значения для SO_x для установок улавливания серы на нефтегазовых заводах

Таблица 17: Таблица 3, Приложение IV, Предложение по потенциальному обновлению коэффициента извлечения серы в установках улавливания серы для очистки отходящих газов

Страница	Ссылка	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
39	Приложение IV Таблица 3: Предельное значение, выраженное в виде минимального коэффициента извлечения серы на установках улавливания серы Новое растение: 99,5 % Существующий завод: 98,5 %	Индекс обновления 3: В соответствии с нынешними НДТ, обновление не требуется	Конкретная установка, которая обычно состоит из процесса Клауса для удаления серы из газовых потоков, богатых сероводородом (H ₂ S), поступающих с установок очистки амина и стрипперов кислой воды. За SRU обычно следует установка очистки хвостового газа (TGTU) для удаления оставшегося H ₂ S [2].	Почти 100 %	99,5 % [37] в среднем за год
		Обновление не требуется		Почти 100 %	96-99,5 % [37] в среднем за год

Как описано в предыдущей главе, на нефте- и газоперерабатывающих заводах сера из топлива удаляется. В основном она образуется в виде H₂S в кислых побочных газах, из которых сера удаляется и восстанавливается. Установки регенерации серы (SRU) обычно состоят из процесса Клауса для удаления серы из газовых потоков, богатых сероводородом (H₂S), поступающих с установок очистки амина и отпарки кислой воды. Многоступенчатый процесс Клауса восстанавливает серу из газообразного сероводорода, содержащегося в сыром природном газе, а также из побочных газов, получаемых при переработке сырой нефти и других промышленных процессах. Основные химические реакции, происходящие в процессе Клауса, следующие:



За SRU обычно следует установка очистки хвостовых газов (TGTU) для удаления оставшегося H₂S. TGTU – это семейство технологий, дополняющих SRU с целью повышения эффективности удаления сернистых соединений. Их можно разделить на четыре категории в соответствии с применяемыми принципами [37]:

- прямое окисление до серы

- продолжение реакции Клауса в нескольких реакторах (многоступенчатый процесс Клауса)
- окисление до SO_2 и извлечение серы из SO_2
- восстановление до H_2S и извлечение серы из этого H_2S (например, с помощью аминного процесса)

Эффективность извлечения серы рассчитывается для всей цепи очистки (включая SRU и TGTU) как доля серы в сырье, которая восстанавливается в потоке серы, направляемом в отстойники. Если применяемая технология не предусматривает рекуперацию серы (например, скруббер морской воды), то в этом случае рассчитывается эффективность удаления серы, как % серы, удаленной всей цепочкой очистки.

Как было описано ранее, восстановление серы в рамках многоступенчатого процесса Клауса является общепринятой технологией. Упрощенная блок-схема SRU, состоящая из двух реакторов Клауса и последующего окислительного реактора для эффективного извлечения серы, показана на рис. 2.

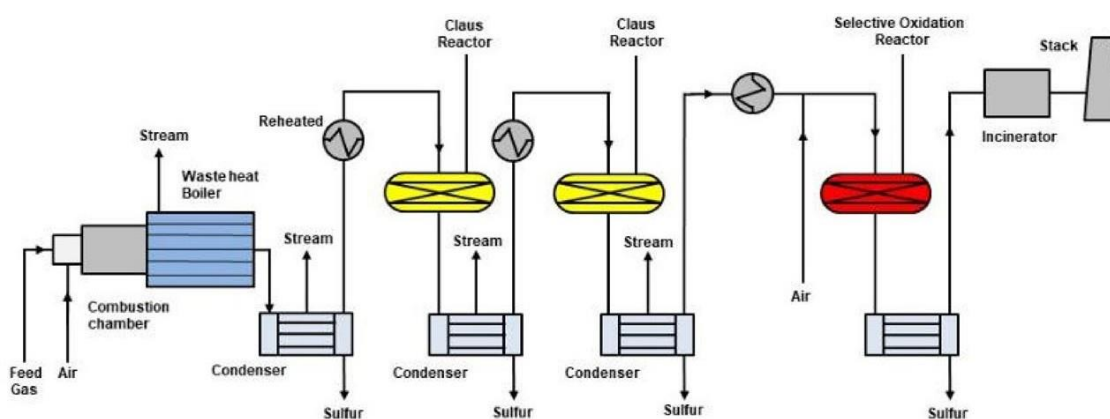


Рисунок 2: Схематическая технологическая схема установки улавливания серы (SRU) с несколькими клаузовыми реакторами [57].

Таким образом, коэффициент извлечения серы, приведенный в таблице 17, представляет собой процентное соотношение импортируемого сероводорода (H_2S), преобразованного в элементарную серу в среднем за год.

Как показано в Таблице 17, коэффициенты восстановления в Приложении IV находятся в пределах ELV, установленных в европейском документе СНДТ [37] и соответствующих заключениях НДТ [31]. Поэтому, по-видимому, нет необходимости в корректировке ELV.

3.2. Предельные значения для выбросов SO_x, образующихся при производстве диоксида титана

Таблица 18: Таблица 4, приложение IV, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов SO_x при производстве TiO₂

Страница	Ссылка	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
Приложение IV Таблица 4: Предельные значения для выбросов SO _x , образующихся при производстве диоксида титана (в среднем за год)					
39	Сульфатный процесс: ELV для SO _x (в пересчете на SO ₂) (кг/т TiO ₂): общий выброс: 6 кг/т в среднем за год	Индекс обновления 2: GP ELV как верхнее значение диапазона BAT AELs из СНДТ ЕС, возможно обновление	Многоступенчатая очистка [38]: 1. очистка с помощью переработанной сточной воды 2. Закалка, а затем очистка раствором каустической соды. 3. закаливание, прохождение через электростатический фильтр (удаление аэрозолей SO ₃) 4. Удаление SO ₂ путем окисления водным раствором H ₂ O ₂ с получением серной кислоты, которая используется повторно Удаление H ₂ S путем абсорбции в водной суспензии ZnO	Почти 100 %	В среднем за год [38]: 1 - 6 кг/т
	Хлоридный процесс: ELV для SO _x (в пересчете на SO ₂) (кг/т TiO ₂): общий выброс: 1,7 кг/т в среднем за год	Индекс обновления 2: GP ELV как верхнее значение диапазона BAT AEL из СНДТ ЕС, возможность обновления	Конкретные конфигурации многоступенчатой установки очистки отходящих газов на основе жидкостного скруббирования с каустической содой или водой → сера удаляется для продажи	Почти 100 %	В среднем за год [38]: 1,3 - 1,7 кг/т

Диоксид титана (TiO₂) – это неорганическое соединение, которое в основном используется в пигментах для красок и лаков, а также в производстве бумаги и пластмасс, печатных красок, волокон, резины, косметических продуктов. В настоящее время TiO₂ производится двумя различными способами:

1. В хлоридном процессе руда обрабатывается хлором и углеродом для получения тетрахлорида титана - летучей жидкости, которая далее очищается дистилляцией. TiCl₄ обрабатывается кислородом для регенерации хлора и получения диоксида титана.
2. В сульфатном процессе ильменитовый концентрат (45–60% TiO₂) обрабатывается серной кислотой для выделения пентагидрата сульфата железа (II). Полученный синтетический рутил подвергается дальнейшей обработке в соответствии со спецификациями конечного потребителя, т. е. для получения пигмента.

Новые заводы по производству TiO₂, скорее всего, перейдут на хлоридный способ производства, поскольку он обеспечивает более высокую эффективность использования сырья и энергии, а также более компактную компоновку завода, что, как правило, позволяет сократить объем технического обслуживания. Тем не менее, в последние годы, в частности в Китае, также были установлены новые заводы по сульфатному способу производства. Это, по-видимому, связано в основном с изобилием ильменитового концентрата.

В обоих процессах выбросы SO_2 в атмосферу являются ключевым фактором выбросов, поэтому необходимы соответствующие технологии борьбы с ними. Особенно в сульфатном процессе из-за использования большого количества серной кислоты необходимы многоступенчатые системы очистки, перечисленные в Таблице 18.

В случае сульфатного процесса многоступенчатая система скруббирования должна справляться с широким диапазоном потоков. Типичные этапы обработки выглядят следующим образом [38]:

1. Сначала отходящие газы очищаются с помощью оборотной сточной воды (эта система применима только в том случае, если сырьем является исключительно ильменит). Стоки промывочной воды должны быть соответствующим образом обработаны.
2. Во-вторых, отходящие газы закаливаются, а затем очищаются раствором каустической соды. Полученный раствор содержит Na_2SO_4 , NaHSO_3 , Na_2S и разлагается серной кислотой с получением SO_2 и S , идущих в качестве сырья на кислотный завод; полученное небольшое количество раствора Na_2SO_4 сбрасывается. Эта система применима только в том случае, если есть возможность использовать SO_2 и S в качестве сырья для других процессов на площадке.
3. В-третьих, отходящие газы гасятся, а затем очищаются раствором каустической соды. Очищенный раствор каустической соды после окисления NaHSO_3 попадает в канализационную систему, а затем направляется на очистные сооружения, расположенные на территории предприятия.
4. На четвертом этапе отходящие газы гасятся, затем проходят через электростатический осадитель (удаление аэрозолей SO_3), после чего происходит удаление SO_2 путем окисления водной H_2O_2 с получением серной кислоты, которая используется повторно.
5. Наконец, H_2S удаляется путем абсорбции в водной суспензии ZnO , которая используется в качестве сырья для производства Zn -содержащих пигментов на той же площадке. Это запатентованная безотходная система [38].

Европейский СНДТ сообщает, что ELV для SO_2 составляет 1–6 кг/т при производстве TiO_2 сульфатным способом в зависимости от конкретных условий на объекте и количества ступеней в системе скруббирования. ELV в таблице 4, Приложение IV, составляет 6 кг/т, следовательно, соответствует верхнему значению диапазона, указанного в документе СНДТ ЕС [38].

В случае с хлоридным процессом существует два различных метода борьбы с загрязнением, основанных на использовании скрубберных поездов. Первая технология использует каустическую соду в качестве жидкой очищающей среды и производит гипохлорит в качестве сопутствующего продукта. Второй подход основан на простом водном скруббировании и производит соляную кислоту для повторного использования или для продажи. Выбор предпочтительного варианта зависит от местного рынка сопутствующих продуктов. В СНДТ ЕС [38] указаны ELV для выбросов SO_2 в атмосферу в размере 1,3–1,7 кг/т TiO_2 , а в Приложении IV также указано верхнее значение диапазона (1,7 кг/т, см. Таблицу 18).

4. Приложение V: предельные значения для выбросов NOx из стационарных источников

4.1 Предельные значения для выбросов NOx, выбрасываемых из установок для сжигания топлива

Таблица 19: Таблица 1, приложение V, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов оксидов азота от сжигающих установок

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
42-43	<p>Приложение V Таблица 1: Предельные значения для выбросов NOx, выбрасываемых из установок для сжигания топлива</p>				
	<p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива:</p> <p><u>Сжигательные установки с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт - новые и существующие установки:</u></p> <p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива: 300 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1 для новых установок, Индекс обновления 2 для существующих заводов]</p> <p>Измельченный бурый уголь: 450 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Сжигательные установки с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт - новые и существующие установки:</u></p> <p>200 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1 для новых установок, Индекс обновления 2 для существующих заводов]</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения:</p> <p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива: 150 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p>	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимизация процесса сгорания - сочетание первичных методов снижения NOx, таких как регулировка подачи воздуха или топлива, рециркуляция дымовых газов, горелки с низким содержанием NOx (LNB) - селективное некаталитическое восстановление (СНКВ) - селективное каталитическое восстановление (СКВ) 	<p>Почти 100 %, за исключением СКВ для установок сжигания мощностью менее 100 МВт.</p> <p>Некоторые ограничения могут существовать для СНКВ, если установка работает менее 1 500 часов в год с сильно меняющейся нагрузкой и/или если площадь поперечного сечения достаточно велика, чтобы предотвратить однородное смешивание NH₃ и NOx.</p> <p>СКВ не применяется для установок мощностью менее 300 МВт, которые работают менее 5 часов в год. Для модернизации</p>	<p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива:</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 50 до 100 МВт (в среднем за сутки)[2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 155–200 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 165–330 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 100 до 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 80–130 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 155–210 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью более 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Котел FBC, сжигающий уголь и/или бурый уголь, и котел PC, сжигающий бурый уголь: Новые заводы: 80–125 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 140–165 мг/м³ при 6 % O₂ (верхнее значение диапазона - 220 мг/м³ при 6 % O₂, если</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>Измельченный бурый уголь: 200 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 200 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>			и установок, работающих менее 1500 часов в год, могут существовать технические и экономические препятствия.	<p>установка введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года)</p> <p>Угольный котел для РС: Новые растения: 80–125 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 85–165 мг/м³ при 6 % O₂ (Верхнее значение диапазона - 200 мг/м³ при 6 % O₂, если завод введен в эксплуатацию не позднее 7 января 2014)</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>Твердая биомасса и торф:</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 250 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 300 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Сжигательные установки с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт - новые и существующие установки:</u></p> <p>Новые растения: 200 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 250 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 150 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 2]</p> <p>Существующие растения: 200 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p>	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимизация процесса сгорания - горелки с низким содержанием оксидов азота (LNB) - воздушная постановка - распределение топлива - рециркуляция дымовых газов - селективное некаталитическое восстановление (СНКВ) - селективное каталитическое восстановление (СКВ) 	<p>Почти 100 %, за исключением СКВ и СНКВ. Если установка работает менее 500 часов в год, и СКВ для установок сжигания мощностью менее 100 МВт.</p> <p>Некоторые ограничения для СНКВ могут существовать, если установка работает менее 1500 часов в год с сильной переменной нагрузкой.</p> <p>Могут существовать технические и экономические барьеры для модернизации СКВ на станциях мощностью менее 300 МВт.</p>	<p>Твердая биомасса и торф:</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 50 до 100 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 120–200 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 120–275 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p><u>Сжигательные установки с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт - новые и существующие установки (в среднем за день) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 100–200 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 100–220 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью более 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 65–150 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 95–165 мг/м³ при 6 % O₂ (Верхнее значение диапазона - 200 мг/м³ при 6 % O₂, если установка будет введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года)</p>

Стр.	<u>Указатель ссылок и обновлений</u>	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	<u>Потенциальные ELV</u>
	<p>Жидкое топливо:</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 300 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 450 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>	Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов	Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]:	Почти 100 %, за исключением СКВ и СНКВ, если установка работает менее 500 часов в год, и СКВ для установок сжигания мощностью менее 100 МВт.	<p>Жидкое топливо:</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 50 до 100 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 100-215 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Существующие растения: 210-330 мг/м³ при 3 % O₂ (верхнее значение диапазона - 450 мг/м³ при 3 % O₂, если установка введена в эксплуатацию не позднее 27 ноября 2003 года и работает менее 1 500 часов в год)</p>
			<ul style="list-style-type: none"> - воздушная постанковка, - постанковка топлива, - рециркуляция дымовых газов, - Горелки с низким содержанием оксидов азота (LNB), - вода/пар 	Некоторые ограничения могут существовать для СНКВ, если установка работает менее 1 500 часов	

Стр.	<u>Указатель ссылок и обновлений</u>	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	<u>Потенциальные ELV</u>
	<p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 150 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: Жидкое топливо в целом: 200 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Установка на нефтеперерабатывающих заводах и химических установках: Остатки дистилляции и конверсии при переработке сырой нефти: 450 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения:</p>		дополнение, - селективное некаталитическое восстановление (СНКВ), - селективное каталитическое восстановление (СКВ), - передовая система управления.	в год с высокой переменной нагрузкой. Могут существовать технические и экономические препятствия для модернизации СКВ на установках, работающих менее 500 часов в год.	<p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 100 до 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 85-100 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Существующие растения: Жидкое топливо в целом: 85-145 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Смесь топлив на нефтеперерабатывающих заводах</p> <p>Эксплуатационные установки [37]: 30-300 мг/м³ при 3 % O₂ как среднемесячное значение</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью более 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>100 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 2]</p> <p>Существующие растения: Жидкое топливо в целом: 150 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие заводы: Остатки дистилляции и конверсии при переработке сырой нефти на нефтеперерабатывающих заводах и химических установках: 450 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Для технологического топлива в котлах химической промышленности: нет конкретных ELV [Индекс обновления 1]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p>			<p>Новые растения: 85-100 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Существующие растения: Жидкое топливо (НФО и газойль): 85-110 мг/м³ при 3 % O₂ (верхнее значение диапазона - 145 мг/м³ при 3 % O₂, если установка будет введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года)</p> <p>Существующие единицы [37]:</p> <p>Смешивание топлива на нефтеперерабатывающих заводах 30-300 мг/м³ при 3 % O₂ как среднемесячное значение</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 50 MWt, которая работает более 500 часов в год:</u></p> <p>Химическая промышленность перерабатывает топливо, смесь газов и жидкостей Новые заводы [2][3]: 50-110 мг/м³ при 3 % O₂ в среднем за день</p> <p>Топливо для технологических процессов химической промышленности, смесь газов и жидкостей - Существующие заводы [2][3]: 100-330 мг/м³ при 3 % O₂ в среднем за день</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>Газообразное топливо:</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 50 МВт:</u></p> <p>Природный газ - новые и существующие заводы: 100 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1 для новых, индекс обновления 2 для существующих]</p> <p>Другие газообразные виды топлива</p> <p>Новые заводы: 200 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие заводы: 300 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Технологический газ в черной металлургии Нет специальных ELV [Индекс обновления 1]</p> <p>Технологический газ в химической промышленности Нет специальных ELV [Индекс обновления 1]</p> <p>Нефтеперерабатывающие заводы, обжиг газа. Нет конкретных ELV [Индекс обновления 1]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p> <p>Только процессный газ для производства железа и стали</p> <p>Только технологические газы химической промышленности</p>	<p>Средством достижения соответствующих экологически уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимизация процесса сгорания, - воздушная или топливная система, - рециркуляция дымовых газов, - Горелки с низким содержанием оксидов азота (LNB), - передовая система управления, - снижение температуры сгорания, - селективное каталитическое восстановление (СНКВ), - селективное каталитическое восстановление (СКВ). 	<p>Почти 100 %, за исключением СНКВ и СКВ для установок, работающих менее 500 часов в год, и СКВ для установок сжигания мощностью менее 100 МВт.</p> <p>Применение усовершенствованных систем управления может быть ограничено при модернизации и старых установок сжигания топлива.</p> <p>Некоторые ограничения для СНКВ могут существовать, если установка работает менее 1500 часов в год с сильно переменной нагрузкой.</p> <p>Для модернизации и СКВ на установках, работающих менее 1500 часов в год, могут существовать технические и экономические препятствия.</p>	<p>Газообразное топливо:</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью более 50 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Природный газ - новые заводы: 30-85 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Природный газ - существующие заводы: 85-110 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p><u>Другие газы:</u></p> <p>Технологический газ для черной металлургии Новые заводы: 22-100 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Газ для металлургических процессов - Существующие заводы: 22-110 мг/м³ при 3 % O₂ (не применяется, если установка работает менее 1500 часов в год. Верхнее значение диапазона - 160 мг/м³ при 3 % O₂, если установка введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 г.)</p> <p>Только технологический газ для химической промышленности Новые заводы: 30-100 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Химическая промышленность Технологический газ Экспериментальные установки: 85-110 мг/м³ при 3 % O₂ (более высокое значение диапазона - 210 мг/м³ при 3 % O₂, если установка будет введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года)</p> <p>Нефтеперерабатывающие заводы, сжигание газа - новые заводы (в среднем за месяц) [37]: 30-100 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Нефтеперерабатывающие заводы, сжигание газа - действующие заводы (как среднемесячное значение)[2]: 30-150 мг/м³ при 3 % O₂ (верхнее значение диапазона - 200 мг/м³ при 3 % O₂, если используется высокий предварительный нагрев воздуха или содержание топлива N₂ выше 50 %)</p>

Таблица 20: Таблица 2, Приложение V, предложение по обновлению предельных значений для выбросов оксидов азота от газовых турбин

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
44	<p>Таблица 2: Предельные значения выбросов NOx для наземных газотурбинных установок (включая газовые турбины комбинированного цикла – CCGT)</p> <p><u>Установки с тепловой мощностью более 50 МВт</u></p> <p>Жидкое топливо (легкие и средние дистилляты):</p> <p>Новые установки: 50 мг/м³ при 15 % O₂ [Индекс обновления 3]</p> <p>Существующие установки: 90 мг/м³ при 15 % O₂ (200 мг/м³ при 15 % O₂, если работают менее 1500 часов в год) [Индекс обновления 3]</p>	Доступна модернизация современных методов борьбы с загрязнением окружающей среды	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Горелки с низким содержанием оксидов азота (LNB), - добавление воды/пара, - селективное каталитическое восстановление (СКВ). 	LNB применяются только для моделей турбин, которые доступны на рынке. СКВ не применим, если установка работает менее 500 часов в год. Возможны технические и экономические ограничения для установки СКВ на установках, работающих менее 1,500 часов в год. Кроме того, установка СКВ может быть ограничена наличием свободного пространства.	
44	<p>Таблица 2: Предельные значения для выбросов NOx от наземных турбин внутреннего сгорания (включая газовые турбины с комбинированным циклом CCGT)</p> <p><u>Турбины внутреннего сгорания с тепловой мощностью более 50 МВт - Новые:</u></p> <p>Природный газ: 50 мг/м³ при 15 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Другие газы: 50 мг/м³ при 15 % O₂ [Индекс обновления 2]</p> <p><u>Турбины внутреннего сгорания с тепловой мощностью более</u></p>	Доступны усовершенствованные текущие сокращения выбросов	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов [2][3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - передовая система управления, - добавление воды/пара, - сухие горелки с низким содержанием оксидов азота (DLN) - Концепция дизайна с низкой нагрузкой, - Горелки с низким содержанием оксидов 	<p>Применение передовых систем управления ограничено для старых установок сжигания топлива.</p> <p>DLN Применено ограничено при наличии систем добавления воды/пара.</p> <p>LNB обычно применяются для дополнительного сжигания топлива для парогенераторов с рекуперацией тепла (HRSG) в случае парогазовых установок (CCGT)</p>	<p><u>Газовые турбины с открытым циклом в составе станции с тепловой потребляемой мощностью более 50 МВт [2][3] (в среднем за сутки):</u></p> <p>Природный газ - новая турбина: 25-50 мг/м³ при 15 % O₂</p> <p>Природный газ - существующая турбина, работающая более 500 ч/год: 25-55 мг/м³ при 15 % O₂ (верхнее значение диапазона - 80 мг/м³ при 15 % O₂, если установка введена в эксплуатацию не позднее 27 ноября 2003 года и работает от 500 до 1 500 часов в год)</p> <p><u>Газовые турбины комбинированного цикла в составе завода с тепловой потребляемой мощностью от 50 до 600 МВт [2][3] (в среднем за сутки):</u></p> <p>Природный газ - новая турбина: 15-40 мг/м³ при 15 % O₂</p> <p>Природный газ - существующая турбина с чистым общим использованием топлива < 75%: 35-55 мг/м³ при 15 % O₂</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p><u>50 МВт - Существующие:</u></p> <p>Природный газ: 50 мг/м³ при 15 % O₂ (150 мг/м³ при 15 % O₂ при работе менее 1 500 часов в год)</p> <p>[Индекс обновления 2]</p>		азота (LNB), селективное каталитическое восстановление (СКВ).	установки для сжигания топлива. СКВ не применяется, если завод работает менее 500 часов в год или для установок мощностью менее 100 МВт.	
	<p>Другие газы: 120 мг/м³ при 15 % O₂ (200 мг/м³ при 15 % O₂ при работе менее 1 500 часов в год)</p> <p>[Индекс обновления 1 для существующих турбин для газов черной металлургии]</p> <p>[Индекс обновления 2 для существующих турбин для газа нефтепереработки]</p>			<p>Модернизация СКВ на установках, работающих менее 1500 часов в год, может быть сопряжена с техническими и экономическими препятствиями. Наконец, модернизация СКВ может быть ограничена наличием свободного места.</p>	<p>Природный газ - существующая турбина с общим чистым использованием топлива > 75%: 35-55 мг/м³ при 15 % O₂ (верхнее значение диапазона - 80 мг/м³ при 15 % O₂, если завод будет введен в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года)</p> <p>Газовые турбины комбинированного цикла в составе завода с тепловой потребляемой мощностью более 600 МВт [2][3] (в среднем за сутки): Природный газ - новая турбина: 15-40 мг/м³ при 15 % O₂</p> <p>Природный газ - существующая турбина с чистым общим использованием топлива < 75%: 18-50 мг/м³ при 15 % O₂</p> <p>Природный газ - существующая турбина с общим чистым использованием топлива > 75%: 18-55 мг/м³ при 15 % O₂ (более высокий диапазон - 65 мг/м³ при 15 % O₂, если завод будет введен в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года)</p> <p>Газовые турбины комбинированного цикла с тепловой потребляемой мощностью более 50 МВт: Газ для металлургических процессов - новая турбина (в среднем за день) [1][3]: 30-50 мг/м³ при 15 % O₂</p> <p>Газ для металлургических процессов - существующая турбина, работающая более 500 часов в год (в среднем за сутки) [2][3]: 30-55 мг/м³ при 15 % O₂ (верхнее значение диапазона - 70 мг/м³ при 15 % O₂, если завод будет введен в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года)</p> <p>Сжигание газа в газовых турбинах нефтеперерабатывающих заводов - новый завод (в среднем за месяц) [37]: 20-50 мг/м³ при 15 % O₂ (верхнее значение диапазона - 75 мг/м³ при 15 % O₂, если содержание H₂ в топливе выше 10 %)</p> <p>Сжигание газа в газовых турбинах НПЗ - существующий завод (как среднемесячное значение) [37]: 40-120 мг/м³ при 15 % O₂</p>

4.1.1. Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива:

Для установок, сжигающих твердое топливо угольного типа, предельные значения выбросов NO_x из (A)GP [1] в зависимости от статуса установки (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 6% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 21: Предельные значения выбросов NO_x для твердого топлива угольного типа от (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности[1].

Тепловая потребляемая мощность	ELV NO _x для твердого топлива угольного типа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	300 ¹	300 ¹
100-300 МВт	200	200
Более 300 МВт	150 ²	200

¹: 450 мг/Нм³, если топливом является пылевидный бурый уголь

²: 200 мг/Нм³, если топливом является пылевидный бурый уголь.

В выводах НДТ для LCP [3], BAT AEL NO_x для LCP, сжигающих уголь или бурый уголь, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂, приведены ниже:

Таблица 22: BAT AEL NO_x для угля или бурого угля из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности [3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AEL NO _x для твердого топлива угольного типа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	155-200	165-330
100-300 МВт	80-130	155-210
Более 300 МВт	80-125	85-165 ¹ если PC, [*] 140-165 ² если FBC [*]

¹: 85-200 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

²: 140-220 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

^{*}: PC «пылевидное сжигание» и FBC «сжигание в кипящем слое»

В американских правилах [32] ELV приведены для потребляемой или выдаваемой энергии, но если пересчитать их с учетом приблизительного теплового КПД установок для сжигания и стехиометрических объемов сухих дымовых газов, приведенных в документе

СНДТ по ТРР[2], то ELV по NO_x для ТРР > 73 МВт, сжигающих твердое топливо, варьируются от 90 до 143 мг/Нм³ при 6% O₂, в среднем за месяц, в зависимости от даты строительства или модификации установки.

Согласно китайским правилам [33], ELV NO_x для всех ТРР, сжигающих твердое топливо, составляет 100 мг/Нм³ для новых и существующих объектов при 6% O₂. Установленные ELV не являются более строгими для конкретных ключевых регионов [33]. Однако в доступных документах на английском языке не указано, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

Китайская программа сверхнизких выбросов ввела ELV для NO_x на уровне 50 мг/Нм³ для угольных ТРР [51], начиная с 2015 года для новых установок, а к 2030 году ему должно соответствовать 80 % от общей мощности угольных ТРР.

В индийских правилах [34] ELV по NO_x установлены на уровне 450 мг/Нм³ для угольных ТРР, установленных в период 2004-2016 годов, и 100 мг/Нм³ для ТРР всех размеров, установленных в 2017 году или позже, при 6% O₂. Однако в китайских правилах не упоминается, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

Вышеупомянутые уровни выбросов могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации следующих методов [2][3]: оптимизация сжигания, регулировка подачи воздуха или топлива, рециркуляция дымовых газов, горелки с низким содержанием NO_x, СНКВ или СКВ. Потенциальная применимость этих методов составляет почти 100%, за исключением СКВ, которая не применима для установок мощностью менее 100 МВт. [3] и для СНКВ и СКВ для установок, работающих менее 500 часов в год. Для установок СНКВ и СКВ, работающих менее 1 500 часов в год, могут существовать некоторые технические и экономические ограничения.

Более высокая эффективность достигается за счет сочетания первичных и вторичных мер, таких как селективная некаталитическая нейтрализация (СНКВ) или селективная каталитическая нейтрализация (СКВ). При СКВ размер и тип катализаторов, время пребывания дымовых газов, расход реагентов являются параметрами, позволяющими повысить эффективность удаления NO_x.

В литературе сообщается, что средняя концентрация NO_x, достигнутая для всей мощности китайских угольных ТРР, составила 52,0 мг/Нм³ в декабре 2017 года (см. рис. 3) после введения программы сверхнизких стандартов выбросов [51]. Снижению общей концентрации способствовало закрытие старых и малых ТРР для строительства новых и более крупных, а также установка современных технологий контроля загрязнения, таких как СКВ. К концу 2017 года более 98 % всех мощностей были оснащены техниками удаления NO_x (причем 89 % - это СКВ, работающие около 94 % времени), тогда как в 2011 году ими было оснащено только 13 % мощностей угольных ТРР [51]. С 2015 по конец 2017 года было построено 96 ГВт угольных мощностей со средней концентрацией NO_x в дымовых газах 47,7 мг/Нм³. Благодаря программе ULE месячный коэффициент выбросов китайских ТРР снизился более чем на 76 % в период с 2014 по 2017 г од [51].

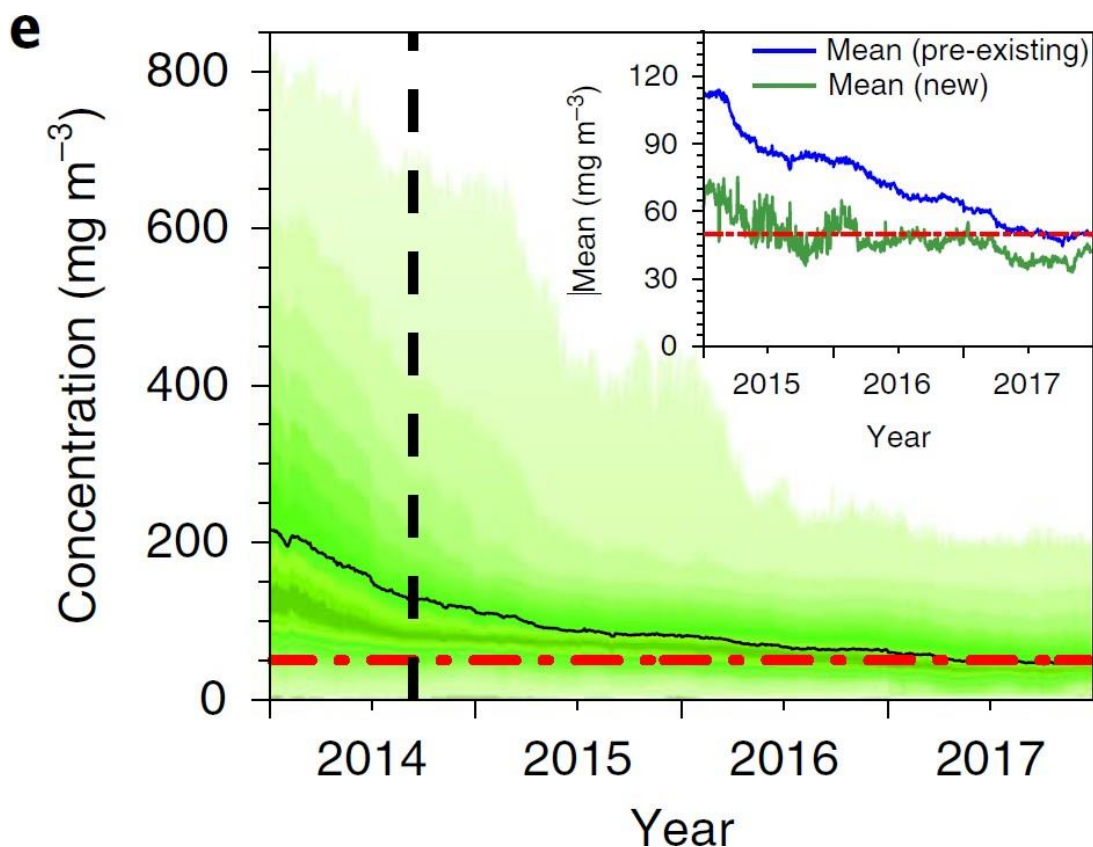


Рисунок 3: Динамика средней концентрации NOx для всей мощности угольных электростанций Китая в период с 2014 по 2017 год [51].

Несколько эталонных примеров для угольных котлов, разработанных производителями технологий удаления NOx, показывают, что уровни выбросов, аналогичные или ниже, чем BAT AEL, вполне достижимы:

- На электростанции мощностью 321 МВт на каменном угле в Польше установка системы избыточного воздуха и горелок с низким содержанием NOx от Fortum позволила достичь концентраций ниже 300 мг/Нм³ без введения мочевины и ниже 190 мг/Нм³ с СНКВ [10], не влияя на паропроизводительность котла;
- Для индийской угольной электростанции мощностью > 100 МВтэ модификация сжигания, проведенная компанией Fortum, позволила значительно снизить выбросы NOx: целевая концентрация 290 мг/Нм³ была установлена для всех режимов нагрузки, а концентрация до 200 мг/Нм³ была достигнута [12];
- В обзоре компании EES Corp, посвященном эффективности СНКВ, приведены некоторые примеры для угольных котлов мощностью от 40 до 165 МВт с достигнутыми концентрациями NOx ниже 180-190 мг/Нм³, при использовании только СНКВ или комбинации СНКВ с системой избыточного воздуха в топке (OFA) [13].

Кроме того, в рамках разработки отчета СНДТ по LCP был проведен сравнительный анализ заводов ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки заключений НДТ [3], предложение потенциальных обновлений текущих ELV, выраженных в среднесуточных значениях при 6% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 23: Предложение потенциальных обновлений в ELV для NO_x от сжигания твердого топлива угольного типа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O₂ в мг/Нм³, а также расчетных соответствующих среднемесячных значений и индексов обновления.

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV NO _x - ежедневно (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 6% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	155-200	165-330	125-173	129-297	1	23
100-300 МВт	80-130	155-210	64-114	125-194	1	2
> 300 МВт	80-125	85-165 ¹ если РС,* 140-165 ² если FBC*	64-103	74-157 (РС) 110-157 (FBC)	1	1

¹: 85-200 мг/Нм³ если введен в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

²: 140-220 мг/Нм³ если введен в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

³: индекс обновления равен 1 для пылевидного бурого угля

*: РС «пылевидное сжигание» и FBC «сжигание в кипящем слое».

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе средневзвешенных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

4.1.2. Твердая биомасса и торф:

Для установок, сжигающих твердую биомассу или торф, ELV для NO_x из (A)GP [1] в зависимости от статуса установки (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 6% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 24: Предельные значения выбросов NO_x для твердой биомассы и торфа от (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от мощности теплового ввода [1].

Тепловая потребляемая мощность	ELV для NO _x (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	250	300
100-300 МВт	200	250
Более 300 МВт	150	200

В европейских выводах НДТ для LCP [3] НДТ для LCP, сжигающих твердую биомассу или торф, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂, приведены ниже:

Таблица 25: BAT AEL NO_x для твердой биомассы или торфа из заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от мощности теплового ввода[3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AEL NO _x для биомассы или торфа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	120-200	120-275
100-300 МВт	100-200	100-220
Более 300 МВт	65-150	95-165 ¹

¹: 95–200 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

В большинстве рассмотренных зарубежных нормативных документов твердая биомасса не рассматривается отдельно. Поэтому можно предположить, что твердая биомасса включена в категорию твердого топлива, и можно считать ELV, приведенный в главе 4.1.1.

Для достижения установленных уровней выбросов могут применяться те же методы восстановления, что и для твердого топлива угольного типа [2][3], и их потенциальная применимость также составляет почти 100%, за исключением условий, приведенных в главе 4.1.1.

Более высокая эффективность достигается за счет сочетания первичных и вторичных мер, таких как селективная некаталитическая нейтрализация (СНКВ) или селективная каталитическая нейтрализация (СКВ). При СКВ размер и тип катализаторов, время пребывания дымовых газов, расход реагентов являются параметрами, позволяющими повысить эффективность удаления NO_x.

В литературе не было найдено справочных значений достигнутой концентрации после внедрения технологии удаления NO_x для недавних применений на LCP, сжигающих биомассу.

В рамках разработки СНДТ LCP был проведен сравнительный анализ предприятий ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки заключений НДТ [3], предложение потенциальных обновлений текущих ELV, выраженных как среднесуточные значения при 6% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 26: Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов NO_x при сжигании твердой биомассы и торфа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O₂ в мг/Нм³, а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV NO _x - ежедневно (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 6% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	120-200	120-275	93-173	93-248	1	1
100-300 МВт	100-200	100-220	73-167	73-198	1	1
> 300 МВт	65-150	95-165 ¹	51-145	65-157	2	1

¹: 95-200 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе средневзвешенных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

4.1.3. Жидкое топливо - котлы:

Для установок, сжигающих жидкое топливо, ELV для NO_x из (A)GP [1] в зависимости от статуса установки (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 3% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 27: Предельные значения выбросов NO_x для жидкого топлива, согласно (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 3% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности.

Тепловая потребляемая мощность	ELV для NO _x (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	300	450
100-300 МВт	150	200 ¹
Более 300 МВт	100	150 ¹

¹: 450 мг/Нм³, если топливом являются остатки дистилляции и конверсии сырой нефти на нефтеперерабатывающих заводах и химических установках

В Европейских выводах НДТ для LCP [3], BAT AEL для LCP, сжигающих жидкое топливо, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂, приведены ниже:

Таблица 28: BAT AEL NO_x для жидкого топлива из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности[3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AEL по NO _x для жидкого топлива (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	100-215	210-330 ¹
100-300 МВт	85-100	85-145 ²
Более 300 МВт	85-100	85-110 ^{2,3}

¹: 210-450 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 года и эксплуатации менее 1500 часов в год

²: 30-300 мг/Нм³ в смеси с топливом на нефтеперерабатывающих заводах

³: 85-145 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

В нормативных документах США [32] преобразованные ELV, ELV NO_x для LCP, сжигающих жидкое топливо, варьируются от 111 до 176 мг/Нм³ при 3% O₂, в среднем за месяц, в зависимости от даты строительства или модификации установки.

Согласно китайским нормам [33], ELV NO_x для всех ТРП, сжигающих жидкое топливо, составляет 100 мг/Нм³ для новых установок и 200 мг/Нм³ для существующих, при 3% O₂. Для отдельных ключевых регионов, которые более чувствительны к загрязнению атмосферы и его воздействию, ELV установлен на уровне 100 мг/Нм³ для новых и существующих установок. Однако в имеющихся документах на английском языке не указано, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

В индийских правилах [34] ELV по NO_x составляют 540 мг/Нм³ для ТРП, сжигающих жидкое топливо и установленных в период 2004-2016 годов, и 120 мг/Нм³ для ТРП всех размеров, установленных в 2017 году или позже, в пересчете на 3% O₂. Однако, как и в случае с китайскими нормами, не упоминается, являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

Вышеупомянутые уровни выбросов могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации следующих методов [2][3]: оптимизация сжигания, регулировка подачи воздуха или топлива, рециркуляция дымовых газов, горелки с низким содержанием NO_x, СНКВ или СКВ. Потенциальная применимость этих методов составляет почти 100%, за исключением СКВ, которая не применима для установок мощностью менее 100 МВт согласно СНДТ [2], а также СНКВ и СКВ для установок, работающих менее 500 часов в год. Некоторые технические и экономические ограничения могут существовать для СНКВ и СКВ для установок, работающих менее 1 500 часов в год.

Более высокая эффективность достигается за счет сочетания первичных мер и вторичных мер, таких как селективная некаталитическая нейтрализация (СНКВ) или селективная каталитическая нейтрализация (СКВ). Горелки нового поколения с низким содержанием NO_x более эффективны. В случае СКВ размер и тип катализаторов, время пребывания дымовых газов, расход реагентов являются параметрами, позволяющими повысить эффективность удаления NO_x.

В литературе было найдено лишь несколько ссылок на концентрации NO_x, достигнутые после применения технологии удаления для жидкого топлива, используемого в LCP,

которые показывают, что возможно достижение аналогичных или более низких уровней выбросов, чем ВАТ АЕЛ:

- В обзоре компании EES Corp, посвященном эффективности СНКВ, приведены некоторые примеры для газовых/нефтяных котлов: Концентрация NOx около 120 мг/Нм³ была достигнута для котла мощностью 50 МВт, а концентрация около 60 мг/Нм³ наблюдалась для котлов мощностью 20 МВт и 420 МВт [12];

- На эстонском заводе мощностью 1600 МВт, сжигающем сланец, благодаря установке компанией Fortum систем контроля горения с низким содержанием NOx и подачи избыточного воздуха, а также одному из восьми котлов, оснащенных системой СНКВ, суточная концентрация отходящих газов опустилась ниже 180 мг/Нм³ при использовании практически только первичных методов [11];

- Внедрение компанией FIVES Pillard 8 горелок с низким содержанием оксидов азота (LNB) мощностью 15,5 МВт каждая, общей мощностью 124 МВт, при конверсии французской районной тепловой станции, работающей на биотопливе, позволило снизить концентрацию с 580 (при сжигании тяжелого мазута) до 141 мг/Нм³ [14]. Для резервного топлива котла мощностью 82 МВт, сжигающего дизельное топливо, концентрация 96 мг/Нм³ была достигнута при применении LNB с 20 % EGR [14].

В рамках разработки СНДТ LCP [2] был проведен сравнительный анализ заводов ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки заключений НДТ [3], предложение потенциальных обновлений ELV, выраженных как среднесуточные значения при 3% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 29: Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов NOx при сжигании жидкого топлива, выраженных в виде среднесуточных значений при 3% O₂ в мг/Нм³, а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV NOx - ежедневно (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 3% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	100-215	210-330 ¹	86-207	177-297	1	1
100-300 МВт	85-100	85-145 ²	63-86	63-120	1	1
> 300 МВт	85-100	85-110 ^{2,3}	63-86	63-105	2	1

¹: 210-450 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 года и эксплуатации менее 1500 часов в год

²: 30-300 мг/Нм³ в смеси с топливом на нефтеперерабатывающих заводах

³: 85-145 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе среднедневных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

4.1.4. Газообразное топливо - котлы:

Для электростанций с номинальной тепловой мощностью более 50 МВт, работающих на газообразном топливе, ELV для NO_x для котлов из (A)GP [1] приведены ниже:

Таблица 30: Предельные значения выбросов NO_x для газообразного топлива, используемого в котлах в (A)GP [1] (в мг/Нм³ при 3% O₂)

Тип топлива	ELV NO _x для котлов в (A)GP (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
Природный газ	100	100
Другие газообразные виды топлива	200	300

В заключениях НДТ для LCP [3] и для переработки минерального масла [31] НДТ для выбросов NO_x для котлов LCP, сжигающих газообразное топливо, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂, приведены ниже:

Таблица 31: BAT AEL NO_x для газообразных топлив от LCP [3] и переработки минерального масла [31] из Заключений НДТ, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂ в мг/Нм³

Тип топлива	BAT AEL для NO _x для газообразного топлива (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
Природный газ	30-85	85-110
Газы черной металлургии	22-100	22-110 ¹
Нефтеперерабатывающий газ	30-100*	30-150 ^{*,3}

¹: 22-160 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г. и без ELV при эксплуатации менее 1500 часов в год²: 85-210 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.³: 30-200 мг/Нм³ при использовании высокого предварительного нагрева воздуха или при содержании топлива H₂ более 50%.

*: выражается как среднесуточное значение

В китайских правилах [33] ELV NO_x для новых и существующих ТРП, сжигающих газообразное топливо, составляет 100 мг/Нм³ для природного газа и 200 мг/Нм³ для других газов при 3% O₂. Однако в доступных документах на английском языке не указано,

являются ли ELV среднесуточными, среднемесячными или среднегодовыми.

В нормативных документах США и Индии [32][34] ELV по NO_x для природного газа не столь строги: примерно 114-181 мг/Нм³ (в пересчете на г/ГДж валовой продукции) для США в зависимости от даты модификации или строительства станции и 120 мг/Нм³ для индийских ТРР, установленных с 2017 года. Кроме того, не упоминается ELV для других газов.

Уровни выбросов Ват АЕЛ могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации следующих методов [2][3]: оптимизация сжигания, регулировка подачи воздуха или топлива, рециркуляция дымовых газов, горелки с низким содержанием NO_x, усовершенствованная система управления, снижение температуры сжигания, СНКВ или СКВ. Потенциальная применимость этих методов составляет почти 100%, за исключением СКВ, которая не применима для установок мощностью менее 100 МВт [3], а также СНКВ и СКВ для установок, работающих менее 500 часов в год. Для установок, работающих менее 1 500 часов в год, могут существовать некоторые технические и экономические ограничения для СНКВ, если нагрузка сильно изменяется и требуется модернизация для СКВ.

Более высокая эффективность достигается за счет сочетания первичных мер и вторичных мер, таких как селективная некаталитическая нейтрализация (СНКВ) или селективная каталитическая нейтрализация (СКВ). Горелки нового поколения с низким содержанием NO_x более эффективны. В случае СКВ размер и тип катализаторов, время пребывания дымовых газов, расход реагентов являются параметрами, позволяющими повысить эффективность удаления NO_x.

В литературе было найдено несколько ссылок на концентрации NO_x, достигнутые после применения методов снижения выбросов для газовых ТРР, которые показывают, что возможно достижение аналогичных или более низких уровней выбросов, чем Ват АЕЛ:

- Обзор характеристик СНКВ, проведенный EES Corp, выявил несколько эталонных примеров для газовых и нефтяных котлов: Концентрация NO_x около 120 мг/Нм³ была достигнута для котла мощностью 50 МВт, а концентрация около 60 мг/Нм³ наблюдалась для котлов мощностью 20 МВт и 420 МВт [12];
- Компания EES Corp также показала, что применение СНКВ на газовом котле нефтеперерабатывающего завода мощностью 20 МВт позволило достичь концентрации дымовых газов 60 мг/Нм³ [12];
- В результате внедрения FIVES Pillard на 6 горелках мощностью 20,6 МВт каждая на французской станции централизованного теплоснабжения, работающей на природном газе, была достигнута концентрация 98 мг/Нм³ [14].
- FIVES Pillard также позволил достичь концентраций NO_x между 38 и 48 мг/Нм³ для нескольких проектов со средней мощностью (около 10-15 МВт) после применения горелок на природном газе с низким содержанием NO_x (LNB), без использования рециркуляции отработавших газов (EGR) [14]. Концентрации около 20 мг/Нм³ ожидаются при добавлении EGR. Это было продемонстрировано при внедрении 5 новых LNB по 32 МВт на котлах Samsung, которые достигли концентрации NO_x 16 мг/Нм³, а также при применении LNB с 20% EGR на заводе ERZ (Цюрих) мощностью 82 МВт, где была достигнута концентрация NO_x в отходящих газах 14 мг/Нм³ [14];

В рамках разработки СНДТ LCP [2] было проведено сравнение с заводами ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Для других газообразных видов топлива, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки Заключений НДТ [3], предложение потенциальных обновлений ELV, выраженных как среднесуточные при 3% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 32: Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов NO_x при сжигании газообразного топлива, выраженных в виде среднесуточных значений при 3% O₂ в мг/Нм³, а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	Потенциальный ELV NO _x (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 3% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
Природный газ	30-85	85-110	19-71	66-105	1	2
Газы черной металлургии	22-100	22-110 ¹	18-81	21-105	1	1
Технологические газы химической промышленности	30-100	85-110 ²	25-89	77-105	1	1
Нефтеперерабатывающий газ	30-100*	30-150*, ³	Уже как среднемесячное значение		2	2

¹: 22-160 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г. и без ELV при эксплуатации менее 1 500 часов в год

²: 85-210 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

³: 30-200 мг/Нм³ при использовании высокого предварительного нагрева воздуха или при содержании топлива H₂ более 50%.

*: выражается как среднемесячное значение

Оценка эквивалентных среднемесячных значений, исходя из среднесуточных и среднегодовых значений, основана на [35] и объяснена в конце раздела 3.1.1.

4.1.5. Газообразное и жидкое топливо - турбины:

Для установок сжигания топлива с номинальной тепловой мощностью более 50 МВт, работающих на газообразном топливе, ELV для NO_x для наземных турбин (включая газовые турбины с комбинированным циклом (ПГУ)) из (A)GP [1] приведены ниже:

Таблица 33: Предельные значения выбросов NO_x, выбрасываемых наземными турбинами внутреннего сгорания (включая газовые турбины комбинированного цикла CCGT) в (A)GP (в мг/Нм³ при 15% O₂) [1].

ELV NO _x для турбин в (A)GP (в мг/Нм ³ при 15% O ₂) ^a		
Тип топлива	Новый завод	Существующий завод
Легкие и средние дистиллятные мазуты	50	90 ¹
Природный газ ^b	50	50 ^{2, c,d}
Другие газообразные виды топлива	50	120 ³

¹: 200 мг/Нм³, если установка работает менее 1500 часов в год

² : 150 мг/Нм³, если установка работает менее 1500 часов в год ³ : 200 мг/Нм³, если установка работает менее 1500 часов в год.

^a Газовые турбины для аварийного использования, которые работают менее 500 часов в год, не покрываются.

^b Природный газ - это метан природного происхождения, содержащий не более 20% (по объему) инертных газов и других компонентов.

^c 75 мг/м³ в следующих случаях, когда эффективность газовой турбины определяется в условиях базовой нагрузки ISO:

- Газовые турбины, используемые в теплоэнергетических системах с общим КПД более 75%.
- Газовые турбины, используемые в установках комбинированного цикла, со среднегодовым общим электрическим КПД более 55%.
- Газовые турбины для механических приводов.

^d Для одиночных газовых турбин, не относящихся ни к одной из категорий, упомянутых в сноске с, но имеющих КПД более 35% - определенный в условиях базовой нагрузки ISO - ELV для NO_x должен составлять $50 \times \eta / 35$, где η - КПД газовой турбины в условиях базовой нагрузки ISO, выраженный в процентах.

В заключениях по НДТ для LCP [3] и для переработки минерального масла [31] нет НДТ для турбин, сжигающих жидкое топливо. Однако НДТ для выбросов NO_x для турбин, сжигающих газообразное топливо, выраженные как среднесуточные значения при 15% O₂, имеются и приведены на сайте:

Таблица 34: BAT AEL NO_x для газообразного топлива для турбин в соответствии с LCP [3] и переработкой минерального масла [31] из Заключения НДТ, выраженные как среднесуточные значения при 15% O₂ в мг/Нм³

Установка	Тип топлива	ELV NO _x для газообразного топлива (в мг/Нм ³ при 15% O ₂)	
		Новый завод	Существующий завод
Газовая турбина с открытым циклом	Природный газ	25-50	25-55 ¹
Газовая турбина комбинированного цикла 50-600 МВт		15-40	35-55 ²
Газовая турбина комбинированного цикла > 600 МВт		15-40	18-50* 18-55** ³
Газовая турбина открытого или комбинированного цикла	Газы черной металлургии	30-50	30-55 ⁴
Газовые турбины открытого или комбинированного цикла на нефтеперерабатывающих заводах	Газообразное топливо	20-50 ^{5,***}	40-120 ^{***}

¹: 25–80 мг/Нм³, если он введен в эксплуатацию не позднее 27 ноября 2003 года и работает от 500 до 1 500 часов в год.

²: 35-80 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г. и общем использовании топлива > 75%.

³: 18–65 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 г.

⁴: 30–70 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 г.

⁵: 20–75 мг/Нм³, если содержание H₂ в топливе превышает 10%.

*: чистый общий коэффициент использования топлива < 75%

** : чистый общий коэффициент использования топлива > 75%

*** : выражается в среднесуточных значениях

В китайских правилах [33] ELV NO_x для новых и существующих турбин, сжигающих газообразное топливо, составляет 50 мг/Нм³ для природного газа и 120 мг/Нм³ для других газов или жидкого топлива при 15% O₂. Однако в доступных документах на английском языке не указано, являются ли ELV среднесуточными, среднесуточными или среднегодовыми.

Уровни выбросов BAT AEL могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации следующих методов [2][3]: усовершенствованная система управления, добавление воды или пара, горелки с низким содержанием оксидов азота (LNB) или СКВ. Потенциальная применимость этих методов различна:

- Внедрение передовых систем управления ограничено для старых заводов,

- Применение сухого LNB в присутствии воды или пара может быть ограничено,
- LNB в основном применяются для дополнительного сжигания топлива для производства пара с рекуперацией тепла в случае CCGT,
- СКВ не применяется для установок мощностью менее 100 МВт и для установок, работающих менее 500 часов в год [3]. Для установок, работающих менее 1 500 часов в год, и модернизированных установок могут существовать некоторые технические и экономические ограничения.

В литературе нелегко найти упоминания о недавних результатах применения технологий с низким содержанием NOx на турбинах. Однако в отчете компании General Electric [15] сообщается, что в 1999 году уже были достигнуты концентрации NOx до 4 мг/Нм³ (начиная с 47 мг/Нм³) при применении их каталитической системы дожигания без впрыска аммиака на канадской установке, хотя условия работы и измерений не сообщаются. Совсем недавно в одной из статей сообщалось, что компания GE завершила первую установку новой газовой турбины, которая может достичь концентраций NOx около 9 мг/Нм³ при использовании сухих горелок с низким содержанием NOx (DLN) [16]. В случае применения этой технологии на девяти существующих газовых турбинах на пяти электростанциях в Китае концентрация NOx составила 15 мг/Нм³ [16].

В рамках разработки СНДТ LCP был проведен сравнительный анализ предприятий ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Для сжигания газообразного топлива в турбинах, на основе оценки, проведенной в ЕС для разработки Заключения НДТ, предложение потенциальных обновлений ELV, выраженных как среднесуточных значений при 15% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 35: Предложение потенциальных обновлений в ELV для NOx от газовых турбин, сжигающих газообразное топливо, выраженных как среднесуточные значения при 15% O₂ в мг/Нм³, а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Установка	Тип топлива	Потенциальный ELV NOx (в мг/Нм ³ при 15% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 15% O ₂)		Индекс обновления	
		Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
ОСГТ	Природный газ	25-50	25-55 ¹	20-42	20-52	2	2
ССГТ 50-600 МВт		15-40	35-55 ²	12-35	21-50* 30-52**	1	2
ССГТ > 600 МВт		15-40	18-50* 18-55** ³	12-35	14-45* 14-52**	1	2
ОСГТ или ССГТ	Газы черной металлургии	30-50	30-55 ⁴	25-42	25-52	2	1
ОСГТ или ССГТ	Газообразное топливо	20-50 ^{5***}	40-120 ^{***}	Уже как среднемесячное значение		2	2

¹: 25-80 мг/Нм³, если он введен в эксплуатацию не позднее 27 ноября 2003 года и работает от 500 до 1 500 часов в год.

²: 35-80 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г. и общем использовании топлива > 75%.

³: 18-65 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 г.

⁴: 30-70 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 г.

⁵: 20-75 мг/Нм³, если содержание H₂ в топливе превышает 10%.

*: чистый общий коэффициент использования топлива < 75%

** : чистый общий коэффициент использования топлива > 75%

***: выражается в среднемесячных значениях

Оценка эквивалентных среднемесячных значений, исходя из среднесуточных и среднегодовых значений, основана на [35] и объяснена в конце раздела 3.1.1.

4.2. Предельные значения для выбросов NOx, образующихся при производстве цементного клинкера

При производстве цемента выбросы NOx зависят от различных параметров, таких как тип топлива, тип сжигания, соотношение воздуха и температура пламени [39]. Таким образом, для сокращения выбросов NOx в качестве первого шага можно реализовать несколько первичных мер, а для достижения уровней выбросов, приведенных в Таблице 36, необходимы дополнительные вторичные меры в конце трубы, такие как селективная некаталитическая нейтрализация (СНКВ) или селективная каталитическая нейтрализация (СКВ). Как первичные, так и вторичные меры и соответствующие ELV описаны ниже.

Таблица 36: Таблица 3, приложение V, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов NOx при производстве цементного клинкера

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
44	<p>Приложение V Таблица 3: Предельные значения для выбросов NOx, образующихся при производстве цементного клинкера</p> <p>Общие (существующие и новые заводы): 500 мг/м³ при 10 % O₂</p>	<p>Индекс обновления 1</p> <p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p>	<p>Эти методы представляют собой усовершенствованные первичные меры (например, горелки с низким содержанием NOx), связанные с СНКВ и/или СКВ [39]</p>	<p>Почти 100 %.</p> <p>Некоторые ограничения могут существовать, если первичные меры не смогут достичь концентрации ниже 1000 мг/м³.</p>	<p>200 - 450 мг/м³ в среднем за день [40] (при 10% O₂)</p>
	<p>Существующие вращающиеся печи Лепола и Лонга, в которых отходы не сжигаются 800 мг/м³ при 10 % O₂</p>	<p>Индекс обновления 2</p> <p>GP ELV в верхнем диапазоне НДТ ЕС, однако, возможна корректировка ELV</p>	<p>Эта техника представляет собой усовершенствованные первичные меры (горелки с низким содержанием NOx, обжиг в середине печи), связанные с СНКВ и/или СКВ [39]</p>	<p>Почти 100 %</p>	<p>От 400 до 800 мг/м³ в среднем за день [40] (при 10% O₂)</p>

Основные показатели:

Среди первичных мер основными методами, используемыми на цементных заводах, являются охлаждение пламени, использование горелок с низким содержанием NO_x, ступенчатое сжигание, обжиг в середине печи и добавление минерализаторов в сырье [39]:

(a) *Охлаждение пламени* может быть достигнуто путем добавления воды в топливо или непосредственно в пламя. Это снижает температуру и тем самым ограничивает образование NO_x;

(b) *Добавление в сырье минерализаторов*, таких как фтор, также позволяет снизить температуру зоны спекания и, следовательно, уменьшить образование NO_x;

(c) *Горелки с низким содержанием NO_x* позволяют снизить выбросы NO_x в процессе сжигания топлива. Сжигание с помощью горелок с низким содержанием NO_x заключается в холодном сжигании с внутренней или внешней рециркуляцией дымовых газов. Снижение выбросов NO_x до 30% достижимо в успешных установках, а уровни выбросов 600–1000 мг/Нм³ были зарегистрированы при использовании этой технологии;

(d) При *ступенчатом сжигании* первая стадия сжигания происходит во вращающейся печи. Вторая стадия сжигания представляет собой горелку на входе в печь; она разлагает оксиды азота, образующиеся на первой стадии. На третьей стадии сжигания топливо подается в кальцинатор с добавлением третичного воздуха. Эта система снижает образование NO_x из топлива, а также уменьшает количество NO_x, выходящих из печи. На четвертой и последней стадии сжигания оставшийся третичный воздух подается в систему как «верхний воздух» для остаточного сжигания. Технология поэтапного обжига, как правило, может использоваться только в печах, оснащенных прекальцинатором;

(e) *Обжиг в середине печи* применяется в длинных мокрых или сухих печах. При этом создается восстановительная зона путем впрыска топлива в промежуточной точке печной системы. В некоторых установках, использующих эту технологию, было достигнуто снижение выбросов NO_x на 20–40%.

Оптимальные условия для предотвращения выбросов NO_x часто противоречат оптимальным условиям работы печи. Кроме того, этот подход имеет свои ограничения, в основном связанные с образованием выбросов CO и SO₂.

Важно отметить, что первичные меры не могут гарантировать достижение предельных выбросов на уровне 500 мг/Нм³ при 10 % O₂, в среднем за день. Даже если первичные меры способствуют снижению выбросов NO_x, для достижения более значительного снижения выбросов NO_x необходимо использовать вторичные меры, такие как селективная некаталитическая нейтрализация (СНКВ) или селективная каталитическая нейтрализация (СКВ).

СНКВ

Селективное некаталитическое восстановление (сокращенно СНКВ) – это вторичный процесс денитрификации дымовых газов. При термолизе аммиака (NH₃) или мочевины вместе с газообразными оксидами азота (NO_x) преобразуются в водяной пар и азот. Среди вторичных мер СНКВ является основным методом, применяемым на цементных заводах [61]. Эффективность сильно зависит от температурного окна, поэтому впрыск аммиака или мочевины должен осуществляться в зоне оптимальных температур. За пределами диапазона оптимальных температур увеличивается проскок аммиака или

возрастают выбросы NO. Опыт показывает, что при значениях NOx <350 мг/м³ выбросы NH₃ от неконцентрированного восстановителя значительно возрастают (даже при попадании в оптимальное температурное окно). Для низких значений NOx (<200 мг / м³) [58] процесс СНКВ подходит лишь частично, возможно, в печах с кальцинатором и при низких выбросах NOx в сырьевой газ. Скольжение NH₃ также является причиной того, что более низкие уровни выбросов NOx, например, 200 мг/м³, не могут быть достигнуты с помощью процесса СНКВ. В этих случаях проскок NH₃ значительно увеличивается и нарушает положительный азотный баланс.

СКВ

Высокого снижения выбросов NOx (> 90 %) можно ожидать при использовании селективного каталитического восстановления (СКВ) с диапазоном выбросов NOx 100-200 мг/Нм³ и более низким стехиометрическим коэффициентом (около 1) по сравнению со случаем СНКВ [59]. Европейский документ СНДТ и выводы НДТ для производства цемента [39][40] описывают СКВ как будущую технологию, которая все еще нуждается в дополнительном развитии процесса. Однако в настоящее время существует несколько заводов, оборудованных СКВ, особенно в Германии и Швейцарии, где национальный ELV составляет 200 мг/Нм³ при 10 % O₂ [58]. Катализаторы TiO₂ и V₂O₅ чаще всего используются при температуре ~300°C, при которой выпаривается раствор аммиака. Два или более слоев катализаторов располагаются после выхода из подогревателя (высокая запыленность) или в качестве хвостовой системы после технологического фильтра (низкая запыленность). Срок службы катализатора составляет от 5 до 6 лет, в зависимости от местных условий (катализаторы с высоким содержанием пыли, скорее всего, будут заменены быстрее, чем катализаторы с низким содержанием пыли, которые работают до 10 лет). Тип катализатора, используемого в процессе СКВ, всегда должен быть адаптирован к конкретной ситуации с выхлопными газами в каждом отдельном случае. Для предотвращения деактивации катализатора необходимо поддерживать концентрацию SO₂ на как можно более низком уровне [59].

Достижимые уровни сокращения выбросов с помощью соответствующих технологий обобщены на рисунке 4. Как показано в таблице 36, существует явный потенциал для снижения ELV как в Приложении V Гетеборгского протокола, так и в документе и выводах СНДТ ЕС [39][40].

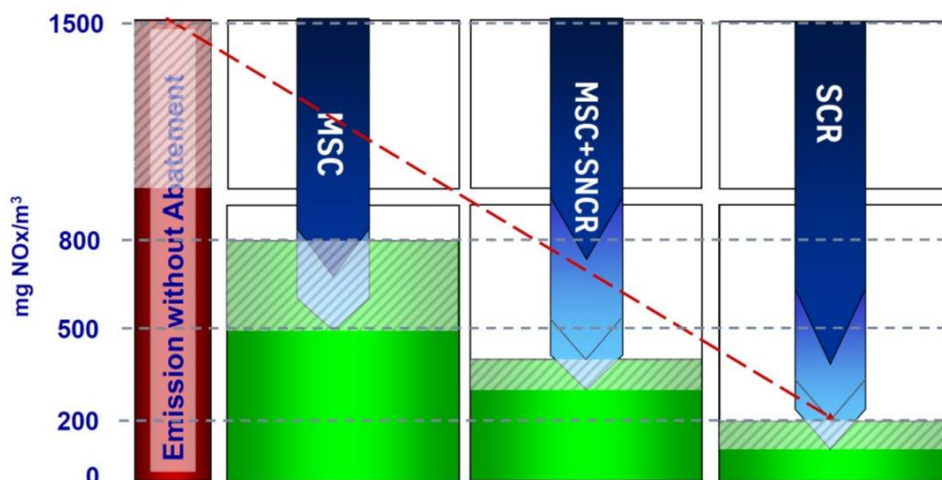


Рисунок 4: возможности методов снижения выбросов NOx на цементных заводах [58]

4.3. Предельные значения для выбросов NOx от новых стационарных двигателей

Классическим методом снижения NOx в конце трубы стационарных двигателей, в частности дизельных, является селективное каталитическое восстановление (СКВ). Это селективное восстановление оксидов азота аммиаком или мочевиной в присутствии катализатора. Метод основан на восстановлении NOx до азота в каталитическом слое путем реакции с аммиаком (в общем водном растворе) при оптимальной рабочей температуре около 300–450 °С. Для достижения более высокого уровня снижения NOx может применяться несколько слоев катализатора. Еще одной концепцией снижения NOx в дизельных двигателях является «Концепция сгорания с низким содержанием NOx». Эта технология состоит из комбинации внутренних модификаций двигателя, например оптимизации сгорания и впрыска топлива (очень позднее время впрыска топлива в сочетании с ранним закрытием впускного воздушного клапана), турбонаддува или так называемого «цикла Миллера». В случае с циклом Миллера двигатель оставляет впускной клапан открытым во время части такта сжатия, так что двигатель сжимается под давлением нагнетателя, а не под давлением стенок цилиндра. Это снижает образование NOx в дизельных двигателях. Дополнительными мерами по снижению NOx являются рециркуляция отработавших газов или добавление воды/пара [2]. Вода или пар используются в качестве разбавителя для снижения температуры сгорания в газовых турбинах, двигателях или котлах и, следовательно, термического образования NOx. Она либо предварительно смешивается с топливом перед его сжиганием (топливная эмульсия, увлажнение или насыщение), либо непосредственно впрыскивается в камеру сгорания (впрыск воды/пара).

Для двигателей Отто с искровым зажиганием, работающих на природном газе, пропане или бензине, эффективным средством предотвращения загрязнения воздуха являются трехходовые каталитические нейтрализаторы. В этом случае окисление монооксида углерода (CO) и углеводородов (HC), а также восстановление оксидов азота (NOx) происходят одновременно с образованием безвредных продуктов: диоксида углерода (CO₂), воды (H₂O) и азота (N₂).

В таблице 37 приведены ELV для NOx от крупных стационарных двигателей, соответствующие методы борьбы с загрязнением и потенциальные уровни выбросов. В зависимости от типа двигателя и вида топлива существует определенный потенциал для корректировки ELV, особенно для новых установок. Однако следует учитывать, что некоторые виды топлива (например, газообразное топливо) включают широкий спектр газов, таких как биогаз, свалочный или канализационный газ. Поэтому иногда могут потребоваться специальные ELV для каждого конкретного случая.

Таблица 37: Таблица 4, приложение V, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов NOx от стационарных двигателей

45	Приложение V Таблица 4: Предельные значения для выбросов NOx от новых стационарных двигателей				
	Газовые двигатели > 1 МВт Двигатели с искровым зажиганием (= Отто) Все газообразные виды топлива: ELV (мг/м ³)				
	Двигатели с искровым зажиганием (= Отто): 95 мг/м ³ (усиленное обедненное горение)	Индекс обновления 3 ELV находятся в диапазоне пределов, описанных в различных справочниках (TA Luft, 44 th BImSchV, EU СНДТ, US EPA) [73][2][3]	Обычный метод борьбы с СО - это трехходовые катализаторы, которые также удаляют NOx. Другие методы для двигателей с обедненным сгоранием – это процессы селективного каталитического восстановления (СКВ) [73].	100%	95 мг/м ³ [73]
	Все газообразные виды топлива: 190 мг/м ³ (стандартный обедненный сжигание или обедненный сжигание с катализатором)	Индекс обновления 2 Верхний диапазон ELV из выводов НДТ ЕС	Трехходовые катализаторы, СКВ. Все газообразные виды топлива - это широкий спектр, который может потребовать дополнительной спецификации. К ним относятся биогаз, канализационный газ и т.д., где ELV обычно выше.	100%	115-190 мг/м ³ [2]
	Двухтопливные двигатели мощностью > 1 МВт: ELV (мг/м ³)				
	В газовом режиме (все газообразные виды топлива): 190 мг/м ³	Индекс обновления 2	Трехходовые катализаторы, СКВ.	100%	115-190 мг/м ³ [2]
	В жидком режиме (все жидкие виды топлива): 225 мг/м ³	Индекс обновления 1 Возможно обновление	Рециркуляция выхлопных газов, добавление воды/пара, СКВ	100%	100 мг/м ³ [73]
	Дизельные двигатели > 5 МВт (воспламенение от сжатия) Медленная (< 300 об/мин)/средняя (300 об/мин-1,200 об/мин)/скорость, ELV (мг/м ³)				
	5 МВт-20 МВт: Тяжелый мазут и биомасла: 225 мг/м ³ ; Легкий мазут и природный газ: 190 мг/м ³	Индекс обновления 1 Возможно обновление	Селективное каталитическое восстановление (СКВ)	100%	100 мг/м ³ [73]
	20 МВт и высокая скорость (> 1200 об/мин): 190 мг/м ³ для всех видов топлива	Индекс обновления 1 Возможно обновление	Селективное каталитическое восстановление (СКВ)	100%	100 мг/м ³ [73]

4.4. Предельные значения для выбросов NOx, выбрасываемых агломерационными фабриками железной руды

В таблице 38 приведены ELV для NOx в Приложении V Гетеборгского протокола и предложение по обновлению ELV за счет вторичных мер по снижению выбросов, описанное в СНДТ ЕС [42]. Помимо первичных мер, таких как горелки с низким содержанием NOx и рециркуляция отходящих газов, снижение NOx достигается с помощью процесса регенерации активированного угля с дополнительным впрыском NH₃ или с помощью селективной каталитической нейтрализации (СКВ) [43]. Поскольку процесс СКВ в принципе был описан ранее, следующее объяснение сосредоточено на процессе RAC как вторичной мере снижения, которая в основном применяется для десульфуризации, но может дополнительно снижать NOx за счет впрыска аммиака. Как показано в Таблице 38, существует явный потенциал для более строгих ELV при использовании RAC или СКВ в качестве мер вторичного восстановления. Потенциальные ELV взяты из Заключения ЕС по НДТ [43].

Таблица 38: Таблица 5, приложение V, Предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов NOx на агломерационных фабриках по производству железной руды

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
46	Приложение V Таблица 5: Предельные значения для выбросов NOx, выбрасываемых агломерационными фабриками по производству железной руды Новые установки, ELV для NOx (мг/м³): 400 измеренных средних значений в течение длительного периода времени	Индекс обновления 1 Возможно обновление	Первичные меры, такие как рециркуляция отходящих газов и горелки с низким содержанием NOx в сочетании с процессом регенерации активированного угля (RAC) или селективным катализом восстановление (СКВ) [42]	Почти 100%	RAC < 250 мг/м³ СКВ < 120 мг/м³ среднесуточное значение [43]
	Существующие установки, ELV для NOx (мг/м³): 400 измеряются как средние значения за более длительный период времени	Индекс обновления 1 Возможно обновление в зависимости от процесса спецификация	Первичные меры, такие как рециркуляция отходящих газов и горелки с низким содержанием NOx в сочетании с процессом регенерации активированного угля (RAC) или селективным катализом восстановление (СКВ) [42]	В зависимости от спецификации процесса и пространства → с учетом особенностей объекта	RAC < 250 мг/м³ СКВ < 120 мг/м³ среднесуточное[43]

Регенерированный активированный уголь (RAC) – это метод сухого обессеривания, основанный на адсорбции SO₂ активированным углем. Когда активированный уголь, содержащий SO₂, регенерируется, процесс называется регенерированным активированным углем (RAC). В этом случае может использоваться высококачественный и дорогой тип активированного угля, а в качестве побочного продукта получается серная кислота (H₂SO₄). Слой регенерируется либо водой, либо термически. Система RAC может быть разработана как одноступенчатый или двухступенчатый процесс. В одноступенчатом процессе отходящие газы проходят через слой активированного угля, и загрязняющие вещества адсорбируются активированным углем. Кроме того, удаление NOx происходит при введении аммиака (NH₃) в газовый поток перед слоем катализатора. В двухступенчатом процессе отходящие газы проходят через два слоя активированного угля. Аммиак может вводиться перед каждым слоем для снижения выбросов NOx. Эта технология позволяет совместно снизить выбросы SO_x и NOx. В выводах СНДТ ЕС сообщается о выбросах NOx <250 мг/м³ для процесса RAC, а дополнительное снижение до < 120 мг/м³ может быть достигнуто при применении селективного каталитического восстановления (СКВ) для борьбы с NOx.

4.5. Предельные значения для выбросов NOx, образующихся при производстве азотной кислоты

Азотная кислота - ключевой промышленный химикат для производства удобрений. Современный способ производства азотной кислоты известен как «процесс Оствальда», в котором азотная кислота образуется путем окисления аммиака. Эта экзотермическая реакция протекает на высокоселективном платинородиевом катализаторе. Температура колеблется между 800 и 930 °C [61]. Жидкий аммиак испаряется, перегревается и направляется в конвертер, содержащий катализатор. В конвертере аммиак превращается в оксид азота, который затем с помощью вторичного воздуха преобразуется в диоксид азота в окислительном сосуде. Технологическая вода поглощает диоксид азота, образуя азотную кислоту в абсорбционной колонне. Хвостовой газ абсорбционной колонны, содержащий высокие уровни NOx, перед сбросом обрабатывается в установке DeNOx [61]. Установка DeNOx обычно основана на процессе селективного каталитического восстановления (СКВ) с дополнительной абсорбцией H₂O₂ на последней стадии. Устоявшимся процессом DeNOx, который превосходит уровни выбросов, приведенные в таблице 39, является так называемый процесс EnviNOx®, который кратко описан ниже. Как показано в таблице 39, ELV в приложении V находятся в верхнем диапазоне значений выбросов, указанных в документе СНДТ ЕС для производства неорганических химикатов [38] Однако этот документ датирован 2007 годом, и существует потенциал для снижения выбросов путем применения. Например, процесс EnviNOx®.

Таблица 39: Таблица 6, Приложение V, Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов NOx при производстве азотной кислоты

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
46	Приложение V Таблица 6: Предельные значения для выбросов NOx, образующихся при производстве азотной кислоты Новые установки, ELV для NOx (мг/м³): 160	Индекс обновления 1 Пределы выбросов находятся в диапазоне СНДТ ЕС срочное обновление не требуется.	Различные первичные меры и комбинированная борьба с NOx и N2O в выхлопных газах, селективное каталитическое восстановление (СКВ), добавление H2O2 на последнюю ступень абсорбции (EnviNOx) [44].	Почти 100%	5–75 ppmv, что составляет от 10 до 155 мг/м³ среднегодового значения в соответствии с документом СНДТ ЕС [38] 5–25 ppmv на основе текущего DeNOx единицы
	Существующие установки, ELV для NOx (мг/м³): 190	Индекс обновления 2 Пределы выбросов находятся в диапазоне СНДТ ЕС срочное обновление не требуется.	Различные первичные меры и комбинированная борьба с NOx и N2O в выхлопных газах, селективное каталитическое восстановление СКВ, добавление h2o2 на последнюю ступень абсорбции (EnviNOx) [44].	Почти 100%	5-90 ppmv, что составляет от 10 до 185 мг/м³ в среднем за год [38]

Например, компания ThyssenKrupp Industrial Solutions предлагает установку DeNOx для производства азотной кислоты под названием EnviNOx® [44]. В настоящее время этот процесс подходит для температуры отходящих газов в диапазоне от 425°C до 520°C. Возможна высокая степень удаления N₂O, обычно достигаемая в коммерческих установках на 98 %, а выбросы NOx могут быть снижены до низких уровней в зависимости от количества подаваемого аммиака, обычно **5 - 25 ppmv**.

При использовании процесса EnviNOx® потребление аммиака аналогично классическим процессам SRC/DeNOx [44], и этот процесс прямо упоминается в СНДТ ЕС как НДТ [38] В этом процессе специальные железные цеолиты используются в качестве катализатора для селективного восстановления NOx (NO и NO₂) аммиаком и разложения N₂O. Реактор

EnviNO_x® обычно располагается в потоке хвостового газа на входе в хвостовую часть газовой турбины, где температура хвостового газа максимальна. На рисунке 5 показана возможная конфигурация процесса EnviNO_x®, который обычно реализуется в одном реакторе. Как указывалось ранее, этот НДТ или аналогичные установки DeNO_x могут явно снизить выбросы NO_x сверх текущих ELV как в документе СНДТ ЕС, так и в Приложении V Гетеборгского протокола.

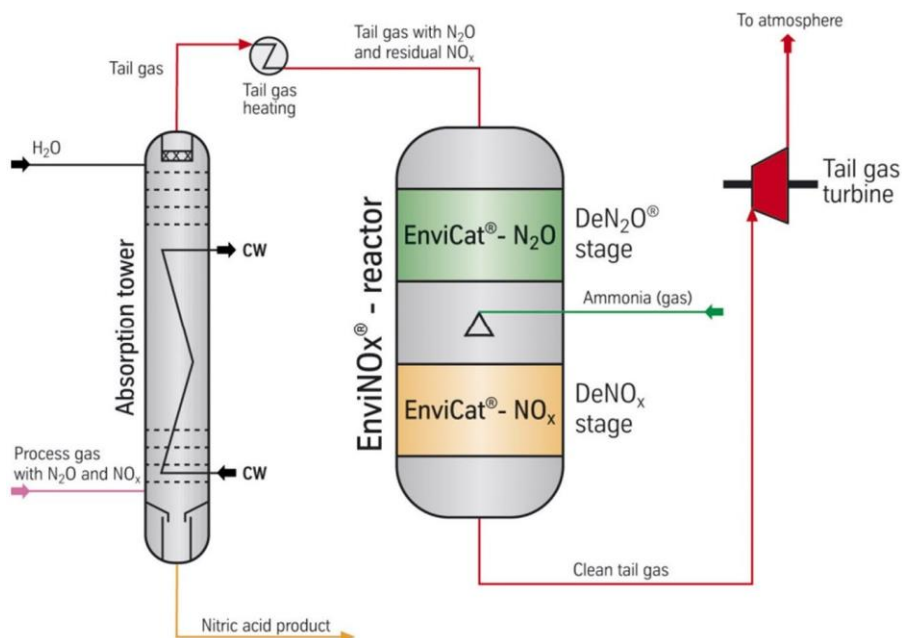


Рисунок 5: Процесс EnviNO_x® для комбинированной борьбы с N₂O и NO_x на заводах по производству азотной кислоты с использованием разложения N₂O и восстановления NO_x аммиаком [44].

5. Приложение VI: предельные значения для выбросов ЛОС из стационарных источников

Большинство потенциальных предельных значений выбросов (ELV), определенных для выбросов ЛОС при использовании растворителей, взяты из недавно опубликованного «Справочного документа по наилучшим доступным техникам (НДТ) для обработки поверхности с использованием органических растворителей, включая консервацию древесины и изделий из нее с помощью химических веществ» или СНДТ [4] и соответствующего решения [5]. Область применения данного справочного документа охватывает крупнейших промышленных потребителей растворителей с объемом потребления растворителей более 200 тонн. Однако также были использованы следующие СНДТ и решения:

- Справочный документ по наилучшим доступным техникам (НДТ) для дубления шкур и кожи от 2013 года [6],
- Решение Комиссии по реализации от 11 февраля 2013 г., устанавливающее выводы по наилучшим доступным техникам (НДТ) в соответствии с Директивой 2010/75/EU Европейского парламента и Совета о промышленных выбросах при дублении шкур и кожи 2013 года [7],
- Справочный документ по наилучшим доступным методам (НДТ) для органических тонких химических веществ 2006 года [26],

- Справочный документ по наилучшим доступным техникам (НДТ) для пищевой, питьевой и молочной промышленности 2019 года [72],
- Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2019/2031 от 12 ноября 2019 г., устанавливающее выводы по наилучшим доступным техникам (НДТ) для пищевой, питьевой и молочной промышленности в соответствии с Директивой 2010/75/EU Европейского парламента и Совета от 2019 года [27],
- Справочный документ по наилучшим доступным методам (НДТ) для общих систем управления и обработки отходящих газов в химическом секторе, окончательный проект от марта 2022 года [28].

5.1. Предельные значения для ЛОС, классифицированных как CMR

Статья 5 в приложении VI к действующему ГП изложена следующим образом:

5. Следующие *ELV* применяются для отработанных газов, содержащих вещества, вредные для здоровья человека:

(a) 20 мг/м^3 (в пересчете на сумму масс отдельных соединений) для сбросов галогенированных ЛОС, которым присвоены следующие фразы риска: «предположительно вызывают рак» и/или «предположительно вызывают генетические дефекты», если массовый расход суммы рассматриваемых соединений больше или равен 100 г/ч ; и

(b) 2 мг/м^3 (выраженный как массовая сумма индивидуальных соединений) для сбросов ЛОС, которым присвоены следующие фразы риска: «может вызвать рак», «может вызвать генетические дефекты», «может вызвать рак при вдыхании», «может повредить фертильность», «может повредить нерожденному ребенку», где массовый расход суммы рассматриваемых соединений больше или равен 10 г/ч .

Химические вещества могут оказывать различное вредное воздействие на здоровье человека. Они могут быть охарактеризованы как «CMR», то есть канцерогенные, мутагенные или токсичные для репродукции. Правила классификации, маркировки и упаковки (CLP) [92] вводят категории опасности, которые определяют уровень доказательности наблюдаемых эффектов CMR. Определены две категории:

- Категория 1, которая делится на 2 подкатегории:
 - o 1A, включающий вещества, которые, как известно, являются CMR для людей и имеют маркировку опасности H340, H350, H360.
 - o 1B, который включает вещества, предположительно являющиеся CMR для людей и имеющие обозначения опасности H340, H350, H360.
- Категория 2, которая охватывает вещества, предположительно являющиеся CMR для людей и имеющие формулировки опасности H341, H351, H361.

Согласно окончательному проекту СНДТ для общих систем управления и обработки отходящих газов в химическом секторе [28] (СНДТ WGC), ЛОС, содержащие вещества, классифицированные как CMR 1A, 1B или 2, могут быть обработаны с помощью методов обработки отходящих газов, перечисленных в предыдущей главе данного документа. Если выявлено вещество CMR, оно должно быть устранено или заменено, когда это технически возможно [69]. Кроме того, система управления химическими веществами, включающая инвентаризацию всех опасных и особо опасных веществ, используемых в процессе (процессах), является одним из методов управления данным видом продукции [28]. Периодически (например, ежегодно) можно анализировать потенциал замены веществ, перечисленных в этом перечне, уделяя особое внимание тем веществам,

которые не являются сырьем, с целью выявления возможных новых доступных и более безопасных альтернатив, не оказывающих или оказывающих меньшее воздействие на окружающую среду [28].

В соответствии с окончательной версией европейского стандарта СНДТ WGC [28] (глава 4), уровни выбросов, связанные с наилучшей доступной техникой, приведены ниже:

Таблица 40: Уровни выбросов, связанные с наилучшей доступной технологией, для канализированных выбросов летучих органических соединений CMR [28]

Вещество	ВАТ AELs (мг экв. С/Нм ³) - Среднесуточное значение
Сумма ЛОС, классифицированных как CMR 1A или 1B	< 1-5 ВАТ-AEL не применяется к незначительным выбросам (т.е. когда массовый расход суммы ЛОС, классифицированных как CMR 1A и 1B, ниже, например, 1 г/ч).
Сумма ЛОС, классифицированных как CMR 2	< 1-10 ВАТ-AEL не применяется к незначительным выбросам (т.е. когда массовый расход соответствующего вещества ниже например, 50 г/ч).

Предельные значения текущего приложения VI Гётеборгского протокола могут быть усилены, как и пороговые значения выбросов, на основании которых эти ELV будут обязательными, на основе того, что предложено СНДТ для химических процессов [28].

Предложения, характеризующиеся индексом обновления 1, выглядят следующим образом:

Таблица 41: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов веществ CMR

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
52	<p>Статья 5:</p> <p>Следующие предельные значения выбросов (ELVs) применяются к отходящим газам, содержащим вещества, вредные для здоровья человека:</p> <p>а) 20 мг/м³ (выражено как сумма масс отдельных соединений) для выбросов галогенированных ЛОС (летучих органических соединений), которым присвоены следующие фразы риска: «подозревается в способности вызывать рак» и/или «подозревается в способности вызывать генетические дефекты», если массовый поток суммы рассматриваемых соединений составляет 100 г/ч или более;</p> <p>б) 2 мг/м³ (выражено как сумма масс отдельных соединений) для выбросов ЛОС, которым присвоены следующие фразы риска: «может вызывать рак», «может вызывать генетические дефекты», «может вызывать рак при вдыхании», «может нарушить фертильность», «может нанести вред нерожденному ребенку», если массовый поток суммы рассматриваемых соединений составляет 10 г/ч или более.</p>	Индекс обновления 1	<p>Система управления химическими веществами, включающая инвентаризацию опасных веществ и веществ, вызывающих очень высокую обеспокоенность, используемых в процессе(-ах), может быть разработана для управления этим типом продуктов. Потенциальная возможность замены веществ, включенных в эту инвентаризацию, с акцентом на вещества, не относящиеся к сырьевым материалам, анализируется периодически (например, ежегодно) с целью выявления возможных новых доступных и более безопасных альтернатив, не оказывающих или оказывающих меньшее воздействие на окружающую среду [28]. Также используются общие методы снижения выбросов ЛОС.</p>		<p><u>На основе WGC СНДТ [28]</u></p> <p>а) < 1-10 мг/м³ (выраженное как массовая сумма всех индивидуальных соединений, которые классифицируются CMR (канцерогенные, мутагенные и репротоксические) категории 2 как: «предположительно вызывающие рак» и/или «предположительно вызывающие генетические дефекты», где массовый расход суммы рассматриваемых соединений больше или равный 50 г С/ч.</p> <p>б) < 1-5 мг/м³ (выраженное как массовая сумма всех индивидуальных соединений, которые классифицируются CMR (канцерогенные, мутагенные и репротоксические) категории 1А и 1В: «могут вызывать рак», «могут вызывать генетические дефекты», «могут вызывать рак при вдыхании», «могут повреждать фертильность», «могут повреждать нерожденного ребенка», где массовый поток суммы рассматриваемых соединений составляет больше или равно 1 г С/ч.</p>

5.2. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при хранении и распределении бензина, за исключением погрузки на морские суда

Предельные значения тока указаны в таблице 1, приложение VI к GP:

Предельные значения выбросов ЛОС при хранении и распределении бензина, за исключением погрузки на морские суда (этап I)

<i>Деятельность</i>	<i>Пороговое значение</i>	<i>ELV или эффективность снижения</i>
<i>Погрузка и разгрузка мобильного контейнера на терминалах</i>	<i>5 000 м³ пропускной способности бензина в год</i>	<i>10 г летучих органических соединений/м³, включая метан^a</i>
<i>Складские установки на терминалах</i>	<i>Существующие терминалы или резервуарные парки с объемом перекачки бензина 10 000 Мг/год или более Новые терминалы (без пороговых значений, за исключением терминалов, расположенных на небольших удаленных островах с пропускной способностью менее 5 000 Мг/год)</i>	<i>95 масс-%^b</i>
<i>Станции техобслуживания</i>	<i>Производительность по бензину более 100 м³/год^c</i>	<i>0,01wt-% от пропускной способности</i>

^a Пары, вытесняемые при заполнении резервуаров для хранения бензина, должны вытесняться либо в другие резервуары, либо в оборудование для борьбы с загрязнением, соответствующее предельным значениям, указанным в таблице выше.

^b Эффективность снижения, выраженная в %, по сравнению с аналогичным резервуаром с фиксированной крышей без средств контроля парообразования, т.е. только с клапаном сброса вакуума/давления.

^c Пары, вытесняемые при сдаче бензина в хранилища на станциях технического обслуживания и в стационарных крытых резервуарах, используемых для промежуточного хранения паров, должны возвращаться через паронепроницаемый соединительный трубопровод в передвижной контейнер, доставляющий бензин. Погрузочные работы не могут проводиться, если эти меры не приняты и не функционируют должным образом. При этих условиях не требуется дополнительного контроля за соблюдением предельного значения.

Обновлений не обнаружено.

5.3. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при заправке автомобилей на станциях технического обслуживания

Предельные значения тока указаны в таблице 2, приложение VI к GP:

Предельные значения выбросов летучих органических соединений при заправке автомобилей на станциях технического обслуживания (этап II)

<i>Пороговые значения</i>	<i>Минимальная эффективность улавливания паров $\text{wt}\%$^a</i>
<i>Новая станция технического обслуживания, если ее фактическая или планируемая пропускная способность превышает 500 м³ в год Существующая станция технического обслуживания, если ее фактическая или планируемая пропускная способность превышает 3 000 м³ в год по состоянию на 2019 год Существующая станция технического обслуживания, если ее фактическая или планируемая пропускная способность превышает 500 м³ в год и которая подвергается капитальному ремонту</i>	<i>Равно или более 85 весовых процентов с соотношением пара/бензин, равным или более 0,95, но менее или равным 1,05 (v/v)</i>

^a Эффективность улавливания систем должна быть подтверждена производителем согласно соответствующим техническим стандартам или процедурам утверждения типа.

Директива 2009/126/ЕС Европейского парламента и Совета от 21 октября 2009 года об улавливании паров бензина II ступени при заправке автотранспортных средств на станциях технического обслуживания [70], консолидированная Директивой Комиссии 2014/99/EU от 21 октября 2014 года, изменяющей в целях ее адаптации к техническому прогрессу Директиву 2009/126/ЕС об улавливании паров бензина II ступени при заправке автотранспортных средств на станциях технического обслуживания [71], хорошо представлена в таблице 2 приложения VI ГП. Возможным обновлением может стать снижение порогового значения для существующих установок с пропускной способности 3 000 м³ в год до пропускной способности 500 м³ в год.

Предложение характеризуется как индекс обновления 2, как показано ниже:

Таблица 42: Приложение VI, таблица 2, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов ЛОС при заправке автомобилей на автозаправочных станциях (этап II)

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
52	<p>Таблица 2: Предельные значения выбросов летучих органических соединений при заправке автомобилей на автозаправочной станции (этап II)</p> <p><u>Новая станция технического обслуживания, если ее фактическая или планируемая пропускная способность превышает 500 м³ в год</u> <u>Существующая станция технического обслуживания, если ее фактическая или планируемая пропускная способность превышает 3 000 м³ в год по состоянию на 2019 год</u> <u>Существующая станция технического обслуживания, если ее фактическая или планируемая пропускная способность превышает 500 м³ в год и которая подвергается капитальному ремонту</u></p> <p><i>Минимальная эффективность улавливания паров вт%</i></p> <p>Равно или больше 85 Вт % при соотношении пара и бензина равный или больший 0,95, но меньший или равный 1,05 (v/v)</p>	<p>Индекс обновления 2</p> <p>Потенциальное обновление за счет снижения порога для существующих заводов</p>		<p>Применимость зависит от влияния затрат</p>	<p>Возможное снижение порога для существующих станций техобслуживания для внедрения ELV</p> <p>(с пропускной способности 3000 м³ в год до пропускной способности 500 м³ в год)</p>

5.4. Предельные значения для выбросов ЛОС, выделяющихся при нанесении клеевых покрытий

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как Индекс обновления 1 для предприятий, потребляющих более 200 т растворителя в год:

Таблица 43: Приложение VI, таблица 3, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов ЛОС при нанесении клеевых покрытий

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
54	<p>Таблица 3: Предельные значения для клеевого покрытия</p> <p><u>Производство обуви (потребление растворителей > 5 млн/год)</u></p> <p>25 г летучих органических соединений / пара обуви</p> <p><u>Прочие клеевые покрытия (расход растворителей 5 Мг/год-15 Мг/год)</u></p> <p>ELVc = 50 мг C/м³ (150 мг C/м³ при использовании технологий, позволяющих рекуперацию растворителя) ELVf = 25 масс-% или менее от потребляемого растворителя. Или общий ELV составляет 1,2 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества.</p> <p><u>Прочие клеевые покрытия (расход растворителей 15 млн/год-200 млн/год)</u></p> <p>ELVc = 50 мг C/м³ (150 мг C/м³ при использовании технологий, позволяющих рекуперацию растворителя) ELVf = 20 мас. % или менее от потребляемого растворителя. Или общий ELV составляет 1 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества.</p> <p><u>Другие клеевые покрытия (расход растворителей > 200 мг/год)</u></p> <p>ELVc = 50 мг C/м³ (100 мг C/м³ при использовании технологий, позволяющих рекуперацию растворителя) ELVf = 15 масс-% или менее от потребляемого растворителя. Или общий ELV составляет 0,8 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества.</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов. [4][5].</p> <p>Индекс обновления 3 для предприятий с потреблением растворителей ≤ 200 т/год</p> <p>Индекс обновления 1 для растений с растворителем потреблением > 200 тонн.</p>	<p>Сокращение выбросов ЛОС основано на ряде НДТ, связанных с сырьем (например покрытия с высоким содержанием твердых частиц, лаки...) и их оптимальным использованием (снижение расхода за счет применения соответствующих технологий нанесения...), минимизацией использования чистящих средств на основе растворителей, сокращением летучих выбросов за счет применения принципов рационального ведения домашнего хозяйства, использованием технологий вторичного сокращения дымовых газов [4][5].</p> <p>Соответствующий мониторинг общих выбросов ЛОС и летучих выбросов заключается в мониторинге общих и летучих выбросов ЛОС путем составления, по крайней мере, один раз в год, баланса массы растворителя на входе и выходе завода [5].</p> <p>Для выбросов ЛОС в отходящих газах НДТ должен проводить мониторинг выбросов в отходящих газах с периодичностью, не менее указанной ниже и в соответствии со стандартами EN. Если стандарты EN недоступны, НДТ должны использовать ISO, национальные или другие международные стандарты, которые обеспечивают предоставление данных</p>		<p>Общие выбросы ЛОС при производстве клеевых лент с потреблением растворителей > 200 Мг/год [5]</p> <p>< 1-3 % от количества растворителя.</p> <p>Выбросы летучих органических соединений в отходящих газах при производстве клеевых лент: 2–20 мг C/Нм³.</p> <p>Верхнее значение диапазона составляет 50 мг C/Нм³, если используются методы, позволяющие повторно использовать/перерабатывать регенерированный растворитель.</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
			<p>эквивалентного научного качества) [5].</p> <p>Для снижения энергопотребления системы борьбы с ЛОС НДТ предусматривает использование одного или комбинации следующих методов: (а) поддержание концентрации ЛОС, направляемых в систему очистки отходящих газов, с помощью вентиляторов с частотно-регулируемым приводом; (b) внутреннее концентрирование растворителей в отходящих газах; (с) внешнее концентрирование растворителей в отходящих газах с помощью адсорбции; (d) метод пленума для снижения количества отходов отходящего объема газа [4] [5].</p>		

Используя СНДТ и решение STS, можно предложить новые предельные значения для производства клейкой ленты.

Согласно информации, предоставленной СНДТ STS [4], общие выбросы ЛОС при производстве клейких лент (в % от количества растворителя) могут быть низкими. Повышенные суммарные выбросы могут иметь место в двух следующих случаях:

- В случае использования продуктов, требующих нанесения покрытия с высоколетучими компонентами и/или высокой массой покрытия, возможно значительное содержание остаточных растворителей.
- Вспомогательные виды деятельности (например, уборка, перенос), которые характеризуются непостоянными интервалами и часто короткими пиками высоких концентраций, поэтому очистка отработанного воздуха может иметь неблагоприятное соотношение затрат и результатов.

НДТ для сокращения выбросов многочисленны, как первичные меры, так и вторичные. НДТ описаны в сводной таблице выше. Что касается первичных методов, то можно использовать следующие продукты: клеи-расплавы, клеи на водной основе, клеи с УФ-отверждением.

Предлагаемые предельные значения для предприятий, потребляющих более 200 т растворителей в год, основаны на НДТ, предусмотренных решением, устанавливающим НДТ для обработки поверхности с использованием органических растворителей (решение STS) [5], которые приведены ниже:

Таблица 44: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАЕ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС при производстве клейких лент [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднее значение за год
Общие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Процент (%) от количества растворителя	< 1-3 ⁽¹⁾ (1) Данный НДТ-АЕЛ не может применяться к производству пластиковых пленок используется для временной защиты поверхности.

Мониторинг осуществляется в соответствии с планом управления растворителями.

Таблица 45: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при производстве клейких лент [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднесуточное значение	
		если методы не позволяют повторно использовать/перерабатывать регенерированные растворители	С методами, позволяющими повторно использовать/перерабатывать восстановленный растворитель
ОЛОС	мг С/Нм ³	2-20	2-50

НДТ заключается в мониторинге выбросов в отходящих газах с периодичностью, зависящей от уровня выбросов и соответствующей стандартам EN: непрерывный при выбросах более 10 кг С/ч и раз в год при меньших выбросах.

5.5. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при нанесении покрытий в автомобильной промышленности

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1 для предприятий, потребляющих более 200 т растворителя в год:

Таблица 46: Таблица 5, Приложение VI, Предложение по потенциальным обновлениям ELV выбросов ЛОС в результате деятельности по нанесению покрытий в автомобильной промышленности

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
54/55	Таблица 5: Предельные значения для работ по нанесению покрытий в автомобильной промышленности 1/ Производство автомобилей (M1, M2) Расход растворителя > 15 млн/год и ≤ 5 000 изделий с покрытием в год или > 3 500 построенных шасси: 90 г ЛОС/м ² или 1,5 кг/тело + 70 г/м ² (ежегодно) Потребление	Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов Индекс обновления 3 для заводов с потреблением растворителя ≤ 200 тонн. Индекс обновления 1 Обновление предельных значений для предприятий с потреблением растворителей > 200 тонн.	Снижение содержания летучих органических соединений достигается за счет использования одной или комбинации систем покрытий, приведенных ниже, с целью сокращения потребления растворителей, другого сырья и энергии, а также снижения выбросов летучих органических соединений: (а) смешанное покрытие (SB-mix); (б) покрытие на водной основе (WB); (с) интегрированный процесс нанесения покрытия; (d) трехмокрый процесс [4][5]	Для (а) смешанного покрытия (SB-mix); (б) покрытия на водной основе (WB); (с) интегрированный процесс нанесения покрытия. (d) трехмокрый процесс: применим только для новых или крупных модернизаций существующих заводов.	<u>Производство автомобилей</u> (M1, M2) с потреблением растворителя > 200 Мг/год [5] <u>1/ Пассажирские автомобили</u> <u>Новый завод:</u> 8-15 г ЛОС на м ² площади, в среднем за год <u>Действующее предприятие:</u> 8-30 г ЛОС на м ² поверхности, в среднем за год <u>Производство кабин</u>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>растворителя 15 Мг/год -200 Мг/год и > 5 000 изделий с покрытием в год: <i>Существующие установки:</i> 60 г ЛОС/м² или 1,9 кг/тело + 41 г/м² (ежегодно) <i>Новые установки:</i> 45 г ЛОС/м² или 1,3 кг/тело + 33 г/м² (ежегодно) Расход растворителя > 200 мг/год и > 5 000 изделий с покрытием в год): 35 г ЛОС/м² или 1 кг на тело + 26 г/м² (в год) <u>2/ Производство кабин для грузовых автомобилей (N1, N2, N3)</u> Расход растворителя > 15 млн/год и ≤ 5 000 изделий с покрытием/год <i>Существующие установки:</i> 85 г ЛОС/м² <i>Новые установки:</i> 65 г ЛОС/м² Расход растворителя от 15 до 200 мг/год и > 5 000 изделий с покрытием/год <i>Существующие установки:</i> 75 г ЛОС/м² <i>Новые установки:</i> 55 г ЛОС/м² Расход растворителя > 200 Мг/год и > 5 000 изделий с покрытием в год: 55 г ЛОС/м² (в год)</p> <p><u>3/ Производство грузовых автомобилей и фургонов</u></p>		<p>НДТ заключается в мониторинге общих и летучих выбросов ЛОС путем составления, по крайней мере, один раз в год, баланса массы растворителей на входе и выходе предприятия, как определено в части 7(2) Приложения VII к Директиве 2010/75/EU, и минимизации неопределенности данных баланса массы растворителей путем использования всех методов [5].</p>		<p><u>для грузовых автомобилей (N1, N2, N3)</u> <u>2/ Кабины грузовиков</u> Расход растворителя > 200 Мг/год. С сайта [5]: <i>Новый завод:</i> 8-20 г ЛОС на м² площади, в среднем за год <i>Действующее предприятие:</i> 8-40 г ЛОС на м² поверхности, в среднем за год <u>3/ Производство фургонов</u> Расход растворителя > 200 Мг/год. Из [5]: <i>Новый завод:</i> 10-20 г ЛОС на м² площади, в среднем за год <i>Действующее предприятие:</i> 10-40 г ЛОС на м² поверхности, в среднем за год <u>4/ Производство грузовых автомобилей</u> Расход растворителя > 200 Мг/год. Из [5]: <i>Новый завод:</i> 10-40 г ЛОС на м² площади, в среднем за год <i>Действующее предприятие:</i> 10-50 г ЛОС на м² поверхности, в среднем за год <u>5/ Производство автобусов</u> Расход растворителя > 200 Мг/год. Из [5]:</p>
	<p>Расход растворителя > 15 млн/год и ≤ 2 500 изделий с покрытием/год <i>Существующие установки:</i> 120 г ЛОС/м² <i>Новые установки:</i> 90 г ЛОС/м² Расход растворителя от 15 до 200 мг/год и > 2 500 изделий с покрытием/год <i>Существующие установки:</i> 90 г ЛОС/м² <i>Новые установки:</i> 70 г ЛОС/м² Расход растворителя > 200 Мг/год и > 2 500 изделий с покрытием в</p>				<p><i>Новый завод:</i> < 100 г ЛОС на м² площади, в среднем за год <i>Действующее предприятие:</i> 90-150 г ЛОС на м² поверхности, в среднем за год</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>год: 50 г ЛОС/м² (в год)</p> <p>4/ <u>Производство автобусов</u> Расход растворителя > 15 млн/год и ≤ 2 000 изделий с покрытием/год <i>Существующие установки:</i> 290 г ЛОС/м² <i>Новые установки:</i> 210 г ЛОС/м² Расход растворителя от 15 до 200 мг/год и > 2 000 изделий с покрытием/год <i>Существующие установки:</i> 225 г ЛОС/м² <i>Новые установки:</i> 150 г ЛОС/м²</p> <p>Расход растворителя > 200 мг/год и > 2 000 покрытий штук в год): 150 г ЛОС/м² (в год)</p>				

Согласно информации, предоставленной СНДТ [4], краски на основе растворителей были заменены на не содержащие растворителей или водные эквиваленты или более эффективные технологии на основе растворителей, а также были установлены дополнительные установки для очистки отходящих газов. Эти новые или модернизированные технологии, внедренные в данном секторе, позволили сократить выбросы ЛОС на один автомобиль на 21 %, а общие выбросы ЛОС в данном секторе - на 16 % с 2008 по 2017 год в ЕС. Смешанные покрытия (SB-mix), покрытия на водной основе (WB), интегрированный процесс нанесения покрытий, процесс «три мокрых» и их комбинация являются одними из НДТ, доступных для данного сектора [5].

Предлагаемые предельные значения для заводов, потребляющих более 200 т растворителей в год, основаны на ВАТ АЕЛ, представленных в решении STS [5], которые приведены ниже:

Таблица 47: Уровни выбросов, связанные с НДТ (ВАТ-АЕЛs), для общих выбросов ЛОС при покрытии транспортных средств [5]

Параметр	Тип транспортного средства	Единица	ВАТ АЕЛ - Среднее за год	
			Новый завод	Существующий завод
Общие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Пассажирские автомобили	г ЛОС на м ² площади поверхности	8-15	8-30
	Фургоны		10-20	10-40
	Кабины грузовиков		8-20	8-40
	Грузовики		10-40	10-50
	Автобусы		< 100	90-150

ВАТ-АЕЛs относятся к выбросам от всех технологических этапов, выполняемых на одной установке, начиная с электрофоретического покрытия или любого другого процесса нанесения покрытия и заканчивая окончательным вощением и полировкой верхнего слоя покрытия, а также растворителей, используемых для очистки производственного оборудования, как в течение производственного периода, так и вне его.

5.6. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при нанесении покрытий в различных промышленных секторах

5.6.1. Покрытие деревянных, металлических и пластиковых поверхностей

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как индекс обновления 1 для предприятий, потребляющих более 200 т растворителя в год:

Таблица 48: Таблица 6, приложение VI, Предложение о потенциальных обновлениях ELV выбросов ЛОС при нанесении покрытий в различных промышленных секторах

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
56	<p>Таблица 6: Предельные значения для работ по нанесению покрытий в различных промышленных секторах</p> <p>1/ <u>Деревянное покрытие</u></p> <p><i>Расход растворителя от 15 до 25 млн/год:</i> ELVc = 100 мг C/м³ (ежедневно); ELVf = 25 масс-% или менее от потребляемого растворителя (ежегодно). Или общий ELV 1,6 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год).</p> <p><i>Расход растворителя от 25 до 200 Мг/год:</i> ELVc = 50 мг C/м³ (ежедневно) для сушки и 75 мг C/м³ (ежедневно) для нанесения покрытий; ELVf = 20 масс-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 1 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (ежегодно).</p> <p><i>Расход растворителя > 200 мг/год:</i> ELVc = 50 мг C/м³ (ежедневно) для сушки и 75 мг C/м³ (ежедневно) для нанесения покрытий; ELVf = 15 масс-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 0,75 кг или менее летучих органических соединений/кг твердого вещества (в год)</p> <p>2/ Покрытие металлов и пластмасс. Расход растворителя от 5 до 15 тонн в год: ELVc = 100 мг углерода/м³ (суточный); ELVf = 25 мас. % или менее от входного количества растворителя (ежегодный). Или общий ELV – 0,60</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов [4][5].</p> <p>Индекс обновления 3 для предприятий с потреблением растворителя ≤ 200 тонн.</p> <p>Индекс обновления 1</p> <p>Обновление предельных значений для предприятий с потреблением растворителя > 200 тонн.</p>	<p>Сокращение выбросов ЛОС основано на ряде НДТ, связанных с сырьем (например покрытия с высоким содержанием твердых частиц, лаки...) и их оптимальным использованием (снижение расхода за счет применения соответствующих технологий нанесения...), минимизацией использования чистящих средств на основе растворителей, сокращением летучих выбросов за счет применения принципов рационального ведения домашнего хозяйства, использованием технологий вторичного сокращения дымовых газов [4][5].</p> <p>Соответствующий мониторинг общих выбросов ЛОС и летучих выбросов заключается в мониторинге общих и летучих выбросов ЛОС путем составления, по крайней мере раз в год, баланса массы растворителя на входе и выходе завода [5].</p> <p>Для выбросов ЛОС в отходящих газах НДТ заключается в мониторинге выбросов в отходящих газах с частотой не менее указанной ниже и в соответствии со стандартами EN. Если стандарты EN недоступны, НДТ предполагает использование стандартов ISO, национальных или других международных стандартов, которые обеспечивают предоставление данных эквивалентного научного качества [5].</p>	<p>Для (а) поддержания уровня ЛОС концентрация, направляемая в систему очистки отходящих газов с помощью вентиляторов с частотно-регулируемым приводом: применимо только для центральных систем термической очистки отходящих газов в процессах периодического действия, таких как печать.</p> <p>Для (b) внутренней концентрации растворителей в отходящих газах: применимость может быть ограничена факторами здоровья и безопасности, такими как LEL, и требованиями к качеству продукции.</p> <p>Для (c) внешней концентрации растворителей в отходящих газах методом адсорбции: применимость может быть ограничена в случаях, когда потребление энергии</p>	<p>1/ Покрытие <u>деревянных поверхностей</u> (<u>расход растворителя >200 Мг/год</u>) [5]</p> <p>Общее количество выбросов летучих органических соединений для <u>плоских подложек</u> < 0,1 кг летучих органических соединений на кг твердой массы (в среднем за год);</p> <p>Общий объем выбросов ЛОС для <u>других, кроме плоских подложек</u>, < 0,25 кг ЛОС на кг твердой массы (в среднем за год)</p> <p>Или летучие выбросы ЛОС < 10% от количества растворителя (в среднем за год), а выбросы ЛОС в отходящих газах = 5-20 мг C/Нм³ (в среднем за день или в среднем за период отбора проб). Для установок, использующих методы адсорбции в сочетании с технологией очистки отходящих газов, применяется дополнительный ELV менее 50 мг C/Нм³ для отходящих газов из концентратора.</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	кг или менее ЛОС/кг твердого материала на входе (ежегодный).			является чрезмерным из-за низкого содержания ЛОС.	
	<p>3/ <u>Другие покрытия, включая текстиль, тканевую пленку и бумагу (за исключением трафаретной печати на текстиле, см. печать)</u></p> <p><i>Потребление растворителя 5 Мг/год-15 Мг/год: ELVc = 100 мг С/м³ (ежедневно); ELVf = 25 масс-% или менее от потребляемого растворителя (ежегодно). Или общее ELV 1,6 кг или менее летучих органических соединений/кг твердого вещества (в год)</i></p> <p><i>Расход растворителя > 15 мг/год: ELVc = 50 мг С/м³ (ежедневно) для сушки и 75 мг С/м³ (ежедневно) для нанесения покрытий; ELVf = 20 масс-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 1,0 кг или менее летучих органических соединений/кг твердого вещества (в год)</i></p> <p>4/ <u>Нанесение покрытия на пластиковые заготовки</u></p> <p><i>Расход растворителя от 15 до 200 мг/год: ELVc = 50 мг С/м³ (ежедневно) для сушки и 75 мг С/м³ (ежедневно) для нанесения покрытий; ELVf = 20b wt-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 0,375 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год).</i></p> <p><i>Потребление растворителя > 200 мг/год: ELVc = 50 мг С/м³ (ежедневно) для сушки и 75 мг С/м³ (ежедневно) для нанесения покрытий; ELVf = 20b wt-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 0,35 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год).</i></p> <p>5/ <u>Покрытие</u></p>		<p>Для снижения энергопотребления системы борьбы с ЛОС НДТ предполагает использование одного или комбинации следующих методов: (а) поддержание концентрации ЛОС, направляемых в систему очистки отходящих газов, с помощью вентиляторов с частотно-регулируемым приводом; (б) внутреннее концентрирование растворителей в отходящих газах; (в) внешнее концентрирование растворителей в отходящих газах с помощью адсорбции; (г) метод пленума для уменьшения объема отходящих газов [4][5].</p>	<p>Для (д) метода пленума для уменьшения объема отходящих газов: в целом применимо.</p>	<p>4/ <u>Покрытие других металлических и пластиковых поверхностей (расход растворителя >200 Мг/год) [5]</u></p> <p><u>Покрытие пластиковых поверхностей</u></p> <p>Общие выбросы летучих органических соединений < 0,05-0,3 кг летучих органических соединений на кг потребляемой твердой массы (в среднем за год).</p> <p>Или летучие выбросы ЛОС < 1-10 % от количества растворителя (в среднем за год) и выбросы ЛОС в отходящих газах = 1-20 мг С/Нм³ (в среднем за день или в среднем за период отбора проб). Верхнее значение диапазона составляет 35 мг С/Нм³, если используются методы, позволяющие повторно использовать/перерабатывать регенерированный растворитель.</p> <p>5/ <u>Покрытие металлических поверхностей</u></p> <p>Общие выбросы летучих органических соединений < 0,05-0,2 кг летучих органических соединений на кг вводимой твердой массы.</p> <p>Или летучие выбросы ЛОС < 1-10 % от количества растворителя и выбросы ЛОС в отходящих газах = 1-20 мг С/Нм³. Верхнее значение диапазона составляет 35 мг</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>металлических поверхностей <i>Расход растворителя 15-200 Мг/год: ELV_c = 50 мг С/м³ (ежедневно) для сушки и 75 мг С/м³ (ежедневно) для покрытия ELV_f = 20 масс-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 0,375 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год). Исключение для покрытий, контактирующих с пищевыми продуктами: Общий ELV 0,5825 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год).</i></p> <p><i>Расход растворителя >200 Мг/год: ELV_c = 50 мг С/м³ (ежедневно) для сушки и 75 мг С/м³ (ежедневно) для нанесения покрытий ELV_f = 20 масс-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 0,33 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год). Исключение для покрытий, контактирующих с пищевыми продуктами: Общий ELV составляет 0,5825 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год) объема производства (в год)</i></p>				С/Нм ³ , если используются методы, позволяющие повторно использовать/перерабатывать регенерированный растворитель.

Предлагаемые предельные значения для заводов, потребляющих более 200 т растворителя в год, основаны на ВАТ АЕЛ, представленных в решении STS [5], которые приведены ниже:

Таблица 49: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС при покрытии деревянных поверхностей [5]

Параметр	Подложки с покрытием	Единица	ВАТ - АЕЛs В среднем за год
Общие выбросы летучих органических соединений, рассчитанные по растворителю баланс массы	Плоские подложки	кг летучих органических соединений на кг твердой массы вход	< 0.1
	Кроме плоских подложек		< 0.25

Или,

Таблица 50: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при покрытии деревянных поверхностей [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛs - Среднее за год
Летучие выбросы ЛОС, рассчитанные по массе растворителя баланс	Процент (%) от количества растворителя	< 10

И

Таблица 51: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при нанесении покрытия на деревянные поверхности [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛs - Среднесуточное значение
ОЛОС (TVOC)	мг С/Нм ³	5-20*

*Для предприятий, использующих технологии, позволяющие повторно использовать/перерабатывать регенерированный растворитель, ВАТ-АЕЛ менее 50 мг С/Нм³ применяется к отходящим газам обогатительной фабрики.

Таблица 52: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС при нанесении покрытий на пластиковые и металлические поверхности [5]

Параметр	Подложки с покрытием	Единица	ВАТ АЕЛs В среднем за год
Общие выбросы летучих органических соединений в виде рассчитывается по балансу массы растворителя	Покрытие металлических поверхностей	кг ЛОС на кг количества поступающей твердой массы	< 0.05-0.2
	Покрытие пластиковых поверхностей		< 0.05-0.3

Или

Таблица 53: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при нанесении покрытий на пластиковые и металлические поверхности [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднее значение за год
Летучие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Процент (%) от количества растворителя	< 10

И

Таблица 54: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAT-AEL), для выбросов ЛОС в отходящих газах при нанесении покрытий на пластиковые и металлические поверхности [5]

Параметр	Единица	BAT AELs - Среднесуточное значение	
		Без повторного использования/переработки	С методами, позволяющими повторно использовать/перерабатывать восстановленный растворитель
ОЛОС	мг С/Нм ³	1-20*	1-35*

*Для предприятий, использующих технологии, позволяющие повторно использовать/перерабатывать регенерированный растворитель, BAT-AEL менее 50 мг С/Нм³ применяется к отходящим газам обогатительной фабрики.

5.6.2. Кожаное покрытие

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как Индекс обновления 1:

Таблица 55: Таблица 7, приложение VI, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов ЛОС при покрытии кожи

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
57	<p>Таблица 7: Предельные значения для покрытия кожи и обмоточной проволоки</p> <p>1/ <u>Покрытие кожи</u> в отделке мебели и отдельных изделий из кожи, используемых в качестве мелких потребительских товаров, таких как сумки, ремни, кошельки и т.д. (расход растворителя > 10 Мг/год): Общий ELV 150 г/м² (в год)</p> <p>2/ <u>Другие покрытия для кожи</u> (расход растворителя 10 Мг/год-25 Мг/год): Общий ELV 85 г/м² (в год)</p> <p>3/ <u>Другие покрытия для кожи</u> (расход растворителей > 25 Мг/год): Общий ELV 75 г/м² (в год)</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов [6][7].</p> <p>Индекс обновления 1</p>	<p>Для сокращения выбросов в атмосферу галогенизированных летучих органических соединений НДТ заключается в замене галогенизированных летучих органических соединений, используемых в технологическом процессе, на вещества, которые не являются галогенизированными [6][7].</p> <p>Для сокращения выбросов летучих органических соединений (ЛОС) в атмосферу при отделочных работах НДТ предполагает использование одного или комбинации приведенных ниже методов, причем приоритет отдается первому из них: (а) использование водоразбавляемых покрытий в сочетании с эффективной системой нанесения; (б) использование вытяжной вентиляции и системы очистки воздуха [6][7].</p>	<p>Применимость: не применяется к сухому обезжириванию овчин, осуществляемому в машинах замкнутого цикла</p>	<p><u>Кожаное покрытие</u> [7]</p> <p>При использовании водоразбавляемых покрытий в сочетании с эффективной системой нанесения:</p> <p>Обивочная и автомобильная кожа: Эмиссия летучих органических соединений = 10-25 г С/м².</p> <p>Обувные, швейные и кожгалантерейные кожи: Выбросы летучих органических соединений = 40-85 г С/м².</p> <p>Кожи с покрытием (толщина покрытия > 0,15 мм): ЛОС выбросы = 115-150 г С/м².</p> <p>Если в качестве альтернативы использовано водоразбавляемых отделочных материалов используется система</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
					<p>вытяжной вентиляции и удаления загрязнений, то какой бы расход ни был</p> <p>Выбросы летучих органических соединений = 9-23 г С/м².</p>

Согласно СНДТ по дублированию шкур и кожи [6], основным источником выбросов органических растворителей на кожевенных заводах является процесс нанесения покрытия с использованием лаков на основе растворителей. Потребление органических растворителей может быть сокращено за счет внедрения водорастворимых лаков, материалы, а также современные методы нанесения, такие как усовершенствованные технологии распыления и нанесения покрытия валиком. Кожевенные заводы, использующие процессы обезжиривания овчин с помощью растворителей, также имеют выбросы органических растворителей, требующие специальных мер по борьбе с ними.

Органические растворители также используются на следующих этапах: обезжиривание на танардных операциях, окрашивание на этапе расщепления и после дублирования.

Хлорированные органические соединения могут выделяться в следующих процессах: отмока, обезжиривание, крашение, жирование и отделка. Тетрахлорэтен, хлорбензол и гексахлорбензол являются примерами галогенированных органических растворителей, используемых для обезжиривания овчин и свиных шкур [6].

Кроме того, возможны такие методы борьбы с выбросами, как фильтры с активированным углем, но их использование не является стандартной практикой на кожевенных заводах. Летучие выбросы могут составлять большую часть общего объема выбросов ЛОС.

Предлагаемые предельные значения для растений основаны на ВАТ АЕЛ, представленных в решении о дублировании шкур и кожи [7], которые приведены ниже:

Таблица 56: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС от покрытия кожи [7]

Тип процесса	Тип продукции	ВАТ АЕЛ в г ЛОС/м ² (среднегодовые значения на единицу готовой кожи)
При использовании водорастворимых покрытий в сочетании с эффективным нанесением	Обивочные материалы и автомобильная кожа	10-25
	Обувь, одежда и изделия из кожи	40-85
	Кожи с покрытием (толщина покрытия > 0,15 мм)	115-150
При использовании вытяжной вентиляции и системы удаления загрязнений в качестве альтернативы	Все	9-23 г экв. С/м ²)

Тип процесса	Тип продукции	ВАТ АЕЛ _в г ЛОС/м ² (среднегодовые значения на единицу готовой кожи)
применению отделочных материалов на водной основе		

5.6.3. Покрытие обмоточных проводов

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1 для предприятий, потребляющих более 200 т растворителя в год:

Таблица 57: Таблица 7, приложение VI, предложение по обновлению предельных значений для выбросов ЛОС при нанесении покрытия на обмоточный провод

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциал Применимость (%)	Потенциальные ELV
57	<p>Таблица 7: Предельные значения для <u>покрытия</u> кожи и <u>обмоточной проволоки</u></p> <p><u>Покрытие обмоточного провода</u> (расход растворителя > 5 мг/год): Общий ELV 10 г/кг (в год) применяется для установок, где средний диаметр проволоки ≤ 0,1 мм</p> <p>Для всех остальных установок действует ELV в размере 5 г/кг (в год)</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов [4][5].</p> <p>Индекс обновления 3 для предприятий с потреблением растворителя ≤ 200 тонн.</p> <p>Индекс обновления 1</p> <p>Обновленные предельные значения для предприятий с потреблением растворителя > 200 тонн.</p>	<p>Сокращение выбросов ЛОС основано на ряде НДТ, связанных с сырьем (например покрытие с высоким содержанием твердых частиц, лаки...) и их оптимальным использованием (снижение расхода за счет применения соответствующих технологий нанесения...), минимизацией использования чистящих средств на основе растворителей, сокращением летучих выбросов за счет применения принципов рационального ведения домашнего хозяйства, использованием технологий вторичного сокращения дымовых газов [4][5].</p> <p>Соответствующий мониторинг общих выбросов ЛОС и летучих выбросов заключается в мониторинге общих и летучих выбросов ЛОС путем составления, по крайней мере, один раз в год, баланса массы растворителя на входе и выходе завода [5]. Для выбросов ЛОС в отходящих газах НДТ заключается в мониторинге выбросов в отходящих газах с частотой не менее указанной ниже и в соответствии со стандартами EN. Если стандарты EN недоступны, НДТ должно использовать ISO, национальные или другие международные стандарты, которые обеспечивают</p>		<p><u>Производство обмоточной проволоки</u> (расход растворителя > 200 Мг/год) [5].</p> <p>Суммарные выбросы ЛОС для покрытия обмоточной проволоки со средним диаметром более 0,1 мм, всего ELV = 1-3,3 г летучих органических соединений на кг проволоки с покрытием.</p> <p>Выбросы летучих органических соединений в отходящих газах при производстве обмоточной проволоки = 5-40 мг С/Нм³</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциал Применимость (%)	Потенциальные ELV
			предоставление данных эквивалентного научного качества) [5].		

Согласно решению STS [5], НДТ – это одна из следующих технологий или их комбинация: интегрированное в процесс окисление летучих органических соединений, смазочные материалы без растворителей, самосмазывающиеся покрытия и высокотвердые эмали.

Предлагаемые предельные значения для заводов, потребляющих более 200 т растворителя в год, основаны на ВАТ АЕЛ, представленных в решении STS [5], которые приведены ниже:

Таблица 58: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов ЛОС при покрытии проволоки обмоткой [5]

Параметр	Тип продукта	Единица	ВАТ АЕЛ - среднегодовое значение
Общие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Покрытие обмоточной проволоки со средним диаметром более 0,1 мм	г ЛОС на кг проволоки с покрытием	1-3.3

И

Таблица 59: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при производстве обмоточной проволоки [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднесуточное значение
ОЛОС	мг С/Нм ³	5-40

5.7. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при нанесении рулонных покрытий

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1 для предприятий, потребляющих более 200 т растворителя в год:

Таблица 60: Таблица 8, приложение VI, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов ЛОС при нанесении покрытий на катушки

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциально е обновление	Описание	Потенциал Применимость (%)	Потенциальные ELV
57/58	<p>Таблица 8: Предельные значения для рулонного <u>покрытия</u></p> <p><i>Существующие установки</i></p> <p>Расход растворителя > 25 Мг/год: ELV_c = 50 мг С/м³ ELV_f = 10 масс-% или менее от потребляемого растворителя. Или общее ELV 0,45 кг или менее ЛОС/кг твердого исходного вещества. Если используются методы, позволяющие повторно использовать регенерированный растворитель, предельное значение должно составлять 150 мг С/м³</p> <p><i>Новые установки</i></p> <p>Расход растворителя > 25 мг/год:</p> <p>ELV_c = 50 мг С/м³ (ежедневно); Если используются методы, позволяющие повторно использовать регенерированный растворитель, предельное значение должно составлять 150 мг С/м³. ELV_f = 5 масс-% или менее от потребляемого растворителя (в год). Или общий ELV 0,3 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (ежегодно).</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов [4][5].</p> <p>Индекс обновления 3 для предприятий с потреблением растворителя ≤ 200 тонн.</p> <p>Индекс обновления 1</p> <p>Обновление предельных значений для предприятий с потреблением растворителей > 200 тонн</p>	<p>Сокращение выбросов ЛОС основано на ряде НДТ, связанных с эфрм (например, покрытия с высоким содержанием твердых частиц, лаки...) и их оптимальным использованием (снижение расхода за счет применения соответствующих технологий нанесения...), минимизацией использования чистящих средств на основе растворителей, сокращением летучих выбросов за счет применения принципов рационального ведения домашнего хозяйства, использованием технологий вторичного сокращения дымовых газов [4][5].</p> <p>Соответствующий мониторинг общих выбросов ЛОС и летучих выбросов заключается в мониторинге общих и летучих выбросов ЛОС путем составления, по крайней мере, один раз в год, баланса массы растворителя на входе и выходе завода, [5].</p> <p>Для выбросов ЛОС в отходящих газах НДТ должен проводить мониторинг выбросов в отходящих газах с периодичностью не менее указанной ниже и в соответствии со стандартами EN. Если стандарты EN недоступны, НДТ должны использовать ISO, национальные или другие международные стандарты, которые обеспечивают предоставление данных эквивалентного научного качества) [5].</p> <p>Для снижения энергопотребления системы борьбы с ЛОС НДТ предусматривает использование одного или комбинации следующих методов: (а) поддержание концентрации ЛОС, направляемых в систему очистки отходящих газов, с пмш вентиляторов с частотно-регулируемым приводом; (б) внутренняя концентрация</p>	<p>Для (а) поддержания уровня ЛОС концентрация, направляемая в систему очистки отходящих газов с помощью вентиляторов с частотно-регулируемым приводом: применимо только для центральных систем термической очистки отходящих газов в процессах периодического действия, таких как печать.</p> <p>Для (б) внутренней концентрации растворителей в отходящих газах: применимость может быть ограничена факторами здоровья и безопасности, такими как LEL, и требованиями к качеству продукции.</p> <p>Для (с) внешнего концентрирования растворителей в отходящих газах посредством адсорбции: применимость может быть ограничена, если потребность в энергии чрезмерна из-за низкого содержания летучих органических соединений.</p> <p>Для (д) метода пленума для уменьшения</p>	<p><u>Покрытие рулона</u></p> <p>Расход растворителя >200 Мг/год [5]:</p> <p>Летучие выбросы летучих органических соединений < 1-3% от количества растворителя (в среднем за год).</p> <p>Выбросы ЛОС в отходящих газах = 1-20 мг С/Нм³ (ежедневно) (Верхний предел - 50 мг С/Нм³, если используются методы, позволяющие повторно использовать/перерабатывать регенерированный растворитель.</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциально е обновление	Описание	Потенциал Применимость (%)	Потенциальные ELV
			растворителей в отходящих газах (с) внешнее концентрирование растворителей в отходящих газах за счет адсорбции; (d) техника пленума для уменьшения количества отходов объем газа [5]	объема отходящих газов: в целом применимо.	

Согласно СНДТ STS, покрытия на основе растворителей являются доминирующими системами, используемыми в отрасли, а уровни выброса могут варьироваться и иногда могут составлять, > 50 мг/м³ из-за периодических локализованных работ в цехе нанесения покрытий, таких как очистка линии и очистка лотков. Общепромышленные концентрации ОЛОС в чистом газе в целом ниже 20 мг С/Нм³.

Предлагаемые предельные значения для заводов, потребляющих более 200 т растворителя в год, основаны на ВАТ АЕЛ, представленных в решении STS [5], которые приведены ниже:

Таблица 61: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для неорганизованных выбросов ЛОС при покрытии на рулонные материалы [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднегодовое значение
Летучие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Процент (%) от количества растворителя	< 1-3

И

Таблица 62: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при нанесении покрытий на рулоны [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднесуточное значение	
		Без повторного использования/переработки	С методами, позволяющими повторно использовать/перерабатывать восстановленный растворитель
ОЛОС	мг С/Нм ³	1-20*	1-50*

*Для установок, использующих метод очистки отходящих газов, к отходящим газам обогатительной фабрики применяется дополнительный ELV менее 50 мг С/Нм³.

5.8. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при химической чистке

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1:

Таблица 63: Таблица 9, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений выбросов ЛОС в результате химической чистки

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциал Применимость (%)	Потенциальные ELV
58	Таблица 9: Предельное значение для <u>сухой чистки</u> Общий ELV 20 г ЛОС/кг (ежегодно)	Индекс обновления 1	Перхлорэтилен - самый распространенный растворитель, используемый для химчистки. Он «подозревается в том, что вызывает рак». Существуют альтернативы использованию этого растворителя, но потенциал того, что эти альтернативы могут нанести вред здоровью человека и окружающей среде, пока не очень хорошо изучен [29].	Почти 100% для ELV. Многие из альтернативных растворителей являются относительно новыми продуктами, для которых не установлены пределы профессионального воздействия.	<u>Химчистка</u> Общий ELV < 10 г ЛОС/кг очищенной одежды (ежегодно) Возможный поэтапный отказ от перхлорэтилена

Перхлорэтилен (PER) был одним из самых используемых растворителей в машинах химчистки. Это галогенированный растворитель, который классифицируется как вещество CMR (C2: подозрение на то, что это вещество CMR) в соответствии с [68]. На химчистку распространяется действие главы V и приложения VII Европейского IED [64], а также нескольких национальных нормативных актов.

Во многих странах использование PER сокращается и даже запрещается в химчистках. Например, в Норвегии с 2005 года запрещена продажа новых машин, использующих перхлорэтилен, а для существующих введен налог на использование этого продукта [65].

В США Калифорния приступает к демонтажу машин, использующих перхлорэтилен. С 2008 года новые установки, использующие перхлорэтилен, запрещены. Калифорния обязуется удалить существующие установки к 2023 году [65]. Кроме того, город Миннеаполис запретил использование PER и стал первым городом без PER в США в январе 2018 года [29].

Во Франции действует специальное национальное постановление [66], вступившее в силу 1st марта 2013 года и предусматривающее постепенный отказ от машин, использующих PER, в жилых районах к 2022 году. Все машины, расположенные на рабочих местах, прилегающих к жилым зданиям, должны быть постепенно выведены из эксплуатации к 1 января 2022 года.

Влажная уборка является одной из альтернатив перхлорэтилену. Альтернативы основаны на использовании других растворителей [29]:

- n-Пропилбромид, который является бромированным углеводородом и рассматривается в справочнике [29] как достойная сожаления замена,
- Solvon K4 или дибутоксиметан, или бутилал, который представляет собой оксигенированный углеводород,
- Декаметилциклопентасилоксан (называется D5),
- Гликолевые эфиры: дипропиленгликоль трет-бутиловый эфир (DPTB), дипропиленгликоль n-бутиловый эфир (DPTB) и пропиленгликоль t-бутиловый эфир (PGtBE),
- Углеводороды с высокой температурой вспышки, представляющие собой растворители на нефтяной основе и обладающие относительно высокой воспламеняемостью и летучестью,
- Жидкий углекислый газ – это технология, при которой углекислый газ сочетается со специальными моющими средствами под высоким давлением.

Определены другие альтернативные растворители:

- Hi-Glo, который представляет собой смесь растворителей на основе оксигенированного углеводорода,
- KTEX, который представляет собой комбинацию углеводородов, связанных с гликолевым эфиром.

Согласно ссылке [29], некоторые из этих альтернатив рекламируются как безопасные и экологически чистые, хотя их воздействие на здоровье человека и окружающую среду, возможно, недостаточно хорошо изучено. Многие из альтернативных растворителей являются относительно новыми продуктами и не имеют установленных пределов профессионального воздействия (например, гликолевые эфиры и Solvon K4). К сожалению, поиск растворителей для химической чистки привел к печальным заменам, таким как использование n-PB.

Согласно ссылке [29], машины для химической чистки прошли несколько «поколений», чтобы минимизировать выделение PER. Машины 1-поколения представляли собой «передаточные машины», в которых очищенные ткани вручную переносились из стиральной машины в сушилку. С тех пор в последующих поколениях были внедрены различные средства предотвращения загрязнения, кульминацией которых стали последние машины 5-поколения, имеющие замкнутый цикл и оснащенные охлаждаемыми конденсаторами, поглотителями углерода, индуктивными вентиляторами и устройствами блокировки с сенсорным управлением.

В соответствии с текущей ситуацией и эффективностью новейших машин (5-поколение) [29], предельное значение потенциала может быть следующим:

Таблица 64: Предложение по обновлению ELV для выбросов ЛОС от химической чистки

Общий потенциальный ELV - среднее значение за год (в г ЛОС/кг очищенной одежды) из [29]
< 10

Этого значения достигают машины новейшего поколения с очистителем из активированного угля, в которых по-прежнему используется перхлорэтилен, согласно французскому кадастру выбросов летучих органических соединений [113].

Кроме того, в будущем можно ожидать полного отказа от использования перхлорэтилена в химической чистке.

5.9. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при производстве покрытий, лаков и клеев

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как индекс обновления 2. Предложение по потенциальному обновлению предельных значений основано на ВАТ AEL, определенных в проекте окончательного справочного документа по наилучшим доступным техникам (НДТ) для общих систем управления и обработки отходящих газов в химическом секторе [28]:

Таблица 65: Таблица 10, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений для выбросов ЛОС при производстве покрытий, лаков и клеев

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
58	<p>Таблица 10: Предельные значения при производстве покрытий, лаков, красок и клеев</p> <p><i>Новые и существующие установки с потреблением растворителя в диапазоне 100 Мг/год - 1000 Мг/год: ELV_c = 150 мг С/м³, ELV_f = 5 весовых процентов или менее от потребляемого растворителя. Или общий ELV 5 масс % или менее от потребляемого растворителя.</i></p> <p><i>Новые и существующие установки с потреблением растворителя > 1 000 Мг/год: ELV_c = 150 мг С/м³, ELV_f = 3 весовых % или менее от потребляемого растворителя. Или общий ELV в размере 3 масс. % или менее от количества растворителя.</i></p>	<p>Индекс обновления 2</p> <p>Возможно, ELV может быть обновлен на основе СНДТ WGC [28].</p>			<p><u>Выбросы из дымовых труб [28]:</u></p> <p><1 до 20 мг С/м³ и до 30 при использовании методов регенерации растворителей.</p> <p><u>Диффузные выбросы из [28]:</u></p> <p>3%–5% в процентном отношении к потреблению растворителей (в среднем за год) для существующих и новых предприятий с потреблением растворителей более 100 Мг/год</p>

5.10. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся в результате полиграфической деятельности

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1 для предприятий, потребляющих более 200 т растворителя в год:

Таблица 66: Таблица 11, приложение VI, предложение по обновлению ELV для выбросов ЛОС от полиграфической деятельности

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
58/59/60	<p>1/ Смещение <u>тепловой установки</u></p> <p>Расход растворителя 15 - 25 мг/год:</p> <p><i>Новые и существующие прессы:</i></p> <p>ELV_c = 150 мг С/м³, ELV_f = 30 масс. % или менее от исходного растворителя.</p> <p>Расход растворителя 25 - 200 мг/год:</p> <p><i>Новые и существующие прессы:</i></p> <p>ELV_c = 20 мг С/м³, ELV_f = 30 масс. % или менее от объема вводимого растворителя.</p>		<p>Выбросы ЛОС путем составления, по крайней мере, один раз в год, баланса массы растворителей на входе и выходе предприятия [5].</p> <p>Для выбросов ЛОС в отходящих газах НДТ должен проводить мониторинг выбросов в отходящих газах с периодичностью, не менее указанной ниже и в соответствии со стандартами EN. Если стандарты EN недоступны, НДТ должны использовать ISO, национальные или другие международные стандарты, которые обеспечивают предоставление данных эквивалентного научного качества) [5].</p>		<p>1/<u>Офсетная рулонная печать</u></p> <p>Расход растворителя >200 Мг/год [5]:</p> <p>Общий объем выбросов ЛОС < 0,01-0,04 кг ЛОС на кг потребляемой краски (в среднем за год). Или летучие выбросы ЛОС < 1-10% от расхода растворителя (в среднем за год) и, выбросы ЛОС в отходящих газах = 1-15 мг С/Нм³ (среднесуточное или среднее за период отбора проб).</p> <p>2/<u>Публикация</u></p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>Потребление растворителя > 200 мг/год): <i>Новые и модернизированные прессы:</i> Общий ELV = 10 wt-% или менее расхода чернил (в год). <i>Существующие прессы:</i> Общий ELV = 15 wt-% или менее расхода чернил (в год).</p> <p><u>2/ Издательская глубокая печать</u> Расход растворителя 25-200 мг/год: <i>Новые установки:</i> ELV_c = 75 мг C/м³ ELV_f = 10 масс. % или менее от объема вводимого растворителя <i>Или</i> общий ELV 0,6 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год) <i>Существующие установки:</i> ELV_c = 75 мг C/м³ ELV_f = 15 масс.-% или менее от количества растворителя <i>Или</i> общий ELV 0,8 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год) Расход растворителя > 200 мг/год: <i>Новые установки:</i> Общее количество ELV = 5 весовых процентов или менее от количества растворителя (в год). <i>Существующие установки:</i> Общее ELV = 7 масс.-% или менее от потребляемого растворителя (в год)</p>		<p>Для снижения энергопотребления системы борьбы с ЛОС НДТ предполагает использование одного или комбинации следующих методов: (а) поддержание концентрации ЛОС, направляемых в систему очистки отходящих газов, с помощью вентиляторов с частотно-регулируемым приводом; (б) внутреннее концентрирование растворителей в отходящих газах; (в) внешнее концентрирование растворителей в отходящих газах с помощью адсорбции; (д) метод пленума для уменьшения объема отходящих газов [5].</p>		<p><u>ротogrавюрной печати</u> Расход растворителя >200 Мг/год [5]: Летучие выбросы ЛОС в количестве < 2,5% от количества растворителя (в среднем за год). Выбросы ЛОС в отходящих газах в пределах 10-20 мг C/Нм³ (среднесуточное или среднее значение за период отбора проб). <u>3/ Неизданная ротogrавюрная печать</u> Расход растворителя >200 Мг/год [5]: Общие выбросы летучих органических соединений < 0,1-0,3 кг ЛОС на кг твердой массы (в среднем за год). Или летучие выбросы ЛОС при флексографии и непубличной ротogrавюрной печати < 1-12% от потребляемого растворителя (в среднем за год) и, выбросы ЛОС в отходящих газах 1-20 мг C/Нм³ (среднесуточное или среднее за период отбора проб). Верхнее значение диапазона составляет 50 мг C/Нм³, если используются методы, позволяющие повторно использовать/перерабатывать регенерированный растворитель.</p>
	<p><u>3/ Ротogrавюра и флексография на упаковке</u> Расход растворителя 15-25 мг/год: <i>Новые и существующие установки:</i> ELV_c = 100 мг C/м³ ELV_f = 25 масс.-% или менее от объема вводимого растворителя <i>Или</i> общий ELV 1,2 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год) Расход растворителя 25-200 мг/год: <i>Новые и существующие установки:</i></p>				

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>ELVc = 100 мг С/м³ ELVf = 20 масс. % или менее от вводимого растворителя Или общий ELV 1,0 кг или менее ЛОС/кг твердого вещества (в год)</p> <p>Расход растворителя > 200 мг/год:</p> <p><i>Для заводов со всеми машинами, подключенными к окислению: Общий ELV = 0,5 кг ЛОС/кг твердого вещества (ежегодно)</i></p> <p><i>- Для заводов со всеми машинами, подключенными к угольной адсорбции: Общее ELV = 0,6 кг ЛОС/кг твердых веществ (в год)</i></p> <p><i>- Для существующих смешанных заводов, где некоторые существующие машины могут быть не подключены к инсинератору или регенерации растворителя: Выбросы от оборудования, подключенного к окислителям или угольной адсорбции, находятся ниже предельных значений выбросов, составляющих 0,5 или 0,6 кг ЛОС/кг твердого вещества соответственно.</i></p> <p><i>- Для машин, не подключенных к газоочистке: использование продуктов с низким содержанием растворителей или без растворителей, подключение к газоочистке при наличии свободных мощностей и предпочтительное выполнение работ с высоким содержанием растворителей на машинах, подключенных к газоочистке. Общее количество выбросов менее 1,0 кг ЛОС/кг твердых веществ (в год).</i></p>				

5.10.1. Рулонная офсетная печать

Согласно данным СНДТ STS [4], все установки используют термические методы очистки отходящих газов, что является общим правилом в данном секторе из-за неприятного запаха отходящих газов. Большинство установок в этом секторе используют встроенные сушилки-окислители на каждой печатной машине, специально предназначенной для рулонной офсетной печати с нагревом.

Для снижения выбросов летучих органических соединений в полотне с подогревом используются следующие методы [4]:

- добавки с низким содержанием IPA (изопропанола) или без IPA для увлажняющих растворов.
- использование безводных офсетных пластин.
- автоматические системы очистки баллонов, улавливание и направление выбросов растворителя при очистке в систему очистки отходящих газов.
- сушилка для офсетного полотна, интегрированная с термической очисткой отходящих газов.

Предлагаемые предельные значения для заводов, потребляющих более 200 т растворителя в год, основаны на ВАТ АЕЛ, представленных в решении STS [5], которые приведены ниже:

Таблица 67: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для общих выбросов летучих органических соединений при офсетной печати с нагревом [5]

Параметр	Единица	ВАТ-АЕЛ - среднегодовое значение
Общие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	кг летучих органических соединений на кг потребляемой краски	< 0.01-0.04 ⁽¹⁾ (1) Верхняя граница диапазона ВАТ-АЕЛ связана с производством высококачественной продукции.

Или

Таблица 68: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при офсетной печати с нагревом рулона [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднее значение за год
Летучие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Процент (%) от количества растворителя	< 1-10 ⁽¹⁾ (1) Верхняя граница диапазона НДТ-АЕЛ связана с производством высококачественной продукции

И

Таблица 69: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при офсетной печати с нагревом рулона [5]

Параметр	Единица	Потенциальный ELV - среднесуточное значение
ОЛОС	мг С/Нм ³	1-15

5.10.2. Печать ротогравюрой

По данным СНДТ STS [4], все издательские ротогравюрные типографии в настоящее время оснащены установками регенерации толуола. Несмотря на регенерацию толуола, часть поступающего толуола все равно выбрасывается в атмосферу. Основными источниками выбросов ЛОС являются:

- печатный процесс и его очистка,

- система регенерации растворителя,
- печатная продукция.

Для того чтобы минимизировать выбросы толуола в атмосферу, были разработаны различные методы:

- прямая подача краски,
- система дистилляции замкнутого цикла на установке регенерации толуола для извлечения остатка толуола из декантированной воды,
- использование удерживающих красок,
- подключение к системе регенерации толуола всех потенциальных видов деятельности/процессов, выделяющих толуол: печатные машины, толуолопромывочные машины, сушилки, вентиляционные установки в печатном зале.

Согласно СНДТ STS [4], общий объем выбросов ЛОС в процентах от количества растворителя во всех случаях составляет менее 3 %, а при использовании чистящих средств на основе нерастворителей - почти или менее 1 %.

Предлагаемые предельные значения для заводов, потребляющих более 200 т растворителя в год, основаны на НДТ АЕЛ, представленных в решении STS [5], которые приведены ниже:

Таблица 70: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для летучих выбросов ЛОС при ротогравюрной печати изданий [5]

Параметр	Единица	ВАТ АЕЛ- среднее значение за год
Летучие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Процент (%) от количества растворителя	< 2.5

И

Таблица 71: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-АЕЛ), для выбросов ЛОС в отходящих газах при ротогравюрной печати изданий [5]

Параметр	Единица	Потенциальный ELV - среднесуточное значение
ОЛОС	мг С/Нм ³	10-20

5.10.3. Флексография и офсетная ротогравюрная печать

Согласно СНДТ STS [4], почти все зарегистрированные значения летучих выбросов ЛОС ниже предельного значения IED, составляющего 20 % от объема потребляемого растворителя, а более половины зарегистрированных значений - ниже 10 % от объема потребляемого растворителя.

Основными методами минимизации летучих выбросов являются:

- безопасное хранение опасных веществ и меры по предотвращению незапланированных выбросов.
- обращение с опасными материалами и их использование.
- вытяжка воздуха из процессов сушки.

- закрытые зоны применения с вытяжкой воздуха.
- Вентиляция зала частично используется в качестве сушилки, обрабатывается в RTO.
- рециркуляция воздуха в сушильных машинах.
- управление избыточным давлением с помощью установленных труб для отвода воздуха, чтобы минимизировать утечки, вызванные избыточным давлением.
- Методы управления чернилами, включающие автоматическую систему смешивания чернил и управление остатками чернил.
- автоматическое дозирование отвердителя с помощью закрытой системы трубопроводов (двухкомпонентные системы).
- вытяжка воздуха из моечных машин, зоны смешивания клея и чернил
- автоматическая машина для очистки деталей (на основе растворителя, подключенная к «разглаживателю» и общему отводу отработанных газов для обработки в RTO).
- клеи без растворителей (горячие расплавы).
- Ультразвуковая машина для очистки анилоксовых валов.

Предлагаемые предельные значения для заводов, потребляющих более 200 т растворителя в год, основаны на BAT AEL, представленных в решении STS [5], которые приведены ниже:

Таблица 72: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAT-AEL), для общих выбросов ЛОС при флексографии и непубличной ротогравюрной печати [5]

Параметр	Единица	BAT AEL- среднее значение за год
Летучие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	кг ЛОС на кг потребляемой твердой массы	< 0.1-0.3

Или

Таблица 73: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAT-AEL), для летучих выбросов ЛОС при флексографии и непубличной ротогравюрной печати [5]

Параметр	Единица	BAT AEL- среднее значение за год
Летучие выбросы ЛОС, рассчитанные по балансу массы растворителя	Процент (%) от количества растворителя	< 1-12

И

Таблица 74: Уровень выбросов, связанный с НДТ (BAT-AEL), для выбросов ЛОС в отходящих газах при флексографии и непечатной ротogravюрной печати [5]

Параметр	Единица	BAT AEL- среднесуточное значение	
		Без повторного использования/переработки	С методами, позволяющими повторно использовать/перерабатывать восстановленный растворитель
ЛОС	мг С/Нм ³	1-20*	1-50*

*Для установок, использующих метод очистки отходящих газов, к отходящим газам обогатительной фабрики применяется дополнительное ELV менее 50 мг С/Нм³.

5.11. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при производстве фармацевтической продукции

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1:

Таблица 75: Таблица 12, приложение VI, Предложение потенциальных обновлений ELV для выбросов ЛОС при производстве фармацевтической продукции

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциал Применимость (%)	Потенциальные ELV
60	<p>Таблица 12: Предельные значения для производства фармацевтической продукции</p> <p><i>Новые установки</i></p> <p>Расход растворителя > 50 млн/год: ELV_c = 20 мг С/м³ (a,b) и ELV_f = 5 wt-% или менее от количества растворителя (b)</p> <p><i>Существующие установки</i></p> <p>Расход растворителя > 50 млн/год: ELV_c = 20 мг С/м³ (a,c) и ELV_f = 15 wt-% или менее от количества растворителя (c).</p> <p>(a) Если используются методы, позволяющие повторно использовать регенерированные растворители, предельное значение должно составлять 150 мг С/м³</p> <p>(b) Вместо применения ELV_c и ELV_f может применяться общее предельное значение в 5% от количества растворителя.</p> <p>(c) Вместо применения ELV_c и ELV_f может быть применено общее предельное значение в 15% от количества растворителя.</p>	<p>Индекс обновления 1</p> <p>Обновление предельных значений</p>	<p>Один из методов или их комбинация могут применяться в качестве системы рекуперации/абсорбции для всей территории, отдельного производственного здания или отдельного процесса. Это зависит от конкретной ситуации и влияет на количество точечных источников. НДТ заключается в выборе методов рекуперации и борьбы с ЛОС в соответствии с глубокой оценкой возможного использования методов [28].</p> <p>Согласно справочнику [28], НДТ должна включать в себя следующие характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Внедрение инвентаризации направленных и рассеянных выбросов в атмосферу, ведение такой инвентаризации и ее регулярный пересмотр в рамках экологической системы, - Снижение частоты возникновения режимов работы, отличных от нормальных (OTNO), разработка плана управления выбросами в атмосферу - Комплексная стратегия управления и обработки отходящих газов для направленных выбросов, основанная на объединении потоков отходящих газов со схожими характеристиками, позволяет оптимизировать количество точек выброса и правильно спроектировать, и обслуживать системы очистки (с учетом максимального расхода и концентраций) для обеспечения оптимальной доступности, эффективности и эффективности работы оборудования. 	Почти 100%	<p><u>Выбросы из дымовых труб [28]:</u></p> <p><1 до 20 мг С/м³ и до 30 при использовании методов регенерации растворителей. Предельные диапазоны применяются только в той степени, в которой они приводят к более низким уровням выбросов, чем текущие предельные значения выбросов ЛОС и предельные значения для ЛОС, классифицированных как SMR 1A, 2A и 2.</p> <p><u>Диффузные выбросы из [28]:</u></p> <p>≤ 5% в процентном отношении к потреблению растворителя (в среднем за год), если потребление растворителя превышает 50 т/год</p>

Предлагаемые предельные значения для предприятий, потребляющих более 50 т растворителя в год, основаны на НДТ, представленных в проекте СНДТ WGC [28], которые приведены ниже:

Таблица 76: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-AEL), для выбросов ЛОС в отходящих газах при производстве фармацевтической продукции [28]

ВАТ AEL (в мг С/м ³) - среднесуточное значение или среднее значение по методу отбора проб
< 1 до 20
Верхняя граница диапазона ВАТ-AEL может быть выше и достигать 30 мг С/Нм ³ при использовании методов

Как уже упоминалось выше, предельные диапазоны применяются только в той степени, в которой они приводят к более низким уровням выбросов, чем текущие предельные значения выбросов ЛОС и предельные значения для ЛОС, классифицируемых как CMR 1A, 2A и 2.

Новый проект СНДТ WGC [28] предусматривает следующие значения НДТ для летучих выбросов для предприятий с общим годовым потреблением растворителей более 50 т/год:

Таблица 77: Уровень выбросов, связанный с НДТ (ВАТ-AEL), для диффузных выбросов ЛОС в воздух при использовании растворителей или повторном использовании восстановленных растворителей [28]

ВАТ AEL в процентах от количества растворителей (в среднем за год)
≤ 5%

5.12. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при переработке натурального или синтетического каучука

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как индекс обновления 3 для растений, так как не было найдено никакой соответствующей информации.

Таблица 78: Таблица 13, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений для выбросов ЛОС при переработке натурального или синтетического каучука

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
61	<p>Таблица 13: Предельное значение для преобразования натурального или синтетического каучука</p> <p>Новые и существующие установки: преобразование натурального или синтетического каучука (потребление растворителя > 15 млн/год): ELV_c = 20 мг С/м³ и ELV_f = 25 масс-% от потребляемого растворителя. Или общее ELV = 25 масс % от потребляемого растворителя.</p> <p>Если используются методы, позволяющие повторно использовать регенерированный растворитель, предельное значение должно составлять 150 мг С/м³.</p> <p>Предел летучести не включает растворители, продаваемые в составе препарата в</p>	Индекс обновления 3	Результаты исследований в литературе не обнаружены.		

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	запечатанном контейнере.				

5.13. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, образующихся при очистке поверхностей

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как Индекс обновления 3 для растений, так как не было найдено достаточного количества соответствующей информации:

Таблица 79: Таблица 14, приложение VI, Предложение о потенциальном обновлении предельных значений для выбросов ЛОС при очистке поверхностей

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
61	<p>Таблица 14: Предельные значения для очистки поверхности</p> <p><u>Очистка поверхностей с использованием веществ, упомянутых в пункте 3 z) i) приложения VII:</u></p> <p>- Расход растворителя в пределах 1-5 Мг/год: ELVc = 20 мг, выраженных как сумма масс отдельных соединений/м³. ELVf = 15 масс-% от потребляемого растворителя.</p> <p>Расход растворителя > 5 мг/год: ELVc = 20 мг, выраженная как сумма масс отдельных соединений/м³. ELVf = 10 весовых процентов от вводимого растворителя</p> <p><u>Очистка других поверхностей:</u></p> <p>- Расход растворителя 2-10 мг/год: ELVc = 75 мг C/м³. ELVf = 20 масс. % от количества растворителя.</p> <p>- Расход растворителя > 10 Мг/год: ELVc = 75 мг C/м³. ELVf = 15 масс-% от потребляемого растворителя.</p>	<p>Индекс обновления 3</p> <p>Обновление не определено</p>	<p>Для снижения выбросов ЛОС в процессе очистки НДТ заключается в минимизации использования чистящих средств на основе растворителей и применении комбинации методов, приведенных ниже [4]:</p> <p><u>(а) Защита зон распыления и оборудования:</u> Зоны нанесения и оборудование (например, стены распылительной камеры и роботы), подверженные избыточному распылению, каплям и т.д., закрываются тканевыми чехлами или одноразовыми пленками, которые не подвержены разрыву или износу.</p> <p><u>(б) Удаление твердых частиц перед полной очисткой:</u> Твердые частицы удаляются в (сухой) концентрированной форме, обычно вручную, с использованием небольшого количества чистящего растворителя или без него. Это уменьшает количество материала, который должен быть удален растворителем и/или водой на последующих этапах очистки, и, следовательно, количество используемого растворителя и/или воды.</p> <p><u>(с) Ручная очистка с помощью предварительно пропитанных</u></p>	<p>Выбор методов очистки может быть ограничен типом процесса, очищаемой подложкой или оборудованием и типом загрязнения.</p>	

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
			<p>салфеток: Для ручной очистки используются салфетки, предварительно пропитанные чистящими средствами. Чистящие средства могут быть на основе растворителей, растворителей с низкой летучестью или без растворителей.</p> <p><u>(d) Использование низколетучих чистящих средств:</u> Применение малолетучих растворителей в качестве чистящих средств для ручной или автоматизированной очистки, обладающих высокой очищающей способностью.</p> <p><u>(e) Очистка на водной основе:</u> Для очистки используются моющие средства на водной основе или смешивающиеся с водой растворители, такие как спирты или гликоли.</p> <p><u>(f) Закрытые стиральные машины: Автоматическая порционная очистка/обезжиривание деталей прессов/машин в закрытых моечных машинах. Для этого могут использоваться:</u> (a) органические растворители (с удалением воздуха и последующей очисткой от летучих органических веществ и/или регенерацией использованных растворителей); или (b) растворители, не содержащие летучих органических веществ; или (c) щелочные очистители (с внешней или внутренней очисткой сточных вод).</p> <p><u>(g) Продувка с регенерацией растворителей:</u> Сбор, хранение и, по возможности, повторное использование растворителей, использованных для продувки пистолетов/аппликаторов и линий между сменой цвета.</p>		

5.14. Предельные значения для выбросов ЛОС, образующихся при добыче растительного и животного жира и рафинации растительных масел

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1:

Таблица 80: Таблица 15, приложение VI, Предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов ЛОС при добыче растительного и животного жира и рафинации растительного масла

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциал Применимость (%)	Потенциальные ELV
61/62	<p>Таблица 15: Предельные значения для экстракции растительного и животного жира и рафинации растительного масла</p> <p>Новые и существующие установки (потребление растворителя > 10 Мг/год):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Животный жир: ELV = 1,5 кг ЛОС/ мг продукта - Кастор: ELV = 3 кг ЛОС/ мг продукта - Семена рапса: ELV = 1 кг ЛОС/ мг продукта - Семена подсолнечника: ELV = 1 кг ЛОС/ мг продукта - Соевые бобы (обычное дробление): ELV = 0,8 кг ЛОС/ мг продукта - Соевые бобы (белые хлопья): ELV = 1,2 кг ЛОС/ мг продукта - Другие семена и растительные материалы: ELV = 3 кг ЛОС/ мг продукта - Все процессы фракционирования, за исключением дегумирования: ELV = 1,5 кг ЛОС/Мг продукта - Дегумирование: ELV = 4 кг ЛОС/ мг продукта 	<p>Индекс обновления 1 для соевых бобов, семян рапса и семян подсолнечника</p> <p>(в [27] не указан порог размера)</p> <p>Индекс обновления 3 для других продуктов</p>	<p>НДТ выглядят следующим образом [72].</p> <ul style="list-style-type: none"> - Противоточное движение муки и пара в десольвентизаторе-тостере - Испарение из смеси масла и гексана - Конденсация в сочетании с мокрым скруббером на основе минерального масла - Гравитационное разделение фаз в сочетании с дистилляцией 	Почти 100%	<p>По данным [72] в качестве среднегодовых значений:</p> <p><u>Соевые бобы:</u> от 0,3 до 0,55 кг летучих органических соединений (гексан)/т переработанных семян</p> <p><u>Семена рапса и семена подсолнечника:</u> 0,2 - 0,7 кг летучих органических соединений (гексан)/т обработанных семян</p>

Согласно СНДТ «Продукты питания, напитки, молоко» [72], большинство (обычно > 90 %) выбросов ОЛОС в атмосферу состоит из гексана. Выбросы гексана обычно сокращаются с помощью методов регенерации гексана. Биофильтры, биоскрубберы и мокрые скрубберы с последующей конденсацией обычно используются с целью сокращения выбросов запаха. НДТ [27] - это использование всех следующих методов: противоточное движение шрота и пара в десольвентизаторе-тостере, испарение из смеси масла и гексана, конденсация в сочетании с мокрым скруббером для минерального масла, гравитационное разделение фаз в сочетании с дистилляцией.

Предлагаемые предельные значения для предприятий с текущими уровнями потребления растворителей в год основаны на ВАТ АЕЛ, представленных в решении по продуктам питания, напиткам и молоку [27], которые приведены на сайте следующим образом:

Таблица 81: Уровни выбросов, связанные с НДТ (BAT-AELs), для потерь гексана при переработке и рафинации масличных [27]

Параметр	Тип обрабатываемых семян или бобов	Единица	БАТ АЕЛ-среднее значение за год
Потери гексана	Соевые бобы	кг/тонна переработанных семян или бобов	0.3-0.55
	Рапс и семена подсолнечника		0.2-0.7

5.15. Предельные значения для выбросов летучих органических соединений, выделяющихся при пропитке древесины

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как Индекс обновления 1 для предприятий, потребляющих более 200 т растворителя в год:

Таблица 82: Таблица 16, приложение VI, Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов ЛОС при пропитке древесины

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальное применение работоспособность (%)	Потенциальные ELV
62	<p>Таблица 16: предельные значения для пропитки древесины</p> <p><u>Пропитка древесины</u></p> <p>Расход растворителя от 25 до 200 мг/год:</p> <p>ELVc = 100 мг C/м³ (не применимо к пропитке креозотом).</p> <p>ELVf = 45 весовых процентов или менее от потребляемого растворителя или 11 кг или менее ЛОС/ м³</p> <p>Пропитка древесины (расход растворителя > 200 мг/год)</p> <p>ELVc = 100 мг C/м³ (не применимо к пропитке креозотом).</p> <p>ELVf = 35 wt-% или менее от расход растворителей или 9 кг или менее ЛОС на метр³</p>	<p>Индекс обновления 1</p> <p>Обновление предельных значений на предприятии с потреблением растворителей > 200 тонн.</p>	<p>Для сокращения выбросов ЛОС в атмосферу при обработке древесины и изделий из нее с использованием химических веществ на основе растворителей НДТ заключается в ограждении оборудования или процессов, выделяющих ЛОС, отводе отходящих газов и направлении их в систему очистки (термическое окисление, отходящие газы, направляемые на установку для сжигания, адсорбционная установка, абсорбционная установка, конденсация.</p> <p>Для креозота:</p> <p>Для снижения выбросов органических соединений и запаха в атмосферу при консервировании древесины и изделий из нее с использованием креозота НДТ предполагает использование пропиточных масел с низкой летучестью, т.е. креозота класса С вместо класса В.</p>	Почти 100%	<p>Согласно [5]</p> <p>Обработка креозотом и растворителями: ELVc = 4 - 20 мг C/м³</p>

Согласно СНДТ STS [4], основным источником выбросов ЛОС в этом секторе является содержание растворителей в применяемых веществах. Растворители, которые остаются в древесине после полного высыхания, испаряются в течение длительного времени. Летучие выбросы происходят на этапах обработки, нанесения и сушки. Однако большая часть выбросов происходит в процессе сушки.

Предлагаемые предельные значения для заводов с текущим уровнем потребления растворителей в год основаны на НДТ, предусмотренных решением STS [5], которые выглядят следующим образом:

Таблица 83: Уровни выбросов, связанные с НДТ (BAT-AELs), для выбросов ТЛОС в отходящих газах при консервировании древесины и изделий из нее с использованием креозота и/или химических веществ для обработки на основе растворителей

Параметр	Единица	Процесс	BAT AEL
ОЛОС	мг С/Нм ³	Обработка креозотом и растворителями	< 4-20 _____

6. Приложение X: предельные значения для выбросов ТЧ из стационарных источников

6.1. Предельные значения для выбросов пыли из установок для сжигания топлива

Таблица 84: Таблица 1, приложение IV, Предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов пыли от сжигающих установок

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
83-84	<p>Таблица 1: Предельные значения для пыли выбросы от сгорания растения</p>				
	<p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива: <i>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт:</i> Новые растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1] Существующие растения: 30 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов.</p>	<p>Средства для достижения поставленных целей экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электростатический фильтр (ESP), - рукавный фильтр, - впрыск сорбента в котел - мокрое обессеривание дымовых газов (FGD), - сухая или полусухая система FGD. 	<p>Почти 100 %.</p> <p>Некоторые ограничения могут существовать для FGD, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> - установка работает менее 500 часов в год, - это для модернизация <p>существующий сгорание работа завода менее 1 500 часов в год,</p> <ul style="list-style-type: none"> - в сгорание 	<p>Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива: <i>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 50 до 100 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</i> Новые растения: 4-16 мг/м³ при 6 % O₂ Существующие растения: 4-22 мг/м³ при 6 % O₂ (Верхнее значение составляет 28 мг/м³ при 6 % O₂, если растение посажено в эксплуатацию не позднее 7 января</p>

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 100 до 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 25 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловым вводом мощностью, превышающая 300 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 10 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 2]</p> <p>Существующие растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>			станция мощностью менее 300 МВт _{th} , могут существовать технические и экономические ограничения.	<p>2014)</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 100 до 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 3-15 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 4-22 мг/м³ при 6 % O₂ (Верхнее значение диапазон составляет 25 мг/м³ при 6 % O₂, если растение посажено в эксплуатацию не позднее 7 января 2014)</p> <p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловым вводом мощностью более 300 МВт (в день средний) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 3-10 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 3-11 мг/м³ при 6 % O₂ (Верхнее значение диапазон 20 или 14 мг/м³ при 6 % O₂, если станция введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года и имеет мощность от 300 до 1000 МВт или если больше 1 000 МВт, соответственно)</p>

<p><u>Твердая биомасса и торф:</u></p> <p><i>Установки сжигания с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт:</i></p> <p>Новые растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 30 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><i>Установка для сжигания топлива с тепловым вводом производительность от 100 и 300 МВт:</i></p> <p>Новые растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><i>Завод по сжиганию топлива с тепловым вводом мощность, превышающая 300 МВт:</i></p> <p>Новые растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения: 20 мг/м³ при 6 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов.</p>	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электростатический фильтр (ESP), - рукавный фильтр, - мокрое обессеривание дымовых газов (FGD), - сухая или полусухая система FGD. 	<p>Почти 100 %, за исключением мокрой FGD для установок, работающих менее 500 часов в год. Если мокрая FGD предназначена для модернизации существующих установок сжигания, работающих менее 1,500 часов в год, могут возникнуть технические и экономические ограничения.</p>	<p><u>Твердая биомасса и торф:</u></p> <p><i>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 50 до 100 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</i></p> <p>Новые растения: 2-10 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 2-22 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p><i>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 100 до 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</i></p> <p>Новые растения: 2-10 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 2-18 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p><i>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью более 300 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</i></p> <p>Новые растения: 2-10 мг/м³ при 6 % O₂</p> <p>Существующие растения: 2-16 мг/м³ при 6 % O₂</p>
<p><u>Жидкое топливо:</u></p>				<p><u>Жидкое топливо:</u></p>

<p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью от 50 до 100 МВт:</u></p> <p>Новые растения: 20 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие заводы: Жидкое топливо в целом: 30 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><i>Завод по сжиганию топлива с тепловой мощностью от 100 и 300 МВт:</i></p> <p>Новые растения: 20 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p>Существующие растения:</p> <p>Жидкое топливо в целом: 25 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><u>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью более 300 МВт:</u></p> <p>Новое растение: 10 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 2]</p> <p>Существующие растения:</p> <p>Жидкое топливо в целом: 20 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p> <p><i>Установка для сжигания топлива с тепловой мощностью, превышающей 50 МВт: существующие растения</i></p> <p>Остатки дистилляции и конверсии от переработки сырой нефти на нефтеперерабатывающих и химических установках: 50 мг/м³ при 3 % O₂. [Индекс обновления</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов.</p>	<p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электростатический фильтр (ESP), - рукавный фильтр, - мультициклоны, - мокрое обессеривание дымовых газов (FGD), - сухая или полусухая система FGD. 	<p>Почти 100 %, за исключением мокрого FGD для установок, работающих менее 500 часов в год.</p> <p>Некоторые ограничения могут существовать для мокрого FGD, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предназначен для модернизации существующих установок для сжигания топлива менее 1 500 часов в год - Для установок с тепловой мощностью менее 300 МВт могут существовать технические и экономические ограничения. 	<p><u>Завод по сжиганию топлива с тепловой потребляемой мощностью от 50 до 100 МВт (в среднем за сутки) [2][3]:</u></p> <p>Новые растения: 7-18 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Существующие заводы: Жидкое топливо в целом: 7-22 мг/м³ при 3 % O₂ (Верхнее значение диапазона составляет 25 мг/м³ при 6 % O₂, если растение посажено в эксплуатацию не позднее 7 января 2014)</p> <p><i>Установка для сжигания топлива с тепловой потребляемой мощностью между 100 и 300 МВт (как среднесуточное значение) [2][3]:</i></p> <p>Новые растения: 7-18 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Существующие установки: Жидкое топливо в целом: 7-22 мг/м³ при 3 % O₂ (верхнее значение диапазона – 25 мг/м³ при 6 % O₂, если установка введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года).</p> <p><i>Установки с тепловой мощностью более 300 МВт (среднесуточное значение) [2][3]:</i></p> <p>Новые установки: 7-10 мг/м³ при 3 % O₂.</p> <p>Существующие установки: Жидкое топливо в целом: 7-11 мг/м³ при 3 % O₂ (верхнее значение диапазона – 15 мг/м³ при 6 % O₂, если установка введена в эксплуатацию не позднее 7 января 2014 года).</p> <p><i>Установки на</i></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	2]			<p><i>нефтеперерабатывающих заводах – существующие установки (среднемесячное значение) [37]:</i></p> <p>Сжигание многокомпонентного топлива на нефтеперерабатывающих заводах – существующие установки: 5-50 мг/м³ при 3 % O₂ (верхнее значение диапазона соответствует высокому содержанию нефти в топливе, когда могут быть применены только первичные технологии).</p>
--	----	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p>Газообразное топливо:</p> <p><u>Сжигательная установка с тепловой мощностью более 50 МВт - новые и существующие растения:</u></p> <p>Природный газ: 5 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 3]</p> <p>Другие газы, кроме газов сталелитейной промышленности: 10 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 2]</p> <p>Газы сталелитейной промышленности: 30 мг/м³ при 3 % O₂ [Индекс обновления 1]</p>	<p>Доступны усовершенствованные текущие методы сокращения выбросов</p>	<p>Только для технологических газов черной металлургии [2][3]:</p> <p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбор топлива/управление им, - электростатический фильтр (ESP), - рукавный фильтр, - предварительная очистка газа на металлургических заводах <p>Для технологических газов химической промышленности [2][3]:</p> <p>Средством достижения соответствующих экологических уровней является применение одного или комбинации следующих методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электростатический фильтр (ESP), - рукавный фильтр, - мокрое обессеривание дымовых газов (FGD), - сухая или полусухая система FGD. 	<p>Для технологических газов химической промышленности:</p> <p>Wet-FGD не применяется для установок, работающих менее 500 часов в год.</p> <p>Некоторые ограничения могут существовать для мокрого FGD, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предназначен для модернизации существующих установок сжигания топлива, работающих менее 1500 часов в год, - мощность установки сжигания менее 300 МВт, могут существовать технические и экономические ограничения. <p>Только для технологических газов черной металлургии:</p> <p>Электрофильтры и рукавные фильтры применимы только в том случае, если вместе с газами из чугуна сжигается значительное количество вспомогательного топлива с высоким содержанием золы.</p>	<p>Газообразное топливо:</p> <p><u>Сжигательная установка с тепловой потребляемой мощностью более 50 МВт - Новые и существующие установки, работающие более 500 часов в год [2][3] (как среднесуточное значение):</u></p> <p>Технологические газы химической промышленности - новые и существующие заводы: 2-10 мг/м³ при 3 % O₂</p> <p>Газы черной металлургии: 2-10 мг/м³ при 3 % O₂</p>

6.1.1. Уголь, бурый уголь и другие виды твердого топлива:

Для электростанций, сжигающих твердое топливо угольного типа, ELV для пыли из (A)GP [1] в зависимости от состояния станции (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные на 6% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 85: Предельные значения выбросов пыли для твердого топлива угольного типа из (A)GP [1], выраженные как среднемесячные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от мощности теплового ввода

Тепловая потребляемая мощность	ELV пыли для твердого топлива угольного типа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	20	30
100-300 МВт	20	25
Более 300 МВт	10	20

В Европейских выводах НДТ для LCP [3], НДТ по пыли для LCP, сжигающих уголь или бурый уголь, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂, приведены ниже:

Таблица 86: BAT AEL пыли для угля или бурого угля из Заключений НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности [3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AEL пыли для твердого топлива угольного типа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	4-16	4-22 ¹
100-300 МВт	3-15	4-22 ²
Более 300 МВт	3-10	3-11 ³

¹: 4-28 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

²: 4-25 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

³: при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г., 3-20 мг/Нм³, если от 300 до 1000 МВт, и 3-14 мг/Нм³, если > 1000 МВт.

В нормативных документах США [32] ELV приведены в расчете на потребляемую или производимую энергию, но если пересчитать их с учетом приблизительного теплового КПД установок для сжигания топлива и стехиометрических объемов сухих дымовых газов, приведенных в документе СНДТ по TRP [2], то ELV по пыли для TRP > 73 МВт, сжигающих твердое топливо, варьируются от 11 до 18 мг/Нм³ при 6% O₂, в зависимости от даты строительства или модификации установки.

Согласно китайским нормам [33], ELV пыли для всех TRP, сжигающих твердое топливо, составляет 30 мг/Нм³ для новых и существующих предприятий при 6% O₂. Для отдельных ключевых регионов, которые более чувствительны к загрязнению атмосферы и его

воздействию, ELV установлен на уровне 20 мг/Нм^3 как для существующих, так и для новых предприятий [33].

Одна из конкретных китайских программ ввела стандарты сверхнизких выбросов для ТРП, работающих на угле, и ELV для ТЧ составляет 10 мг/Нм^3 [51]. Новые установки должны соответствовать им к 2015 году, а 80 % от общей мощности угольных ТРП должны соответствовать им к 2030 году.

В индийских правилах [34] применяются ELV по пыли в 50 мг/Нм^3 для угольных ТРП, установленных в период 2004-2016 годов, и в 30 мг/Нм^3 для ТРП всех размеров, установленных в 2017 году или позже, при 6% O_2 .

Вышеуказанные уровни выбросов могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации следующих методов [2][3]: электростатический осадитель (ESP), рукавный фильтр, впрыск сорбента в котел, сухой, полусухой или мокрый FGD при наличии методов снижения выбросов SO_2 .

Эффективность систем пылеудаления может быть увеличена. При использовании электрофильтров эффективность очистки может быть увеличена в зависимости от количества полей (4 - 5 полей электрофильтров), времени пребывания (размера). При использовании рукавных фильтров для повышения эффективности используются такие параметры, как размер, время пребывания, керамические или металлические фильтры.

В одной из публикаций сообщается, что средняя концентрация ТЧ, достигнутая для всей мощности китайских угольных ТРП, составила $5,7 \text{ мг/Нм}^3$ в декабре 2017 года (см. Рисунок 6) после введения программы сверхнизких стандартов выбросов [51]. Закрытие старых и малых ТРП для строительства новых и более крупных позволило бороться с выбросами ТЧ с помощью таких методов контроля загрязнения, как очень эффективные электрофильтры или рукавные фильтры. Большая часть ТРП уже была оснащена техникой удаления ТЧ, но эффективность этих технологий была глобально повышена, и в 2017 году 66 % угольных мощностей работали с электрофильтрами, 9 % с рукавными фильтрами и 25% с комбинацией обеих технологий [51]. Замена технологий на более эффективные позволила снизить месячный коэффициент выбросов китайских ПП более чем на 83 % в период с 2014 по 2017 год [51].

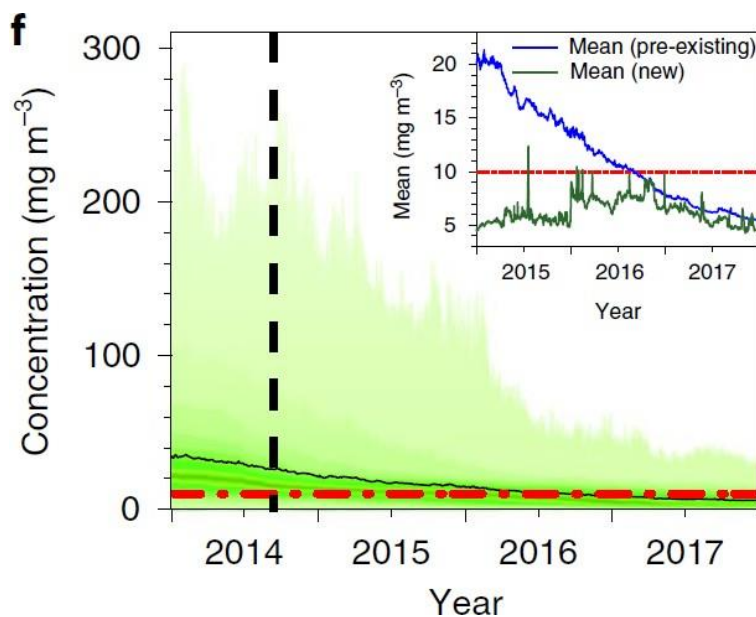


Рисунок 6: Динамика средней концентрации ТЧ на всей мощности китайских угольных электростанций в период с 2014 по 2017 год [51]

Несколько справочных примеров от производителей технологий удаления пыли для угольных котлов показывают, что уровни выбросов, аналогичные или ниже BAT AEL, вполне достижимы:

- Система сухого FGD LAB/CNIM, включающая рукавный фильтр, позволяет снизить концентрацию пыли с 200 до 10 мг/Нм³ для угольного котла мощностью 134 МВт компании Solvay Tavaux (Франция) [52];
- Внедрение технологии SOLVAir DSI для пылеугольного котла мощностью 229 МВт в Чехии позволяет достичь концентрации 15-17 мг/Нм³ [53]; для промышленного угольного котла завода кальцинированной соды Solvay (Испания) технология DSI с рукавным фильтром позволила снизить концентрацию пыли в отходящих газах с 70 до менее 5 мг/Нм³ [53].

В рамках разработки СНДТ LCP [2] было проведено сравнение с заводами ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки заключений НДТ [3], предложение потенциальных обновлений текущих ELV, выраженных в среднесуточных значениях при 6% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 87: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для пыли от сжигания твердого топлива угольного типа, выраженное как среднесуточные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, а также соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	ELV потенциальной пыли - ежедневно (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 6% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	4-16	4-22 ¹	3-10	3-20	1	1
100-300 МВт	3-15	4-22 ²	2-10	3-18	1	1
> 300 МВт	3-10	3-11 ³	2-7	2-10	2	1

¹: 4-28 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

²: 4-25 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

³: при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г., 3-20 мг/Нм³, если от 300 до 1000 МВт, и 3-14 мг/Нм³, если > 1000 МВт.

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе среднедневных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

6.1.2. Твердая биомасса и торф:

Для установок, сжигающих твердую биомассу или торф, предельные значения выбросов пыли из (A)GP [1] в зависимости от состояния установки (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 6% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 88: Предельные значения выбросов пыли для твердой биомассы или торфа от (A)GP, выраженные как среднемесячные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от мощности теплового ввода

Тепловая потребляемая мощность	Пыль ELV (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	20	30
100-300 МВт	20	20
Более 300 МВт	20	20

В европейских выводах НДТ для LCP [3], НДТ для пыли, сжигающей твердую биомассу или торф, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂, приведены ниже:

Таблица 89: BAT AEL пыли для твердой биомассы или торфа из Заключений НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 6% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от мощности теплового ввода [3].

Тепловая потребляемая мощность	BAT AEL пыли для биомассы или торфа (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	2-10	2-22
100-300 МВт	2-10	2-18
Более 300 МВт	2-10	2-16

В большинстве рассмотренных зарубежных нормативных документов твердая биомасса не рассматривается как собственная. Поэтому можно предположить, что твердая биомасса включена в категорию твердого топлива, и можно считать ELV, приведенный в главе 6.1.1.

Для достижения установленных уровней выбросов могут применяться те же методы восстановления, что и для твердого топлива угольного типа [2][3], и их потенциальная применимость также составляет почти 100%, за исключением условий, приведенных в главе 6.1.1.

Эффективность систем пылеудаления может быть увеличена. При использовании электрофильтра эффективность очистки может быть увеличена в зависимости от количества полей (4–5 полей электрофильтра, времени пребывания (размера)). При использовании рукавных фильтров для повышения эффективности используются такие параметры, как размер, время пребывания, керамические или металлические фильтры.

В литературе ничего не найдено о последних внедрениях технологий удаления ТЧ на биомассе LCP и достигнутых относительных концентрациях выхлопных газов.

В рамках разработки СНДТ LCP[2] было проведено сравнение с заводами ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки Заключений по НДТ, предложение по потенциальному обновлению ELV, выраженное как среднесуточное

значение при 6% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 90: Предложение потенциальных обновлений в ELV для выбросов пыли при сжигании твердой биомассы и торфа, выраженных в виде среднесуточных значений при 6% O₂ в мг/Нм³, а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	ELV потенциальной пыли - ежедневно (в мг/Нм ³ при 6% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 6% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	2-10	2-22	2-7	2-18	1	1
100-300 МВт	2-10	2-18	2-7	2-15	1	1
> 300 МВт	2-10	2-16	2-7	2-13	1	1

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе среднедневных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

6.1.3. Жидкое топливо

Для установок, сжигающих жидкое топливо, ELV для пыли из (A)GP [1] в зависимости от статуса установки (новая или существующая) и диапазона номинальной тепловой мощности, выраженные при 3% O₂ и как среднемесячные значения, приведены ниже:

Таблица 91: Предельные значения выбросов пыли для жидкого топлива, согласно (A)GP [1], выраженные как среднемесячные значения при 3% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности.

Тепловая потребляемая мощность	ELV пыли (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	20	30
100-300 МВт	20	25
Более 300 МВт	10	20

В Европейских выводах НДТ для LCP [3], НДТ по пыли для LCP, сжигающих жидкое топливо, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂, приведены ниже:

Таблица 92: Ват АЕЛ пыли для жидкого топлива из Заключения НДТ LCP, выраженные как среднесуточные значения при 3% O₂ в мг/Нм³, в зависимости от тепловой мощности [3].

Тепловая потребляемая мощность	Ват АЕЛ пыли для жидкого топлива (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
50-100 МВт	7-18	7-22 ¹
100-300 МВт	7-18	7-22 ¹
Более 300 МВт	7-10	7-11 ²

¹: 7-25 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

²: 7-15 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

Кроме того, согласно выводам НДТ по переработке нефти [31], НДТ по ТЧ для многотопливных установок сжигания на НПЗ составляет 5-50 мг/Нм³, как среднесуточное значение при 3% O₂, верхнее значение соответствует высокой доле сжигания нефти при использовании только первичной техники.

В нормативных документах США [32] пересчитанные ELV пыли для LCP > 73 МВт, сжигающих жидкое топливо, составляют от 14 до 22 мг/Нм³ при 3% O₂, в зависимости от даты строительства или модификации установки.

Согласно китайским нормам [33], ELV пыли для всех ТРП, сжигающих жидкое топливо, составляет 30 мг/Нм³ для новых и существующих объектов при 3% O₂, за исключением ключевых регионов, где он установлен на уровне 20 мг/Нм³ как для существующих, так и для новых заводов [33].

Вышеуказанные уровни выбросов могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации следующих методов [2][3]: электростатического осадителя (ESP), рукавного фильтра, мультициклонов, сухого, полусухого или мокрого FGD, когда они связаны с выбросами SO₂. Потенциальная применимость этих методов составляет почти 100%. Применение мокрого FGD для установок работающие менее 500 часов в год, невозможны, в то время как их применение для модернизации или для установок мощностью менее 300 МВт может иметь некоторые технические и экономические ограничения.

Эффективность систем пылеудаления может быть увеличена. При использовании электрофильтра эффективность очистки может быть увеличена в зависимости от количества полей (4 - 5 полей электрофильтра, времени пребывания (размера)). При использовании рукавных фильтров для повышения эффективности используются такие параметры, как размер, время пребывания, керамические или металлические фильтры.

В проведенном обзоре литературы не было найдено ни одного справочного примера достигнутых концентраций для технологии удаления ТЧ из жидких топлив в LCP. Для легких и средних дистиллятных масел это не так удивительно, поскольку их зольность довольно низкая, и поэтому выбросы ТЧ не вызывают особого беспокойства.

В рамках разработки СНДТ LCP [2] было проведено сравнение с заводами ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Поэтому, основываясь на оценке, проведенной в ЕС для разработки Заключения по НДТ, предложение по потенциальному обновлению ELV, выраженное как среднесуточное значение при 3% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 93: Предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при сжигании жидкого топлива, выраженные в виде среднесуточных значений при 3% O₂ в мг/Нм³, а также соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	ELV потенциальной пыли - ежедневно (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 3% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
50-100 МВт	7-18	7-22 ¹	4-14	4-21	1	1
100-300 МВт	7-18	7-22 ¹	4-14	4-21	1	1
> 300 МВт	7-10	7-11 ²	4-7	4-10	2	1

¹: 7-25 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

²: 7-15 мг/Нм³ при вводе в эксплуатацию не позднее января 2014 г.

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе средневзвешенных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

Для многотопливного сжигания топлива на нефтеперерабатывающих заводах ВАТ АЕЛ 5-50 мг/Нм³ как среднемесячное значение при 3% O₂ можно рассматривать как обновленный ELV для «остатков дистилляции и конверсии сырой нефти на нефтеперерабатывающих заводах и химических установках» из (A)GP [1], который был установлен на уровне 50 мг/Нм³. Индекс обновления для этого ELV оценивается в 2.

6.1.1. Газообразное топливо:

Для установок сжигания с номинальной тепловой мощностью более 50 МВт, работающих на газообразном топливе, ELV для пыли из (A)GP [1] приведены ниже:

Таблица 94: Предельные значения выбросов пыли для газообразного топлива в (A)GP (в мг/Нм³ при 3% O₂) [1].

Тип топлива	Предельные значения выбросов пыли в (A)GP (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)	
	Новый завод	Существующий завод
Природный газ	5	5
Газ в сталелитейной промышленности	30	30
Другие газы	10	10

В Европейских выводах НДТ для LCP [3] не приводится НДТ для пыли природного газа. Для технологических газов черной металлургии (коксовый или доменный газ), сжигаемых на LCP > 50 МВт, НДТ составляет 2-10 мг/Нм³ для новых и существующих установок, как среднесуточное значение при 3% O₂ [3].

Для технологических газов химической промышленности НДТ по пыли составляет 2-10 мг/Нм³ для новых предприятий [3]. Для существующих установок НДТ по пыли составляет 2-22 мг/Нм³ при мощности < 300 МВт и 2-11 мг/Нм³ при мощности > 300 МВт.

Согласно китайским нормам [33], ELV пыли для TPP, сжигающих природный газ, составляет 5 мг/Нм³ для новых и существующих объектов при 3% O₂.

Для технологических газов черной металлургии уровни выбросов могут быть соблюдены путем применения одного или комбинации выбора вспомогательного топлива, электрофильтра, рукавного фильтра или предварительной обработки дымовых газов [2][3]. Электрофильтр или рукавный фильтр применимы только в том случае, если вместе с технологическими газами металлургического производства используется большое количество вспомогательного топлива с высоким содержанием золы [3]. Эффективность систем пылеудаления может быть увеличена. При использовании электрофильтров эффективность очистки может быть увеличена в зависимости от количества полей (4 - 5 полей электрофильтров), времени пребывания (размера). В рукавных фильтрах для повышения эффективности используются такие параметры, как размер, время пребывания, керамические или металлические фильтры.

Для технологических газов химической промышленности для достижения BAT AEL могут использоваться электрофильтр, рукавный фильтр, сухой или мокрый FGD или их комбинация [2][3]. Применение мокрого FGD для установок, работающих менее 500 часов в год, невозможно, в то время как его использование для модернизации или для установок мощностью менее 300 МВт может иметь некоторые технические и экономические ограничения.

В проведенном обзоре литературы не было найдено ни одного примера технологии удаления ТЧ для газообразного топлива, поскольку уровень выбросов при его использовании обычно относительно низок.

В рамках разработки СНДТ LCP [2] было проведено сравнение с заводами ЕС, и предложенные НДТ соответствуют наблюдаемым уровням выбросов.

Короче говоря, ELV пыли для природного газа в текущей версии (A)GP, похоже, не требуют обновления (т.е. индексы обновления равны **3** для этих видов топлива).

Для других газообразных видов топлива, на основе оценки, проведенной в ЕС для разработки Заключения по НДТ, предложение по потенциальному обновлению ELV, выраженное как среднесуточное значение при 3% O₂, выглядит следующим образом:

Таблица 95: Предложение потенциальных обновлений в ELV для пыли от сжигания газообразного топлива, выраженных в виде среднесуточных значений при 3% O₂ в мг/Нм³, а также расчетные соответствующие среднемесячные значения и индексы обновления

Тепловая потребляемая мощность	ELV потенциальной пыли (в мг/Нм ³ при 3% O ₂)		Эквивалентные среднемесячные значения (мг/Нм ³ 3% O ₂)		Индекс обновления	
	Новый	Существующий	Новый	Существующий	Новый	Существующий
Природный газ	5*		Уже как среднемесячное значение		3	3
Железный и стальной газ	2-10		2-8		1	1
Химический технологический газ	2-10	2-10**	2-7	2-18 если < 300 2-10, если > 300	2	2

*: ELV выражается как среднемесячное значение

** : мы сохраняем ELV из (A)GP для «других газов», который составляет 10 мг/Нм³ в качестве верхнего значения диапазона.

Оценка эквивалентных среднемесячных показателей на основе среднедневных и среднегодовых значений основана на [35] и объясняется в конце главы 3.1.1.

6.2. Предельные значения для выбросов пыли, образующейся на заводах по переработке нефти и газа

На нефтеперерабатывающих заводах выбросы пыли особенно часто происходят во время жидкостного каталитического крекинга (FCC). FCC - это процесс переработки тяжелых углеводородов, в котором используется тепло и катализатор для расщепления крупных молекул углеводородов на более легкие молекулы. Согласно документу СНДТ ЕС [37], электрофильтры в сочетании с многоступенчатыми циклонными сепараторами и центробежными промывателями с керамическими или металлическими фильтрами третьей ступени являются наиболее эффективным методом снижения выбросов ТЧ:

- Электростатические осадители работают таким образом, что частицы заряжаются и отделяются под воздействием электрического поля. Электростатические осадители могут работать в широком диапазоне условий. Эффективность очистки может зависеть от количества полей, времени пребывания (размера), свойств катализатора и предшествующих устройств для удаления частиц. На установках FCC обычно используются трехпольные и четырехпольные электрофильтры. Электрофильтры могут использоваться в сухом режиме или с впрыском аммиака для улучшения сбора частиц.
- Обычная конфигурация циклонических устройств сбора состоит из одного сосуда, содержащего множество обычных циклонов или усовершенствованную технологию вихревых труб. Для FCC производительность в основном зависит от концентрации частиц и распределения размеров катализаторной мелочи ниже по

течению от внутренних циклонов регенератора.

- Центробежные мойки сочетают в себе принцип циклона и интенсивный контакт с водой.

Например, в промывателе Вентури. Это предполагает отделение пыли путем интенсивного смешивания поступающего газа с водой, обычно в сочетании с удалением крупных частиц с помощью центробежной силы. Удаленная пыль собирается в нижней части скруббера. Также могут быть удалены такие вещества, как SO₂, NH₃, некоторые летучие органические соединения и тяжелые металлы. Продувочные фильтры третьей ступени представляют собой керамические или спеченные металлические фильтры с обратным потоком, в которых после удержания на поверхности в виде кока твердые частицы вытесняются путем инициирования обратного потока. Вытесненные твердые частицы затем удаляются из системы фильтрации.

Предложения по потенциально обновленным ELV в соответствии с выводами НДТ [31] приведены в таблице 96. Предлагаются следующие индексы обновления: 1:

Таблица 96. Таблица 2, приложение X, предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов пыли из регенераторов FCC на предприятиях по переработке нефти и газа

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
84	Таблица 2: Предельные значения для выбросов пыли с нефте- и газоперерабатывающих заводов ELV для пыли (мг/м ³) с регенераторов FCC 50 мг/м ³	Индекс обновления 1 Имеются модернизированные методы борьбы с загрязнением окружающей среды, особенно для новых заводов возможно снижение	Это электростатические осадители (ESP), многоступенчатые циклоны-сепараторы, центробежные промыватели (venture washers, wet CKBubbing), продувочный фильтр третьей ступени (керамика или спеченный металл). фильтры)	Почти 100 % для электрофильтров и многоступенчатых циклонных сепараторов, некоторые ограничения существуют для мокрых скрубберов	10-25 мг/м³ как среднеемесячное значение для новых заводов, 10-50 мг/м³ для существующих заводов, в соответствии с выводами НДТ ЕС [31].

6.3. Предельные значения для выбросов пыли при производстве цементного клинкера и извести

Поскольку НДТ для снижения выбросов пыли при производстве цементного клинкера аналогичны НДТ для производства извести и оба процесса включены в один и тот же документ СНДТ [39], оба процесса рассматриваются здесь совместно. НДТ для снижения выбросов пыли - это классические тканевые рукавные фильтры или электрофильтры. Тканевые фильтры обычно снижают выбросы до менее чем 10 мг/м³, но современные электрофильтры, как сообщается, также позволяют достичь выбросов 10 мг/м³. Как показано в Таблице 97, существует небольшой потенциал для снижения ELV. Предлагаемые обновления предельных значений приведены на сайте в Таблице 97, а предлагаемые индексы обновления равны 2:

Таблица 97: Таблицы 3 и 4, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при производстве цементного клинкера и извести

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
85	Таблица 3: Предельные значения для выбросов ТЧ от производства цементного клинкера Общие (существующие и новые заводы): 20 мг/м³ при 10 % O₂	Индекс обновления 2 ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона существующих методов борьбы с выбросами	К таким методам относятся электростатические фильтры (ESP), тканевые фильтры, гибридные фильтры.	100% применимость для всех типов печей	10-20 мг/м³ в среднем за день [40] при использовании тканевых фильтров или новых/модернизированных электрофильтров достигается более низкий диапазон (10 мг/м ³) ³
85	Таблица 4: Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве извести Общие (существующие и новые заводы): 20 мг/м³	Индекс обновления 2 ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона существующих методов борьбы с выбросами	К таким методам относятся электростатические фильтры (ESP), тканевые фильтры, гибридные фильтры.	100% применимо	10-20 мг/м³ в среднем за день [40] при использовании тканевых фильтров или новых/модернизированных электрофильтров достигается более низкий диапазон (10 мг/м ³) ³

6.4. Предельные значения для выбросов пыли при производстве чугуна и стали

На различных этапах производства чугуна и стали применяются типичные методы борьбы с пылью, включающие как сухое (например, электрофильтр или рукавный фильтр), так и мокрое обеспыливание (например, мокрый электрофильтр или скруббер) [42]. Применяемые технологии зависят от этапа обработки и связанных с ним выбросов. Предложения по обновлению предельных значений выглядят следующим образом (Таблица 98). Они характеризуются индексом обновления 1, 2 или 3:

В Таблице 98 приведены методы борьбы с загрязнением окружающей среды и соответствующие уровни выбросов для соответствующего этапа производства стали и чугуна. В частности, в случае выбросов аглофабрики корректировка ELV в Приложении X Гётеборгского протокола представляется разумной.

Предложения по обновлению предельных значений выглядят следующим образом (Таблица 98). Они характеризуются индексом обновления 1, 2 или 3:

Таблица 98: Таблица 5, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV пыли с предприятий по производству железа и стали

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
85	Таблица 5: Предельные значения для выбросов пыли при первичном производстве чугуна и стали Агломерационная фабрика: 50 мг/м³	Индекс обновления 1 Возможна регулировка ELV	К таким методам относятся электростатические осадители (ESP), тканевые фильтры, гибридные фильтры [42][43].	Почти 100 %	10-15 мг/м³ при использовании рукавного фильтра, с ЭСП 20-40 мг/м³ , измеренной как среднесуточное значение [43].
	Завод по производству гранул: 20 мг/м³ для дробления и измельчения, 15 мг/м³ для остального.	Индекс обновления 3 ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона существующих методов борьбы с выбросами	К таким методам относятся электростатические осадители (ESP), тканевые фильтры,	Почти 100 %	20 мг/м³ для дробления, 10-15 мг/м³ для остальных. (в среднем за день) [43]

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
			гибридные фильтры [42][43].		
	Доменная печь: горячие печи (>2,5 т/час) 10 мг/м³	Индекс обновления 3	Сухое обеспыливание (ESP или фильтры) [42][43]	Почти 100 %	< 20 мг/м³ в соответствии с СНДТ ЕС. выводы (в среднем за день) [43]
	Основной кислород сталелитейное производство и литье (>2,5 т/час) 30 мг/м³	Индекс обновления 2 ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона существующих методов борьбы с выбросами	Сухое обеспыливание (электрофильтры или фильтры), мокрое обеспыливание (мокрые электрофильтры или скрубберы) [42][43]	Почти 100 %	10-30 мг/м³ в соответствии с СНДТ ЕС. выводы (в среднем за день) [43]
	Электросталеплавильное и литейное производство (>2,5 т/час) 15 мг/м³ для существующих, 5 мг/м³ для новых	Индекс обновления 2 Возможна корректировка ELV для существующих установок	Система прямого отвода газов и вытяжка / система конур [42][43]	Почти 100 %, корректировка для существующих заводов может быть затруднена	5 мг/м³ (среднесуточное значение) для новых и существующих заводов [43]

6.5. Предельные значения для выбросов пыли из чугунолитейных цехов

НДТ для борьбы с выбросами пыли - это классические рукавные фильтры, электрофильтры или даже системы мокрой очистки. Мокрая очистка подразумевает отделение пыли путем интенсивного смешивания поступающего газа с водой, обычно в сочетании с удалением крупных частиц с помощью центробежной силы [42]. Удаленная пыль собирается в нижней части скруббера. В случае использования электрофильтра отмечают более высокие значения выбросов по сравнению с рукавным фильтром или системой мокрой очистки.

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются как индекс обновления 2:

Таблица 99: Таблица 6, приложение X, предложение о потенциальных обновлениях ELV пыли из чугунолитейных цехов

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
85	<p>Таблица 6: Предельные значения для выбросов ТЧ, выбрасываемых чугунолитейными заводами</p> <p>Чугунолитейные заводы (>20 т/день): 20 мг/м³ Для всех печей (купольных, индукционных, ротационных) и всех форм (потерянных), постоянный)</p>	<p>Индекс обновления 2</p> <p>ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона существующих методов борьбы с выбросами</p>	<p>Эти методы включают электростатические осадители (ESP), тканевые фильтры или мокрую очистку [42][43].</p>	Почти 100 %.	<p>От 5 до 20 мг/м³ с рукавными фильтрами или системами мокрой очистки, измеренное как среднесуточное значение [43]</p>
	<p>Горячая и холодная прокатка 20 мг/м³, 50 в случае невозможности применения рукавных фильтров</p>	<p>Индекс обновления 2</p> <p>ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона текущих мер по снижению выбросов технические выбросы</p>	<p>В качестве методов используются электростатические осадители (ESP) или тканевые фильтры [42][43].</p>	Почти 100 %	<p>От 5 до 20 мг/м³ с рукавными фильтрами, >40 мг/м³ с электрофильтрами и (в среднем за день) [43]</p>

6.6. Предельные значения для выбросов пыли при производстве цветных металлов

В Приложении X (Таблица 7) Гётеборгского протокола приводится только один общий ELV для всего производства цветных металлов. Несмотря на то, что методы борьбы с выбросами пыли относительно схожи и включают рукавные фильтры, электрофильтры или мокрые скрубберы, процессы и этапы обработки при первичном и вторичном производстве металлов различны для каждого металла, а значит, и методы борьбы с выбросами и ELV. Поэтому не представляется разумным сравнивать ELV в 20 мг/м³ с существующими в литературе значениями текущих НДТ. В 2017 году Европейский объединенный исследовательский центр (JRC) выпустил документ СНДТ для цветных металлов [45]. Сравнение уровней выбросов с европейскими заключениями НДТ показало, что документ СНДТ является актуальным и содержит обширную информацию о соответствующих технологиях борьбы с загрязнением. Это также было подтверждено сотрудниками промышленных предприятий и экспертами из природоохранных агентств в ходе предыдущих мероприятий ЦГ ТЭВ, касающихся выбросов в атмосферу при производстве алюминия. Поэтому можно было бы предоставить дифференцированные ELV для различных этапов обработки соответствующих цветных металлов (меди, алюминия, никеля, свинца и т.д.), сопоставимые с более подробными ELV для производства железа и стали, приведенными в Предложения по обновлению предельных значений выглядят следующим образом: Таблица 98. Они характеризуются индексом обновления 1, 2 или 3: Таблица 98.

Предложения по обновлению предельных значений приведены ниже. Они характеризуются индексом обновления 1:

Таблица 100: Таблица 7, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при производстве цветных металлов

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
85	Таблица 7: Пределные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве и обработке цветных металлов ELV для пыли (мг/м ³): 20 мг/м³	Индекс обновления 1 Обновление с более подробной информацией об основных металлах, таких как алюминий, медь, никель, свинец и т.д. необходимо	К таким методам относятся электростатические фильтры (ESP), тканевые фильтры, гибридные фильтры, частично мокрые скрубберы для некоторых печей [15]. Очень подробная информация доступна в документах СНДТ ЕС	Почти 100 %	В целом, ELV не пригоден, необходима более высокая дифференциация, см. производство железа и стали

6.7. Пределные значения для выбросов пыли при производстве стекла

Помимо первичных мер, касающихся обработки и свойств исходного сырья, НДТ по снижению выбросов пыли при производстве стекла представляют собой классические рукавные фильтры или электрофильтры. Как показано в таблице 101, значения выбросов в Приложении X Гетеборгского протокола находятся в диапазоне уровней выбросов, указанных в европейском документе СНДТ и заключениях НДТ [46][47], за исключением существующих заводов.

Предложения по обновлению предельных значений приведены в таблице 101. Они характеризуются как обновление с индексом 1 или 2:

Таблица 101: Таблица 8, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли при производстве стекла

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
86	Таблица 8: Пределные значения для выбросов пыли при производстве стекла ELV для пыли (мг/м ³) для новых установок: 20 мг/м³	Индекс обновления 2 ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона существующих методов борьбы с выбросами	Помимо первичных мер (модификация сырья), используются такие методы, как электростатические осадители (ESP) и тканевые фильтры [46]	Почти 100 %. Возможны некоторые ограничения, если первичные меры не позволяют достичь концентраций ниже 1000 мг/м ³ .	10-20 мг/м³ с рукавными фильтрами (в среднем за день) [47]
	ELV для пыли (мг/м ³) для существующих установок: 30 мг/м³	Индекс обновления 1 Возможно обновление в соответствии с контрольными значениями в выводах НДТ ЕС	К таким методам относятся электростатические осадители (ESP) и тканевые фильтры [[46]	Почти 100 %	10-20 мг/м³ с рукавными фильтрами (в среднем за день) [[47]

6.8. Предельные значения для выбросов пыли при производстве целлюлозы

Отделение пыли при производстве целлюлозы происходит в электрофилт্রে или многоступенчатом циклоне. Сульфитный процесс позволяет получать древесную массу, состоящую практически из чистых целлюлозных волокон, путем обработки древесной щепы растворами сульфитных и бисульфитных ионов. Существуют различные варианты этого процесса в зависимости от используемой сульфитной соли (в основном магнезия или аммония).

В процессе сульфита магнезия пыль, удерживаемая в электрофилт্রে, состоит в основном из MgO, а также, в незначительной степени, из соединений K, Na или Ca. Регенерированная зола MgO суспендируется в воде и очищается путем промывки и взбалтывания с образованием Mg(OH)₂, который затем используется в качестве щелочного раствора для очистки в многоступенчатых скрубберах для извлечения серного компонента кулинарных химикатов.

При производстве сульфита аммония аммиачное основание (NH₃) не регенерируется, так как в процессе сжигания оно разлагается на азот. После удаления пыли дымовые газы охлаждаются, проходя через охлаждающий скруббер, работающий с водой, и затем поступает в трех- или более ступенчатый скруббер дымовых газов, где выбросы SO₂ очищаются щелочным раствором Mg(OH)₂ в случае процесса сульфита магнезия и 100% свежим раствором NH₃ в случае процесса сульфита аммония [48].

Предложения по потенциально обновленным ELV, достижимым с помощью этих методов борьбы с загрязнением, обобщены в Таблице 102. В частности, в котлах-утилизаторах и печах для обжига известки корректировка ELV из Приложения X Гетеборгского протокола представляется реалистичной. Предложения характеризуются как индекс обновления 1 или 2:

Таблица 102: Таблица 9, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли, образующихся при производстве целлюлозы

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
86	Таблица 9: Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве целлюлозы Вспомогательный котел ELV для пыли (мг/м ³): 40 мг/м³ при сжигании жидкого топлива (при 3% содержании кислорода) 30 мг/м³ при сжигании твердого топлива (при 6% содержание кислорода)	Индекс обновления 2 ELV ГП находится на верхнем уровне диапазона существующих методов борьбы с выбросами	Эти методы включают в себя электростатические осадители (ЭСО) [48] или комбинацию ЭСО и мокрого скруббера	Почти 100 %, возможны некоторые ограничения для мокрых скрубберов	20-40 мг/м³ в среднем за год [49]
	Котел-утилизатор и печь для обжига известки: 50 мг/м³	Индекс обновления 1 Разделение котла и печи для обжига известки возможно	В качестве методов используются электростатические осадители (ESP) или мокрые щелочные скрубберы [48].	Почти 100 %, возможны некоторые ограничения для мокрых скрубберов	10-20 мг/м³ для котлов-утилизаторов и 10-30 мг/м³ для печи для обжига известки. (в среднем за год) [49]

6.9. Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при сжигании отходов

Очистка дымовых газов при сжигании отходов представляет собой сложный многоступенчатый процесс, включающий различные процессы фильтрации и очистки для удаления SO₂, NO_x, HF, HCl и других загрязняющих веществ. Обычно перед другими видами обработки дымовых газов проводится стадия предварительного обеспыливания. Эта предварительная очистка может включать:

- циклоны и мультициклоны (как правило, в сочетании с другими компонентами FGC для эффективного улавливания более мелких фракций пыли);
- электростатические фильтры (ESP);
- Рукавные фильтры (BF).

Затем проводится полировка дымовых газов для эффективного снижения выбросов ТЧ. В зависимости от местных условий и специфики процесса это может включать следующие методы:

- рукавные фильтры;
- мокрые электрофильтры;
- электродинамические скрубберы Вентури;
- модули аглофильтрации;
- Ионизирующие мокрые скрубберы.

Предложения по обновлению ELV перечислены в Таблице 103. Как показано здесь, особенно при последующем использовании мокрых скрубберов и рукавных фильтров для очистки дымовых газов, существует потенциал для обновления ELV для ТЧ, перечисленные в таблице 10 Приложения X Гётеборгского протокола. Предлагается индекс обновления, равный 2.

Таблица 103: Таблица 10, приложение X, предложение по потенциальным обновлениям ELV для выбросов пыли, выбрасываемых установками по сжиганию отходов

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
86	Таблица 10: Предельные значения для выбросов пыли, образующейся при сжигании отходов Мусоросжигательные заводы (> 3 Мг/час): 10 мг/м³	Индекс обновления 2 ELV ГП находится в диапазоне текущих методов борьбы с выбросами	К таким методам относятся (мокрые) электростатические фильтры (ESP), тканевые рукавные фильтры, циклоны и мультициклоны для предварительного обеспыливания, а также мокрые скрубберы (в основном для SO ₂ , HCl и HF) [50].	Почти 100 %	5 мг/м³ с рукавными фильтрами и мокрым скруббером 5-20 мг/м³ с мокрым электрофильтром и мультициклонными системами (в среднем за день) [50]
	Сжигание опасных и медицинских отходов (> 1 Мг/час): 10 мг/м³ при содержании кислорода 11 % в сухой основе	Индекс обновления 2 ELV ГП находится в диапазоне текущих методов борьбы с выбросами	Эти методы включают в себя (мокрые) электростатические фильтры (ESP), тканевые рукавные фильтры, циклоны и мультициклоны для предварительного обеспыливания, а также мокрые скрубберы [50]	Почти 100 %	5 мг/м³ с рукавными фильтрами и мокрыми скрубберами 5-20 мг/м³ с мокрым электрофильтром и мультициклонными системами (в среднем за день) [50]

6.10. Пределные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве диоксида титана

Пыль является основной проблемой при подготовке сырья для производства диоксида титана, в то время как на этапе сбраживания и последующих этапах обработки используются мокрые кислотные и каустические скрубберы, как описано в разделе выше, чтобы избежать выбросов SO₂ или хлора. При этом из отходящих газов также удаляются ТЧ, поэтому основным источником выбросов пыли является первичная обработка сырья. Лучшим методом снижения выбросов пыли при обработке, сушке и измельчении руды является использование рукавных фильтров высокой степени очистки с соответствующим материалом фильтровальной ткани и регулярное техническое обслуживание для контроля потерь пыли. Согласно документу СНДТ ЕС [38], достижимые уровни выбросов как для сульфатного, так и для хлоридного процессов ниже текущих ELV в Таблице 11 Приложения X Гётеборгского протокола. Следовательно, существует потенциал для корректировки ELV. Предложения по обновлению ELV характеризуются как индекс обновления 1:

Таблица 104: Таблица 11, приложение X, предложение о потенциальных обновлениях ELV для выбросов пыли, образующихся при производстве диоксида титана

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
86	<p>Таблица 11: Пределные значения для выбросов пыли, образующейся при производстве диоксида титана</p> <p>Сульфатный процесс, общие выбросы ТЧ: 50 мг/м³ Хлоридный процесс, общий выброс: 50 мг/м³</p>	<p>Индекс обновления 1</p> <p>Возможно обновление в соответствии с уровнями выбросов, связанных с НДТ, из документов СНДТ ЕС</p> <p>Индекс обновления 1</p> <p>Возможно обновление в соответствии с уровнями выбросов, связанных с НДТ, из документов СНДТ ЕС</p>	<p>В качестве методов используются высокопрочные тканевые рукавные фильтры с соответствующей фильтровальной тканью [38].</p> <p>В качестве методов используются высокопрочные тканевые рукавные фильтры с соответствующей фильтровальной тканью [38].</p>	Почти 100 %.	<p>5-20 мг/м³ в среднем за день, или 0,004-0,45 кг/т TiO₂ [38] <20 мг/м³ в среднем за день, или 0,1-0,2 кг/т TiO₂ [38]</p>

6.11. Пределные значения пыли для бытовых установок сжигания с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт

6.11.1. Контекст

Сжигание биомассы и ископаемого твердого топлива в быту является источником больших выбросов ТЧ_{2,5}, включая ЧУ и ПАУ, в регионе ЕЭК ООН. Согласно оценке ЕЭК ООН «Приоритетное сокращение выбросов твердых частиц из источников, которые также являются значительными источниками черного углерода - анализ и руководство» от 2021 года [21], меры по сокращению выбросов ТЧ_{2,5} от бытового сжигания древесины в котлах и печах должны быть приоритетными, чтобы также достичь сокращения выбросов ЧУ. Такой вывод был сделан в любом из трех регионов² ЕЭК ООН, охваченных оценкой.

² Три оцениваемых региона. Первый регион состоит из Беларуси, Республики Молдова, Российской Федерации (только европейская часть) и Украины - четырех стран Восточной Европы, доступных для анализа с помощью европейской онлайн-версии модели GAINS. Второй регион состоит из Албании, Боснии и Герцеговины, Черногории, Северной Македонии, Сербии и Турции, а также Косово. Третий регион состоит из государств-членов Европейского союза, а также Норвегии, Швейцарии и Соединенного Королевства, Великобритании и Северной Ирландии

В рамках Воздушной конвенции ЕЭК ООН был разработан и принят в 2019 году «Кодекс надлежащей практики, касающийся сжигания древесного топлива и малых установок для сжигания» [23]. Этот документ отвечает потребностям в информировании широкой общественности о влиянии сжигания древесины на загрязнение воздуха и здоровье человека, а также о том, как конечные пользователи могут внести свой вклад в сокращение выбросов ТЧ, которые имеют множество источников. В документе рассматриваются следующие основные темы:

- a) Доступные передовые практики для домашнего дровяного отопления с целью минимизации выбросов и повышения эффективности, сокращения расходов за счет уменьшения использования древесины и потребностей в хранении и использовании древесины, а также снижения негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека;
- b) Лучшие нагревательные приборы, представленные на рынке;
- c) Правильное происхождение и характеристики древесной биомассы с акцентом на необходимость сжигания сухой, чистой древесины и, таким образом, избежание использования композитной, обработанной и/или загрязненной древесины.

Целью данной главы является оценка ELV, предложенных для бытовых установок, сжигающих твердое топливо, с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт, согласно таблице 12 приложения X к Гётеборгскому протоколу, которые могут быть обновлены в связи с технологическим прогрессом, достигнутым в этом типе установок, в течение 12 лет после принятия (A)GP.

В этой главе рассматривается возможная эволюция стандартов и возможное внедрение ELV для бытовой техники.

6.11.2. Методы измерения выбросов ТЧ и ЧУ и процедуры испытаний

Сложный вопрос для обсуждения выбросов ТЧ и возможных новых ELV для бытовых отопительных приборов, использующих твердую биомассу или твердое ископаемое топливо, связан с определением ТЧ и методами его измерения. Этот вопрос уже рассматривался в рамках Конвенции по воздуху, особенно в отчете по оценке: «Как следует включать конденсирующиеся вещества в кадастры выбросов ТЧ, представляемые в ЕМЕП/КТЗВБР?», группы экспертов по конденсирующимся органическим веществам, организованной MSC-W в 2020 году [25], и этот вопрос продолжает обсуждаться в рамках ЕМЕП, признавая важность конденсирующихся веществ. Хотя очевидно, что конденсирующиеся ТЧ должны быть включены в модели для лучшего отражения концентрации ТЧ и лучшей оценки воздействия на здоровье реальных концентраций ТЧ в окружающей среде, в настоящее время кадастры выбросов ТЧ по-прежнему представляют собой смесь различных ТЧ, как показано ниже.

Первичные твердые частицы (PPM), также называемые общими твердыми частицами (TRM), представляют собой сумму фильтруемых твердых частиц (FPM) или твердых частиц и конденсируемых твердых частиц (CPM) [25]. Фракция FPM включает сажу/черный углерод (ЧУ), золу, нелетучие (фильтруемые) органические вещества (FPOA) и другие соединения. Фракция СПМ включает неорганические соединения (в основном сульфаты серы, присутствующей в топливе) и фазу частиц «конденсируемого» органического аэрозоля (CPOA), который представляет собой класс соединений с низкой летучестью, находящихся в виде паровой фазы в дымовой трубе (или выхлопе), но которые могут разделяться между газовой фазой и фазой частиц (конденсированной) при охлаждении и разбавлении.

В настоящее время методы измерения могут определять только твердую фракцию ТЧ (фильтруемые частицы) или как фильтруемую твердую фракцию, так и конденсируемую фракцию ТЧ вместе.

Предельные значения ТЧ в приложении X Гетеборгского протокола в большинстве случаев можно считать представляющими только FTЧ из-за методов, используемых для измерения концентраций ТЧ.

6.11.2.1. Методы измерения выбросов ТЧ

Методы испытаний, используемые для стандартизации бытовых отопительных приборов на твердом топливе, для контроля выбросов ТЧ в трубу и для оценки выбросов ТЧ от приборов, многочисленны и различны, как включающие, так и не включающие конденсаты в общее количество ТЧ (фильтруемые плюс конденсируемые). Такая ситуация приводит к путанице, противоречивым результатам и трудностям в интерпретации результатов измерений и эффективности приборов.

Недавняя оценка, проведенная МЭА Биоэнергетика «Состояние методов измерения выбросов ТЧ и новые разработки» [75], дает отличный обзор ситуации и сложности проблемы. В этом отчете обращается внимание на разнообразие гравиметрических методов измерения выбросов ТЧ и на необходимость разработки методов и их международной гармонизации. Был подготовлен перечень существующих стандартов и их характеристик, а затем обобщен опыт лабораторий, касающийся факторов, влияющих на измеренные выбросы частиц. Также обсуждался недавно разработанный модифицированный международный метод, так называемый «метод EN-PMЕ» [76].

На следующем рисунке показаны различные типы методов измерения и их способность представлять твердые частицы (или FPM или SP) и конденсирующиеся частицы [77] (SPM). Тест EM_PME_Test был добавлен компанией INERIS [87]. Метод фильтрации является наиболее часто используемым методом измерения концентрации ТЧ в дымовой трубе в большинстве стран-членов ЕС, способным обеспечить концентрацию только твердых частиц, отобранных из горячих дымовых газов на фильтре при 160°C (SP). В Норвегии используется туннель разбавления, способный контролировать как SPM, так и SPM. В США используются методы, позволяющие контролировать как SPM, так и SPM, и основанные на методе туннеля разбавления или методе SPC (фильтр и импеллер). ELV для ТЧ, как они указаны в Приложении X к Гетеборгскому протоколу [1], учитывают только твердые частицы.

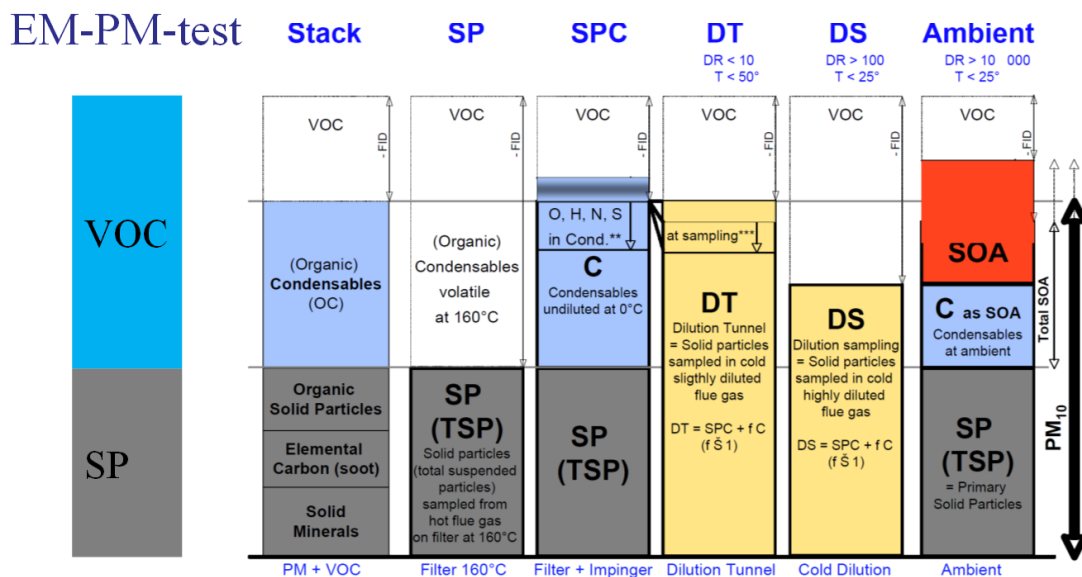


Рисунок 7: Сравнение отбора проб ТЧ с ТЧ в окружающей среде [77] и для сравнения с ЭМ-РМЕ-тестом [87].

SP: Фильтр (метод а), в результате чего образуются твердые частицы SP (общее количество взвешенных частиц ОВЧ).

SPC: Фильтр + импинджер (метод б), в результате чего образуются твердые частицы и конденсаты SPC.

DT: Туннель разбавления (метод с) с типичным коэффициентом разбавления (DR) порядка 10, в результате чего измерение ТЧ включает SPC и большую часть или всю С. DT идентичен или немного меньше SPC + C из-за потенциально неполной конденсации, в зависимости от коэффициента разбавления и температуры отбора проб (поскольку разбавление снижает не только температуру, но и парциальное давление загрязняющих веществ).

DS: отбор проб с высоким коэффициентом разбавления (DR > 100).

ТЧ₁₀: общее количество твердых частиц < 10 микрон в окружающей среде, включая SP и SOA

SOA: Вторичные органические аэрозоли, состоящие из конденсирующихся частиц С при температуре окружающей среды и SOA, образующихся в результате вторичных реакций, таких как фотохимическое окисление.

В следующей таблице представлены методы измерения ТЧ, используемые в различных стандартах ЕС, Норвегии и США. Эта таблица составлена INERIS [87], адаптирована ЦГ ТЭВ с использованием информации, представленной на сайте по ссылке [111].

Таблица 105: Методы измерения ТЧ, используемые в различных стандартах, из [87], адаптированные и дополненные ЦГ ТЭВ

Методы измерения ТЧ	SP	SPC	DT	Электроф илтр
EN 13240 для комнатных обогревателей, работающих на твердом топливе - требования и методы испытаний Методы измерения ТЧ в соответствии с CEN TS 15883	x		x	x
EN 13229 для встраиваемых приборов, включая открытые камины - требования и методы испытаний Методы измерения ТЧ в соответствии с CEN TS 15883	x		x	x
EN 14785 для отопительных приборов для жилых помещений, работающих на древесных гранулах - Требования и методы испытаний Методы измерения ТЧ в соответствии с CEN TS 15883	x		x	x
EN 15250 для приборов с медленным выделением тепла, работающих на твердом топливе - требования и методы испытаний (массовые печи) Методы измерения ТЧ в соответствии с CEN TS 15883	x		x	x
EN 12809 Жилые автономные котлы, работающие на твердом топливе - Номинальная тепловая мощность до 50 кВт - Требования и методы испытаний Методы измерения ТЧ в соответствии с CEN TS 15883	x		x	x
EN 303-5 - 2020 для котлов центрального отопления мощностью до 500 кВт	x			
EN 16510-1 (2018) ⁽¹⁾ Изменения PrEN 16510-1 будут приняты в 2022 году	x x с EnPM E		x	
АГЕНТСТВО ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ США 5H		x		
АГЕНТСТВО ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ США 5G			x	
NS 3058			x	
Регламент ЕС 1185/2015	x		x	x
Экологическая маркировка «Flame Verte» (F)	x			
Голубой ангел (D)	x			

(1) В 2018 году была опубликована часть 1 **нового стандарта EN 16510** «Бытовые приборы для сжигания твердого топлива - Часть 1: Общие требования и методы испытаний» была опубликована [21]. Он заменяет стандарты EN 13240 для отдельно стоящих печей, EN 13229 для встраиваемых приборов и открытых каминов, а также EN 12809 для печей-котлов мощностью до 50 кВт. Новый стандарт описывает методы испытаний и методы измерения CO, NOx, OGC и пыли более подробно, чем существующие стандарты, но не противоречит им [9].

В настоящее время основные нормативные требования, которым должны соответствовать производители приборов для сжигания твердого топлива, включают в себя Правила производства строительной продукции (CPR), требования Правил энергетической маркировки, касающиеся эффективности и безопасности использования [112][111].

С 1 января 2022 года (1 января 2020 года для независимых котлов) приборы также должны будут соответствовать недавно опубликованным правилам Eco-design [17][18], которые устанавливают новые критерии эффективности и выбросов для приборов, подлежащих легальной продаже на рынке ЕС.

Существующие европейские стандарты, такие как EN 13240, EN 13329, EN 14785, EN 15250, EN 12809, определяют требования к проектированию, производству, конструкции, безопасности и характеристикам (эффективность и выбросы), инструкции и маркировку, а также соответствующие методы испытаний и топливо для приборов, на которые они распространяются.

Они продолжают работать несмотря на то, что в 2018 году был опубликован новый стандарт EN16510-1 (2018) (Residential solid fuel burning appliances - emissions test methods) для бытовых приборов для сжигания твердого топлива [21]. Стандарт EN16510-1 (2018) содержит новые разработанные общие положения, касающиеся проектирования, производства, конструкции, безопасности и эксплуатационных характеристик приборов, работающих на твердом топливе. Для соблюдения соответствующих норм, описанных выше, производители должны подтвердить безопасность своей продукции путем проведения испытаний в соответствии с применимым стандартом испытаний, согласованным с нормами. В настоящее время область применения EN 16510–1 охватывает комнатные обогреватели на твердом топливе, встраиваемые приборы, открытые камины, кухонные плиты, автономные котлы мощностью до 50 кВт, приборы с медленным выделением тепла и пеллетные приборы. Эти изделия будут рассматриваться в последующих подразделах стандарта, части 2-1 - 2-6 [112]. Данный стандарт находится в стадии разработки и призван заменить существующий набор опубликованных стандартов испытаний (EN 13229 (встраиваемые комнатные обогреватели и открытые камины), EN 13240 (отдельно стоящие комнатные обогреватели, EN 12815 (плиты) и EN 12809 (приборы с независимым котлом мощностью до 50 кВт)).

В этих существующих европейских стандартах (до публикации EN 16510–1 в 2018 году) требовалось и измерялось только измерение CO. В 2008 году Комиссия опубликовала технические спецификации, призванные помочь в измерении различных параметров, требуемых в стандартах, и, в частности, в измерении выбросов ТЧ от бытовых приборов, сжигающих твердое топливо. В этих технических условиях [20] описаны три метода измерения ТЧ: метод, названный в техническом стандарте «Австрийский и немецкий методы испытания частиц», соответствующий методу твердых частиц (SP), норвежский метод испытания частиц на основе туннеля разбавления и метод испытания частиц в Великобритании с использованием электростатического фильтра (ESP).

Фактически, можно использовать любой из этих методов измерения, однако большинство стран Европы используют метод SP, Норвегия и скандинавские страны - туннельный метод разбавления, а Великобритания - метод ESP.

Более подробную информацию о различных методах измерения и стандартах, используемых в ЕС, Норвегии, США и Канаде, можно найти в ссылках [9][75][76].

В итоге К. Шён [75] приходит к выводу, что необходимость гармонизации методов очевидна и что необходимо активизировать усилия по гармонизации и всесторонней спецификации методов определения выбросов ТЧ.

В EN 16510-1 методы измерения выбросов NO_x, ОГК и ТЧ (приложения D, E и F к стандарту) изложены более подробно, чем в предыдущих спецификациях, а процедура испытания типа определена более четко, чем в предыдущем стандарте CEN / TR 15883 [20], который будет заменен EN 16510-1. Новый EN 16510-1 включает методики для фильтра с подогревом и вариант методики туннеля разбавления [21] (Для производителей, желающих подтвердить соответствие электростатическим фильтром, они могут по-прежнему использовать методику TS15883 в соответствии с требованиями Закона о чистом воздухе Великобритании [112]).

Были проведены исследовательские работы по внедрению многих результатов исследования [75], результатом которых стала разработка нового метода в рамках проекта EN-PMЕ [76]. Метод EM-PMЕ [76] в основном требует использования нового зонда для метода обогреваемого фильтра с контролируемой и постоянной температурой 180 °С на фильтре, упрощенной ориентации сопла на 90° в канале дымовых газов, фиксированного внутреннего диаметра сопла всего 7,5 мм для обеспечения высокой скорости отбираемого газа и количественного определения отложений ТЧ в зонде путем промывки чистым продувочным воздухом, который затем проводится над чистым фильтром после каждого измерения. Кроме того, ЛОС должны определяться неразрывно и всегда вместе с выбросами ТЧ. Это требование вытекает из гипотезы, что ЛОС является подходящим параметром для характеристики потенциального образования аэрозольных частиц в результате неполного сгорания. Таким образом, параллельное измерение ЛОС становится неотъемлемой и неотделимой частью метода EN-PMЕ, а анализ ЛОС должен проводиться при той же температуре отбора проб 180 °С, которая применяется при фильтрации ТЧ.

Необходимо хорошо понимать, что метод EN-PMЕ не является методом определения конденсатов. Недавно в одном из научных проектов был предложен метод испытания EN-PMЕ в качестве временного метода испытания частиц (аналогичного методу теплового фильтра), образующихся при нагревании древесины [41]. Прямое сравнение метода отбора проб EN-PMЕ и NS3058 (основанного на туннеле разбавления) параллельно с текущей экспериментальной кампанией показало, что выбросы в результате измерений NS в 11 раз выше - 108 мг МДж⁻¹ по сравнению с тестом EN-PMЕ - 14 мг МДж⁻¹. Разница варьируется от 2 до 60 раз и в значительной степени обусловлена конденсатами [95].

В европейской группе по стандартизации CEN TS 295 (WG 5) велись дискуссии по поводу использования этого метода EN-PMЕ. В итоге EN-PMЕ был принят, и пересмотренный стандарт EN16510-1 должен быть опубликован в 2022 году [111]. Этот новый стандарт EN будет полностью готов к пересмотру директивы по экодизайну (запланированному на 2024 год) и регламента 2015/1185.

6.11.2.2. Процедуры тестирования

Другая проблема, связанная с официальными типовыми испытаниями в ЕС, заключается в том, что эксплуатационные характеристики и эффективность печей оцениваются в четко определенных условиях. **Такой подход обеспечивает высокую надежность**

результатов испытаний, но приводит к результатам, которые обычно недостижимы в реальных условиях эксплуатации [88].

Следующая таблица взята из исследования, проведенного компанией INERIS, о влиянии различных условий сгорания на выбросы ТЧ [93].

Выбросы NOx слабо зависят от параметров сгорания. Этот факт подтверждает, что улучшение качества сгорания не приводит к повышению температуры, достаточной для образования термического NOx, который образуется при более высоких температурах. NOx в основном возникает из-за присутствия азота в древесине. Влияние всех проанализированных параметров на эффективность относительно невелико, за исключением сравнения тестов полного цикла сгорания и нормативных тестов (продолжительностью 30 минут). Неучёт всего сожжённого топлива в расчетах приводит к завышению тепловой эффективности. Конденсируемая фракция может составлять в среднем 64% от общего количества частиц, однако она не была систематически изучена в проанализированных случаях, указанных в источнике [87], что снижает качество знаний о выбросах. Твёрдая и конденсируемая фракции твердых частиц (ТЧ) могут изменяться как в абсолютных значениях, так и в соотношении в зависимости от исследуемых параметров.

Таблица 106: Основные параметры, влияющие на выбросы ТЧ, по данным INERIS [93]

	Влажность > 25%/15%	Скорость сгорания (снижена / номинальный)	Тип древесины	Кора (с/без)	Режим зажигания
CO	высокий	высокий	средний	никакого влияния	Тепло/холод: средний Тепло/холод: высокий
ЛОSt	высокий	высокая	средний	средний	Тепло/холод: средний Тепло/холод: высокий
NOx	низкий	средний	низкий	низкий	Тепло/холод: низкий Тепло/холод: низкий
ТЧ	высокий	высокий	высокий	высокий	Тепло/холод: высокий Тепло/холод: высокий
Энергоэффективность	средний	средний	низкий	никакого влияния	Тепло/холод: низкий Тепло/холод: высокий

	Фаза горения	Нагрузка (частичная/номинальная)	Форма испытательного листа	Старение печи
CO	высокая	низкий	низкий	неизвестно
ЛОSt	высокая	низкий	средний	неизвестно
NOx	средний	низкий	никакого влияния	неизвестно
ТЧ	высокий	низкий	низкий	высокая для плотных приборов
Энергоэффективность	средний	низкий	низкий	неизвестно

В исследовании «Современные методы испытаний дровяных печей» [88] представлен обзор наиболее важных методов испытаний, принятых во всем мире. Показаны основные различия в процедуре испытаний и применяемых методах измерения. В отчете также представлен обзор различных научных исследований, в которых протоколы испытаний, якобы лучше отражающие реальные условия эксплуатации, применялись, например, для изучения коэффициентов выбросов в различных технологиях печей. В анализе эти процедуры испытаний (а также протокол испытаний beReal [96]) проиллюстрированы, а результаты выбросов и эффективности сравниваются с официальными результатами типовых испытаний, результатами полевых испытаний и предлагаемыми коэффициентами выбросов.

Сравнение результатов полевых испытаний показывает в основном технологическое совершенствование дровяных печей за последние десятилетия. Но по сравнению с результатами официальных типовых испытаний, улучшения значительно выше. Более того, серийно выпускаемые печи, первоначально протестированные в соответствии с прежним стандартом EN 13240, а затем повторно протестированные в соответствии с используемым сейчас стандартом EN16150, показывают гораздо более высокий уровень выбросов и более низкий КПД по сравнению с официальными результатами типовых испытаний соответствующих моделей печей. Был проведен тест beReal, который показал хорошее соответствие между результатами лабораторных и полевых испытаний. Однако тепловая эффективность все еще завышена в лабораторных тестах по сравнению с полевыми испытаниями.

В работе [88] приводятся следующие основные выводы и заключения:

- Условия испытаний по действующим европейским стандартам, оценивающим выбросы и тепловую эффективность отопительных приборов на дровах, хорошо контролируются и обеспечивают основу для получения оптимальных результатов для испытываемого прибора. Наиболее существенным отличием стандартов испытаний типа EN по сравнению с международными стандартами является то, что в большинстве случаев номинально оценивается только нагрузка, в то время как, например, протоколы испытаний в Канаде и США оценивают производительность при нескольких значениях нагрузки.
- Результаты выбросов ТЧ сильно зависят от применяемого метода измерения. Для лучшей сопоставимости различных результатов испытаний необходим метод измерения ТЧ, общепринятый в Европе, чтобы достичь достаточной сопоставимости между различными продуктами.
- Сравнение результатов полевых испытаний показало общую тенденцию технологического совершенствования дровяных печей за последние десятилетия. Однако сравнение результатов официальных типовых испытаний с испытаниями в полевых условиях подтвердило, что обычная эксплуатация печи приводит к значительному увеличению выбросов и снижению КПД.
- Результаты официальных типовых испытаний не были воспроизведены на серийно выпускаемых печах в ходе комплексных лабораторных испытаний. Внедрение концепции надзора за рынком представляет собой эффективную меру, гарантирующую постоянное качество продукции, поступающей в продажу.
- В будущем новые требования Eco-design установят равные критерии эффективности для новых печных технологий в Европе. Однако эффект от улучшения реальной ситуации ограничен из-за того, что новые требования по-прежнему относятся к результатам официальных типовых испытаний.

- Концепции испытаний, ориентированные на реальную жизнь (например, beReal), способны отразить реальные эксплуатационные характеристики приборов лучше, чем существующие стандарты EN. Внедрение протокола испытаний, ориентированного на реальные условия эксплуатации, в качестве знака качества или стандарта должно рассматриваться как инструмент, способный подтолкнуть технологическое развитие к оптимизированной эксплуатации в реальных условиях и позволить лучше различать качественные и некачественные продукты в интересах конечных потребителей.

Сделан вывод, что внедрение протокола испытаний, отражающего реальные условия эксплуатации (например, beReal), в качестве знака качества или стандарта, следует рассматривать как инструмент для дальнейшего развития технологий в направлении оптимизированной эксплуатации в реальных условиях. Кроме того, это позволит лучше различать качественные и некачественные продукты в интересах конечных потребителей, учитывая их типичное использование в реальных условиях.

6.11.2.3. Методы измерения эмиссии ЧУ

Ни в одной стране (включая страны-члены ЕС, скандинавские страны и США/Канаду) нет стандартов ЧУ, поэтому, согласно Международной криосферно-климатической инициативе (ICCI), существует большой потенциал для регулирования и добровольных «климатически дружественных» стандартов для новых печей, через производителей и программы экологической маркировки [101].

В настоящее время разработан протокол, который был протестирован в 2012-2015 гг. скандинавскими испытательными и исследовательскими институтами, а руководителем проекта стал Датский технологический институт [102]. Этот протокол описывает потенциальную стандартизированную процедуру измерения ЧУ в терминах как ЕС (элементарного углерода), так и ОС (органического углерода), образующихся в бытовых дровяных печах. По мнению авторов, такой стандартизированный тест, Nordic Swan Ecolabel может быть использован для добровольной экологической маркировки дровяных печей, а также производителями, заинтересованными в тестировании и разработке печей с чрезвычайно низким уровнем выбросов, низким содержанием черного углерода, «дружественных климату». Разработка этого протокола испытаний была частью проекта, поддержанного Советом министров Северных стран, Коалицией по климату и чистому воздуху (CCAC) и реализованного Международной криосферно-климатической инициативой (ICCI). Такой протокол тестирования (протокол ICCI) может быть использованы национальные лаборатории, заинтересованные в установлении стандартного базового уровня для сравнения печей по выбросам черного углерода.

Протокол предусматривает проведение «вспомогательного испытания», которое может быть проведено поверх испытания NS3058 «Туннель разбавления полного потока» или аналогичных процедур испытания на многократную скорость горения для ЕС и ОС (например, указанных в U.S.E.P.A.). Также в этом случае протокол испытаний может быть использован национальными лабораториями, заинтересованными в создании стандартизированного базового уровня для сравнения печей по выбросам черного углерода [102].

В ходе текущей работы будет также установлена применимость некоторых из этих процедур к так называемым процедурам испытаний на однократную скорость горения или «горячий газ», которые в настоящее время используются во многих странах Европейского союза [102].

Такой протокол, хотя и адаптированный к конкретному случаю, был использован в исследовании [104]. Три печи, различающиеся по году выпуска/сертификационному статусу, были протестированы по несколько измененному протоколу ЧУ на испытательном стенде для дровяных печей Агентства по охране окружающей среды США. В течение всего испытания проводились непрерывные измерения выбросов в газовой фазе (CO_2 , CO, ТНС (общие углеводородные соединения) и NOx) и выбросов в фазе частиц (ТЧ, ВС). Образцы фильтров отбирались, как указано в протоколе ЧУ, чтобы вывести коэффициенты выбросов ЧУ.

Коэффициенты выбросов ЧУ рассчитывались несколькими различными методами: общий улов, углеродный баланс и отбор/измерение проб в режиме онлайн. Метод полного улавливания указан в протоколе ЧУ и требует точного измерения скорости в воздуховоде, скорости образца и потери массы во время испытания. Углеродный баланс требует измерения всех загрязняющих веществ, содержащих углерод, и предполагается, что весь углерод, содержащийся в топливе, выбрасывается в отработавшие газы. Онлайн-метод использует углеродный баланс для расчета коэффициента выбросов, но опирается на онлайн измерение ЧУ с помощью прибора Aethalometer-33, в отличие от измерения ЕС с помощью фильтра, используемого как в протоколе ЧУ, так и в коэффициенте выбросов углеродного баланса ЧУ. Трудности возникли на нескольких уровнях, в образцах фильтров, из-за некоторых разрывов во время испытания.

Коэффициенты выбросов протокола ВС в целом выше, чем значения двух других методов (в 0,9-3,8 раза). Однако для большинства испытаний коэффициенты выбросов по протоколу ЧУ и онлайн ЧУ оказались схожими, а в нескольких испытаниях среднее соотношение было смещено в сторону более высоких значений. Протокол требует корректировки.

Большинство отклонений от протокола ВС было сделано для того, чтобы противостоять высоким концентрациям ТЧ и предотвратить перегрузку фильтра. Печи с большим объемом камеры сгорания имели большую продолжительность испытаний, что также затрудняло предотвращение перегрузки фильтра. Коэффициенты выбросов ICCI ВС в целом были выше, чем рассчитанные по методу углеродного баланса, вероятно, из-за поправки на потери частиц, включенной в расчет ICCI. В рамках данного исследования было рекомендовано провести дополнительный анализ для определения влияния испытательной установки на коэффициент выбросов ЧУ.

В рамках проекта [103] NESCAUM измерял содержание черного углерода в дровяных печах, используя метод оптической передачи. Модифицированный анализатор Magee Scientific AE-22-ER Aethalometer BC был запущен в режиме ручного продвижения ленты для проведения 5-секундных измерений ВС в туннеле разбавления по методу 5G (артефакт загрузки пятна фильтра Aethalometer был исправлен с помощью специального подхода). Никаких трудностей выявлено не было, но исследование еще не полностью завершено. Выбросы ЧУ представлены следующим образом в соответствии с различными фазами горения. Также учитывается фаза воспламенения.

Таблица 107: Описание печей, сертификационные значения ТЧ и средний сухой КВ ЧУ [103]

Stove #	# of test runs	Construction Type	Firebox Size	Emission Controls	EPA 2015 NSPS Certification Value	Dry BC EF, g/kg
Stove 1	4	High mass	Large	Non-catalytic	Step 1 cert value <3.0 g/hr	0.116
Stove 2	1	High mass	Small	Catalytic	Step 2 cert value <2.0 g/hr	0.107*
Stove 3	1	Steel	Large	Catalytic	Step 1 cert value <2.0 g/hr	0.047*
Stove 4	1	Cast iron	Small	Non-catalytic	Step 1 cert value <4.0 g/hr	0.240*
Stove 5	4	Cast iron	Medium	Non-catalytic, non-tube	Step 1 cert value <2.0 g/hr	0.125
Stove 6	4	Steel	Medium	Non-catalytic	Step 1 cert value <4.0 g/hr	0.142
Stove 7	3	High mass	Medium	Hybrid - catalytic and non-catalytic	Step 2 cert value <2.0 g/hr	0.126

* Stoves with a single run may not be representative of typical performance, and BC from IDC protocol V1 may not be comparable to V2. Project resources did not allow for additional BC testing of stoves 2, 3, and 4 on IDC protocol V2.

Таблица 108: Диапазон скоростей выбросов ЧУ (г/ч), общего количества выброшенных ЧУ (граммы) и коэффициентов выбросов ЧУ (г/кг) для 7 печей, протестированных на этапе сжигания отработанного топлива [103].

Fuel	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	Duration	grams	grams	grams	grams	grams	EF g/kg	EF g/kg	EF g/kg	EF g/kg	EF g/kg
Load	Avg	Std	Median	Max	Min	minutes	Avg	Std	Median	Max	Min	Avg	Std	Median	Max	Min
Startup	1.08	0.42	1.00	2.04	0.41	47	0.84	0.21	0.79	1.18	0.33	0.355	0.120	0.330	0.670	0.161
L 1	0.42	0.37	0.30	1.72	0.11	95	0.67	0.21	0.47	1.00	0.15	0.133	0.110	0.100	0.535	0.049
L 2	0.15	0.11	0.10	0.53	0.05	138	0.34	0.13	0.24	0.55	0.13	0.076	0.034	0.069	0.153	0.017
L 3	0.18	0.08	0.20	0.33	0.03	276	0.83	0.41	0.78	1.95	0.16	0.101	0.047	0.100	0.200	0.026
FullRun	0.27	0.09	0.28	0.40	0.09	556	2.46	0.69	2.39	4.04	1.21	0.128	0.040	0.118	0.240	0.047

В исследовании «Коэффициенты выбросов SLCP при сжигании древесины в жилых помещениях в скандинавских странах» [105], направленном на более точную оценку выбросов загрязняющих веществ от бытовых приборов, приводится интересная информация о выбросах ЕС/ЧУ/ОС в 10 котлах и 9 комнатных обогревателях (печах), широко используемых в скандинавских странах, которые были протестированы. Все пробы на содержание твердых частиц (ТЧ_{2.5}, ЕС, ОС, ЧУ) были отобраны в туннеле с полнопоточным разбавлением в соответствии с требованиями NS3058. Пробы отбирались на кварцевые фильтры для последующего анализа. Анализ ТЧ_{2.5} проводился гравиметрически, в то время как ЕС/ОС анализировались термооптическим методом в соответствии с протоколом NIOSH 870. ВС анализировался оптически (с помощью аэталометра OT21) на образцах фильтров перед анализом на ЕС и ОС. Результаты анализа ЧУ с помощью аэталометра показали слабую корреляцию с результатами ЕС, а результаты ЧУ были значительно ниже результатов ЕС, как правило, примерно на одну треть. Такие результаты были сочтены сомнительными, поскольку теоретически ЧУ должен быть на тех же значениях или выше, чем результаты ЕС. В связи с этим протокол NIOSH 870 для анализа ЕС считается более надежным методом, чем анализ с помощью аэталометра (включая алгоритм расчета) для ВС. В итоге измерение ЧУ с помощью аэталометра не использовалось из-за отсутствия согласованности.

Широко используемых методов измерения ЧУ пока не существует. На данном этапе, по-видимому, слишком рано предлагать предельные значения ЧУ для классификации характеристик печей. Необходимы дополнительные исследования для создания надежного метода измерения, получившего широкое признание.

6.11.3. Существующие стандарты и маркировка бытовой техники

В нескольких субрегионах ЕЭК ООН бытовые приборы подлежат стандартизации и должны соответствовать установленным предельным значениям, чтобы быть допущенными к продаже. В ЕС два регламента, касающиеся твердотопливных котлов с номинальной тепловой мощностью 500 кВт и твердотопливных обогревателей помещений с номинальной тепловой мощностью не более 50 кВт (см. следующую главу), будут регулировать и изменят существующие в некоторых государствах-членах правила, если требования в двух регламентах ЕС [17][18] являются более строгими, чем существующие требования в правилах стран-членов ЕС. В исследовании Vito [9] представлен обзор нормативных документов, существующих в странах-членах ЕС. В настоящем отчете описаны только нормы, требующие наиболее строгих предельных значений ТЧ.

6.11.3.1. Существующие стандарты ЕЭК ООН на бытовые приборы в регионе

ЕС

В ЕС Директива по экодизайну [78] устанавливает рамки, в соответствии с которыми производители энергопотребляющих продуктов обязаны снижать потребление энергии и другие неблагоприятные воздействия на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла продукта. Она дополняется Директивой об энергетической маркировке и несколькими сопутствующими нормативными актами, например, в отношении бытовых отопительных приборов, работающих на твердом топливе.

- Регламент 2015/1189 от 28 апреля 2015 г., реализующий Директиву 2009/125/ЕС Европейского парламента и Совета в отношении требований к экологическому дизайну твердотопливных котлов с номинальной тепловой мощностью 500 кВт или менее [17].
- Регламент 2015/1185 от 24 апреля 2015 г., реализующий Директиву 2009/125/ЕС Европейского парламента и Совета в отношении требований к экологическому дизайну твердотопливных локальных обогревателей помещений с номинальной тепловой мощностью 50 кВт или менее [18].

Предельные значения, установленные двумя вышеуказанными регламентами ЕС для котлов на твердом топливе с 1 января, 2020 года и для малых приборов на твердом топливе, таких как печи и вставки, с 1 января, 2022 года, приведены в следующих таблицах. В регламенте 2015/1185 рассматриваются три различных метода измерения ТЧ, и предельные значения в соответствии с этими методами отличаются ((1) только на основе фильтруемых твердых частиц, (2) и (3) с учетом конденсатов):

Таблица 109: Предельные значения, установленные для твердотопливных локальных обогревателей помещений с номинальной тепловой мощностью 50 кВт или менее постановлением ЕС 2015/1185 [18]

Приборы ³	Эффективность	ОВЧ	ЛОС	СО	NOx
		Испытание в соответствии с аналитическим методом, описанным в приложении III, пункт 4(а)			
	%	при 13% O ₂			
		мг/м ³ ⁽¹⁾ или г/кг ⁽²⁾ ₍₃₎	мг Цэк/м ³	мг/м ³	мг/м ³
Местные твердотопливные обогреватели с открытым фронтом	30%	50 мг/м ³ ⁽¹⁾	120	2000	300
		Испытание в соответствии с аналитическим методом, описанным в приложении III, пункт 4(а)			
		мг/м ³ ⁽¹⁾ или г/кг ⁽²⁾ ⁽³⁾	мг Цэк/м ³	мг/м ³	мг/м ³
		6 г/кг ⁽²⁾			
Местные твердотопливные обогреватели с закрытым фронтом, использующие твердое топливо, кроме прессованной древесины в виде пеллет, и кухонные плиты	65	40 мг/м ³ ⁽¹⁾ 5 г/кг ⁽²⁾ 2,4 г/кг ⁽³⁾ В случае с биомассой 5,0 г/кг ⁽³⁾ в случай твердого ископаемого топлива	120	1500	200
Местные твердотопливные обогреватели с закрытым фронтом, использующие прессованную древесину в виде пеллет	79	20 мг/м ³ ⁽¹⁾ 2,5 г/кг ⁽²⁾ 1,2 г/кг ⁽³⁾	60	300	200

³ Определение в соответствии с регламентом:

(1) «Твердотопливный локальный обогреватель помещений» означает устройство для обогрева помещений, излучающее тепло путем прямой теплопередачи или прямой теплопередачи в сочетании с теплопередачей жидкости для достижения и поддержания определенного уровня теплового комфорта человека в замкнутом пространстве, в котором находится изделие, возможно, в сочетании с отдачей тепла в другие помещения, и оснащенное одним или несколькими теплогенераторами, которые преобразуют твердое топливо непосредственно в тепло;

(2) «местный отопительный прибор на твердом топливе с открытым фронтом» означает местный отопительный прибор на твердом топливе, в котором дно и продукты сгорания не изолированы от пространства, в котором установлен прибор, и который герметично соединен с дымоходом или каминным отверстием или требует дымового канала для отвода продуктов сгорания;

(3) «Местный отопительный прибор на твердом топливе с закрытым фронтом» означает местный отопительный прибор на твердом топливе, в котором дно и продукты сгорания могут быть изолированы от пространства, в котором установлен прибор, и который герметично соединен с дымоходом или каминным отверстием или требует дымового канала для удаления продуктов сгорания;

(4) «плита» означает локальный обогреватель помещений, работающий на твердом топливе, объединяющий в одном корпусе функции локального обогревателя помещений, работающего на твердом топливе, и варочной панели, духового шкафа или обоих устройств для приготовления пищи и герметично соединенный с дымоходом или каминным отверстием или требующий дымового канала для отвода продуктов сгорания;

1) Испытание в соответствии со следующим аналитическим методом (описанным в приложении III, пункт 4(a)(i) 1) Измерение ТЧ путем отбора частичной пробы сухого дымового газа через нагретый фильтр. Измерение ТЧ в продуктах сгорания прибора должно проводиться при номинальной мощности прибора и, если необходимо, при частичной нагрузке;

2) кг сухого вещества. Испытание в соответствии со следующим аналитическим методом (описанным в приложении III, пункт 4(a)(i) 2) Измерение ТЧ путем отбора проб в течение полного цикла горения частичной пробы дымовых газов с естественной тягой из разбавленного дымового газа с помощью полнопоточного туннеля разбавления и фильтра при температуре окружающей среды;

3) кг сухого вещества. Испытание в соответствии со следующим аналитическим методом (описанным в приложении III, пункт 4 (a)(i) 3) Измерение ТЧ путем отбора в течение 30 минут частичной пробы дымового газа с фиксированной тягой 12 Па из разбавленного дымового газа с помощью туннеля полнопоточного разбавления и фильтра при температуре окружающей среды или электростатического осадителя.

Помимо различных аналитических методов, которые можно использовать, учитывая конденсаты (2) и (3) или не учитывая их (1), в трех методах различаются условия измерения выбросов: номинальная мощность в методе (1), полный цикл горения в методе (2) и 30-минутный период в методе (3).

Таблица 110: Предельные значения, установленные для твердотопливных котлов с номинальной тепловой мощностью 500 кВт или менее постановлением ЕС 2015/1189 (сезонные выбросы при отоплении помещений) [17].

	Эффективность	ОВЧ	ЛОС	СО	NOx
	%	при 10% O ₂			
		мг/Нм ³	мг Сэкв/м ³	мг/м ³	мг/м ³
Автоматические котлы	≤ 20 кВт: 75 > 20 кВт: 77	40	20	500	200
Ручной котел	≤ 20 кВт: 75 > 20 кВт: 77	60	30	700	350

Сезонные выбросы при отоплении помещений, состоящие из твердых частиц, органических газообразных соединений, оксида углерода и оксидов азота, рассчитываются следующим образом:

(1) для твердотопливных котлов с ручной топкой, которые могут работать на 50 % номинальной тепловой мощности в непрерывном режиме, и для твердотопливных котлов с автоматической топкой: $E_s = 0,85 \times E_{s,p} + 0,15 \times E_{s,n}$

(2) для твердотопливных котлов с ручной топкой, которые не могут работать на 50 % или менее от номинальной тепловой мощности в непрерывном режиме, и для твердотопливных когенерационных котлов: $E_s = E_{s,n}$

где:

(a) $E_{s,p}$ - выбросы соответственно твердых частиц, органических газообразных соединений, оксида углерода и оксидов азота, измеренные при 30 % или 50 % номинальной тепловой мощности, в зависимости от ситуации;

(b) $E_{s,n}$ - выбросы соответственно твердых частиц, органических газообразных соединений, оксида углерода и оксидов азота, измеренные при номинальной тепловой мощности.

(c) Выбросы твердых частиц должны измеряться гравиметрическим методом, исключая любые твердые частицы, образующиеся из органических газообразных соединений при смешивании дымовых газов с окружающим воздухом.

(d) Выбросы оксидов азота должны рассчитываться как сумма монооксида азота и диоксида азота и выражаться в диоксиде азота.

Для котлов используются только гравиметрические методы измерения выбросов ТЧ.

Дания

В Дании в 2018 году вступило в силу новое законодательство о дровяных печах и котлах [9]. Требования к выбросам в дровяных котлах с ручным и автоматическим розжигом такие же, как и в постановлении ЕС 2015/1189. Однако для дровяных печей требования к выбросам пыли строже, чем в постановлении ЕС 2015/1185: 4 г/кг (измерение в туннеле разбавления) и 30 мг/м³ при 13 % O₂, измеренных в трубе дымовых газов.

Согласно Вито [9], дровяные печи и котлы могут быть установлены только при условии соблюдения этих требований к выбросам. Чтобы продемонстрировать, что требования по выбросам были выполнены, приборы подлежат проверке (типовой) и выдаче специального сертификата. Владелец установленного прибора должен за свой счет проверить и подписать сертификат проверки у квалифицированного трубочиста. Постановление предусматривает необходимые меры принуждения (например, штрафы) и возможность для муниципалитетов вводить дополнительные правила в отдельных зонах, если это необходимо.

Германия

Как описано в справочнике [9], в Германии к устройствам для бытового дровяного отопления применяется «Постановление о малых и средних установках по сжиганию топлива» (1. BImSchV) (обновлен в 2010 году [106], [97]). Постановление распространяется на строительство, характеристики и эксплуатацию тех огневых установок, для которых не требуется лицензия в соответствии с разделом 4 Федерального закона о контроле выбросов (*Bundes-Immissionsschutzgesetz*) [106].

Котлы на твердом топливе

Предельные значения для новых котлов, использующих твердое ископаемое топливо или твердую биомассу, приведены в следующей таблице [106].

Эти предельные значения применяются для котлов, построенных (установленных) с 22 марта 2010 года и далее (уровень 1) или после 31 декабря 2014 года (уровень 2). Существующие котлы могут продолжать эксплуатироваться только в том случае, если предельные значения уровня 1 раздела 5 подраздела (1), первое предложение, в зависимости от даты их постройки, соблюдаются с дат, указанных в разделе 25 подраздела (1). Предельные значения измеряются и должны соблюдаться, когда котлы находятся в эксплуатации.

В предписании 1. BImSchV, предельные значения выражены при 13% O₂. Соответствующее преобразование было сделано для получения значений при 10% O₂, чтобы было легче сравнивать с предельными значениями 2015/1189 [18]:

Таблица 111: Предельные значения для новых котлов, работающих на твердом топливе (1-8) и некоторых видах топлива (9-13) [106]

	Номинальн ая тепловая мощность (кВт)	Предельные значения для пыли		Предельные значения для СО	
		г/Нм ³ при 13% O ₂	г/Нм ³ при 10% O ₂	г/Нм ³ при 13% O ₂	г/Нм ³ при 10% O ₂
Уровень 1 для установок, построенных после 22/03/2010					
Топливо 1 - 3а	≥ 4, ≤ 500	0.09	0.1238	1.0	1.375
	> 500	0.09	0.1238	0.5	0.6875
Топливо 4 - 5	≥ 4, ≤ 500	0.10	0.1375	1.0	1.375
	> 500	0.10	0.1375	0.5	0.6875
Топливо 5а	≥ 4, ≤ 500	0.06	0.825	0.8	1.100
	> 500	0.06	0.825	0.5	0.6875
Топливо 6-7	≥ 30, ≤ 100	0.10	0.1375	0.8	1.100
	< 30, ≤ 500	0.10	0.1375	0.5	0.6875
	> 500	0.10	0.1375	0.3	0.4125
Топливо от 8 до 13	≥ 4, < 100	0.10	0.1375	1.0	1.375
Уровень 2 для установок, построенных после 31/12/2014					
Топливо от 1 до 5а	≥ 4	0.02	0.0275	0.4	0.55
Топливо 6-7	≥ 30, ≤ 500	0.02	0.0275	0.3	0.413
	> 500	0.02	0.0275	0.3	0.413
Топливо от 8 до 13	≥ 4, < 100	0.02	0.0275	0.4	0.55

1. каменный уголь, брикеты из каменного угля без связки, кокс из каменного угля,
2. бурый уголь, брикеты из бурого угля, кокс из бурого угля,
3. топливный торф, пеллеты из топливного торфа,
- 3а. уголь для барбекю, угольные брикеты для барбекю в соответствии с DIN EN 1860, издание сентября 2005 года,
4. Необработанная кусковая древесина, включая приставиую кору, в частности, в виде расколотых бревен и щепок, а также хворост и шишки,
5. необработанная некусковая древесина, в частности, в виде опилок, стружки и шлифовальной пыли, а также коры, 5а. гранулы из необработанной древесины в форме древесных брикетов в соответствии с DIN 51731, издание октября 1996 года, или в форме древесных гранул в соответствии с требованиями, предъявляемыми к топливу Схемой сертификации DINplus «Древесные гранулы для использования в малых печах в соответствии с DIN 51731-HP 5», издание августа 2007 года, а также другие древесные брикеты или древесные гранулы из необработанной древесины эквивалентного качества,
6. Окрашенная, лакированная или покрытая лаком древесина, а также ее остатки, если в результате обработки не были применены или содержатся консерванты для древесины, а покрытия не содержат галогенных органических соединений или тяжелых металлов,
7. Фанера, ДСП, ДВП или другая клееная древесина, а также их остатки, если в результате обработки не были применены или содержатся консерванты для древесины, а покрытия не содержат галогенных органических соединений или тяжелых металлов;
8. Солома и аналогичные материалы растительного происхождения, зерновые культуры, не предназначенные в пищу, такие как зерна злаков и дробленые зерна злаков, целые зерновые культуры, хворост, шелуха и остатки стеблей злаков,

а также pellets из вышеуказанных видов топлива,

9. mazut EL в соответствии с DIN 51603-1, издание август 2008 года, и другие легкие печные топлива эквивалентного качества, а также метанол, этанол, неочищенные растительные масла или метиловый эфир растительного масла, 10. газы из системы коммунального газоснабжения, неочищенный природный газ или нефтяной газ с сопоставимым содержанием серы, а также сжиженный газ или водород,

11. канализационный газ с объемным содержанием соединений серы до 1 на тысячу, указанным как сера, или биогаз из сельского хозяйства, 12. коксовый газ, шахтный газ, сталый газ, доменный газ, газ нефтеперерабатывающих заводов и синтез-газ с объемным содержанием соединений серы до 1 на тысячу, указанных как сера, а также

13. другие возобновляемые сырьевые материалы в той мере, в какой они соответствуют требованиям в соответствии с подразделом (5).

(1) Топливо №. 6 или №. 7 могут использоваться только в топочных установках с номинальной тепловой мощностью 30 кВт и более, а также только на предприятиях по обработке и переработке древесины.

(2) Топливо № 8 и 13 можно использовать только в установках с автоматической подачей топлива, которые, согласно информации от производителя, подходят для этих видов топлива.

Для котлов в 1-BImSchV установлены более амбициозные предельные значения для пыли по сравнению с нормативами ЕС 2015/1189. Измерения проводятся при номинальной нагрузке.

Что касается котлов, то после переходного периода продолжительностью от 5 до 15 лет (в зависимости от возраста установки) новые положения будут применяться и к существующим котлам (2015–2025 гг.).

Установки сжигания для однокомнатного помещения

Новые установки должны соответствовать требованиям по выбросам и энергоэффективности, приведенным в следующей таблице. В настоящее время второй уровень применяется к приборам, введенным в эксплуатацию после 31/12/2014 (уровень 2). Требования к выбросам выражены при номинальной тепловой мощности. Эталонное содержание кислорода на сайте составляет 13 %.

Таблица 112: Предельные значения на испытательном стенде (типовое испытание) для малых бытовых приборов в Германии в соответствии с 1-BImSchV (13% O₂) [106]

Тип печи	Технический стандарт	Уровень 1: строительство с 22/03/2010		Уровень 2: строительство с 31/12/2014		Строительство с 22/03/2010
		CO г/Нм ³ при 13% O ₂	ТЧ г/Нм ³ при 13% O ₂	CO г/Нм ³ при 13% O ₂	ТЧ г/Нм ³ при 13% O ₂	
Комнатный обогреватель с плоской заправкой	DIN EN 13240 (издание октябрь 2005 г.) Непрерывное горение	2.0	0.075	1.25	0.04	73
Комнатный обогреватель с наполнением	DIN EN 13240 (издание октябрь 2005 г.) непрерывный горение	2.5	0.075	1.25	0.04	70
Индивидуальный обжиг хранилища установки	DIN EN 15250/A1 (издание июнь 2007 г.)	20.	0.075	1.25	0.04	75
Каминная вставка (закрытая операция)	DIN EN 13229 (издание октябрь 2005 г.)	2.0	0.075	1.25	0.04	75
Вставки для изразцовых печей с плоской	DIN EN 13229/A1 (издание октябрь 2005 г.)	2.0	0.075	1.25	0.04	80

Тип печи	Технический стандарт	Уровень 1: строительство с 22/03/2010		Уровень 2: строительство с 31/12/2014		Строительство с 22/03/2010
		СО г/Нм ³ при 13% O ₂	ТЧ г/Нм ³ при 13% O ₂	СО г/Нм ³ при 13% O ₂	ТЧ г/Нм ³ при 13% O ₂	
заправкой						
Вставки для изразцовых печей с обжигом наполнителя	DIN EN 13229/A1 (издание октябрь 2005 г.)	2.5	0.075	1.25	0.04	80
Печи для приготовления пищи	DIN EN 12815 (издание сентябрь 2005 г.)	3.0	0.075	1.5	0.04	70
Отопление и кухонные плиты	DIN EN 12815 (издание сентябрь 2005 г.)	3.5	0.075	1.5	0.04	75
Пеллетные печи без водный отсек	DIN EN 14785 (Издание сентября 2006 года)	0.40	0.05	0.25	0.03	85
Пеллетные печи с водный отсек	DIN EN 14785 (Издание сентября 2006 года)	0.4	0.03	0.25	0.02	90

Для пыли предельные значения выбросов на испытательном стенде для печей идентичны нормам ЕС 2015/1185.

Для существующих приборов, старше 22/03/2010, предусмотрены переходные периоды (до 2015–2025 гг. в зависимости от возраста установок). Предельное значение пыли, применяемое после переходного периода, составляет 0,15 г/м³ для печей.

Однокомнатные установки для сжигания твердого топлива, которые были построены и эксплуатировались до 22 марта 2010 года, могут эксплуатироваться и далее только при условии, что эти предельные значения не будут превышены.

Интересно, что в соответствии с положением 1. BImSchV контроль осуществляется при установке приборов. Этот контроль осуществляется оператором трубочиста [106]:

- Для котлов оператор дымососа проводит измерения на месте, каждые два года, чтобы проверить соответствие требованиям по выбросам. Оператор дымососа проводит измерения СО и ТЧ при номинальной нагрузке (измерения проводятся в соответствии с VDI 4207–2 - Измерения выбросов на малых огневых установках - Измерения на установках для твердого топлива. VDI 4207-2 Номер 5.2.3)
- Для печей оператор трубочиста проверяет исправность и техническое состояние прибора дважды в 7 лет. Это также происходит при вводе в эксплуатацию нового прибора или в случае смены владельца прибора.

Эксплуатационник ручной установки для обжига твердого топлива должен после строительства или смены эксплуатационника в течение одного года обращаться за консультацией к трубочисту по вопросам правильной эксплуатации установки для обжига, надлежащего хранения топлива, а также особенностей обращения с твердым

топливом в связи с другими работами, выполняемыми трубочистом (раздел 4, подраздел (8)).

Кроме того, оператор трубочиста измеряет влажность хранящихся дров и дает советы владельцу по оптимальной эксплуатации прибора.

Для печей статус соответствия предельным значениям выбросов должен быть подтвержден отчетом об утверждении типа, предоставленным производителем (если таковой имеется), или измерением выбросов на месте [106]. Если печь не соответствует требованиям по выбросам, прибор должен быть снят с эксплуатации (выведен из эксплуатации) или дооснащен соответствующим устройством для снижения выбросов твердых частиц (фильтром - например, электростатическим фильтром). Исключения предусмотрены, в частности, для печей, которые являются единственным источником отопления в жилище, а также для «исторических» печей (построенных до 1950 года), а также для кухонных плит и печей для выпечки, не используемых в коммерческих целях, для мареновских каминов и каменных печей (раздел 25 подраздел (3) номер 1 -5).

США

Признано, что в Северной Америке производители бытовой техники из дерева разработали технологии, позволяющие им достичь низкого уровня выбросов частиц и соблюсти предельные значения, установленные национальными/местными властями. Такие предельные значения не могут быть легко сопоставлены с европейскими предельными значениями, поскольку протоколы испытаний в ЕС и Северной Америке сильно отличаются. В частности, это касается влияния интенсивности горения на выбросы загрязняющих веществ, а также включения конденсатов в ТЧ в Северной Америке по сравнению с только твердыми ТЧ в ЕС и большинстве стран-членов ЕС [84], а также с учетом того, что регламент ЕС 2015/1185 рассматривает три метода измерения (см. выше).

Таблица 113: Стандарты США 2015 и 2020 годов [89][90]

Дровяной обогреватель	2015 / 2016 / 2017 Стандарты	Стандарты 2020 года
Печи с регулируемой интенсивностью горения, печи с одной интенсивностью горения и пеллетные печи (подраздел AAA)	Предел выбросов ТЧ $\leq 4,5$ г/час (с использованием кроватки, пеллеты или кордовая древесина) 15 мая, 2015 См. §60.532(a)	Предел выбросов ТЧ $\leq 2,0$ г/час (при использовании древесины или пеллет) См. §60.532 15 мая 2020 года См. §60.532(b) Или предел выбросов ТЧ $\leq 2,5$ г/час (с использованием кордового дерева) 15 мая 2020 года См. §60.532 (c)
Гидронагреватели (подраздел QQQQ)	Ограничение на выбросы ТЧ $\leq 0,32$ фунта на миллилитр БТЕ тепловой мощности (средневзвешенное значение) и предельное значение 18 г/час для каждой отдельной скорости горения (при использовании коры, пеллет или кордовой древесины) 15 мая 2015 г. См. §60.5474(b)(1)	Предел выбросов ТЧ $\leq 0,10$ фунтов/ммБТЕ тепловой мощности для каждой отдельной скорости горения (с использованием дров или пеллет) 15 мая 2020 г. См. §60.5474(b)(2); Или предел выбросов ТЧ $\leq 0,15$ фунтов/ммБТЕ тепловой мощности для каждой отдельной скорости горения (с

		использованием кордового дерева) 15 мая 2020 г. См. §60.5474(b)(3)
--	--	--------------------------------------------------------------------

Замечания по используемым методам испытаний [89]:

(1) Заправка и методы эксплуатации¹

Провести тестирование с использованием метода EPA 28R² или ASTM E2779-10³, или альтернативного метода тестирования, утвержденного Администратором.

Вариант со шнуровой древесиной: Провести испытания с использованием кордовой древесины, используя метод испытания кордовой древесины, утвержденный администратором (*например*, ASTM E2780-10).⁴

(2) Отбор проб и аналитические методы

Концентрация ТЧ должна быть измерена методом испытаний, указанным в ASTM E2515-11.⁵

Тепловая эффективность, выбросы СО и тепловая мощность должны быть измерены по методу CSA B415.1-10.⁶

¹ Перед испытанием обогреватель должен проработать не менее 50 часов при средней интенсивности горения на заводе-изготовителе или в испытательной лаборатории. Пихта дугласа может быть использована в ASTM E2779-10, ASTM E2780-10 и CSA B415.1-10 (и методе 28R).

² Метод 28R охватывает протокол заправки и эксплуатации дровяных печей, включая pelletные печи, и требует использования ASTM E2515-11 для измерения выбросов (не метод 5Н). Метод 28R включает в себя положения ASTM E2780-10, с изменениями скорости горения и запуска, основанными на методе 28. Для печей с одной скоростью горения метод 28R включает протокол скорости горения, подробно описанный в Приложении X1 стандарта ASTM E2780-10. Стандарт ASTM E871-82 может использоваться в качестве альтернативы процедурам метода 5Н или метода 28 для определения общей весовой влажности в анализируемой пробе твердых частиц древесного топлива.

³ ASTM E2779-10 описывает протокол заправки и эксплуатации для определения выбросов ТЧ от pelletных печей.

⁴ В соответствии со стандартом 2015 года печи, испытанные на дровах, должны соответствовать тому же пределу выбросов ТЧ, что и печи, испытанные на дровах. Для В стандарте 2020 года для печей, испытанных с использованием дров, установлен альтернативный предел выбросов ТЧ (показан выше). ASTM E2780-10 (приложение к кордовому дереву) является примером альтернативного метода на основе кордового дерева, который используется вместе с ASTM E2515-11. При использовании ASTM 2780-10 необходимо применять четыре категории интенсивности горения и весовые коэффициенты метода 28R.

Швейцария

Швейцарское постановление о защите воздуха было пересмотрено, и были введены требования к малым бытовым приборам с номинальной мощностью менее 70 кВт [99][91]. Для малых бытовых приборов мощностью менее 70 кВт установлены предельные значения.

Что касается продажи приборов, то постановление обеспечивает совместимость с нормами ЕС по экологическому дизайну: EU 2015/1185 твердотопливных локальных обогревателей помещений < 50 кВт и EU 2015/1189 твердотопливных котлов < 500 кВт. С 01/01/2022 применяются требования этих двух регламентов ЕС (сообщение Р. Кегеля (сообщение Р. Кегеля (Федеральное ведомство по охране окружающей среды [100]) в Citera от 21/12/2021)

Правила ужесточают ELV для СО и вводят ELV для пыли в условиях эксплуатации с обязательным проведением периодических проверок и мониторинга.

Теплоаккумуляторы обязательны для котлов мощностью до 500 кВт, за исключением pelletных котлов, номинальная мощность которых не превышает 70 кВт.

Предельные значения вступают в силу с 01/06/2018. Для существующих приборов допускаются переходные требования сроком на 10 лет [100].

Предельные значения приведены ниже:

Таблица 114: Швейцарские предельные значения для приборов мощностью < 70 кВт (новые и существующие) [99][91]

Категория	СО мг/м ³ при 13% O ₂	Пыль мг/м ³ при 13% O ₂
Плиты для приготовления пищи	4000	100
Однокомнатные обогреватели	2500	100
Котлы с ручной топкой	2500	100
Котлы с автоматическим розжигом	1000	50

Требования, касающиеся ввода в эксплуатацию приборов и периодических проверок, приведены на сайте:

Таблица 115: Требования к средствам управления [91] [100]

Категория	Ввод в эксплуатацию	Периодическая проверка
Плиты для приготовления пищи	Декларация об исполнении или приемочные измерения СО и пыли или ESP	Периодическая проверка и информационное руководство Мониторинг может потребоваться в случае жалобы жителей района
Однокомнатные обогреватели		
Котлы с ручной топкой	Измерение приемлемости СО и пыль	Периодический мониторинг СО (и пыль) каждые 4 года (каждые 2 года для котлов более 70 кВт)
Котлы с автоматическим розжигом		

Во время периодических проверок установок проводятся визуальные осмотры и мягкие меры, как, например, в следующих случаях:

- Контроль качества топливной древесины (влажность, размер, натуральность, отсутствие отходов)
- Остатки в камере сгорания (зола, сажа)
- Условия эксплуатации (зажигание сверху, подача воздуха)
- Техническое состояние отопительного прибора (воздухообмен, герметичность)

В случае несоответствия требованиям может потребоваться дооснащение электрофильтром или даже замена нагревательного прибора.

Временные требования допускаются на 10 лет для существующих приборов [100].

6.11.3.2 Маркировка

Германия

В 2020 году будут обновлены критерии маркировки печей «Голубой ангел». Экологический знак может быть присвоен печам, которые эффективно сжигают топливо и характеризуются значительно низким уровнем выбросов загрязняющих веществ. В дополнение к законодательным предписаниям, касающимся процесса испытания типа, к печам предъявляются особые требования, установленные «Голубым ангелом»: печи должны соответствовать значительно более низким предельным значениям выбросов твердых частиц и СО. Это условие должно быть проверено также на этапе розжига, когда наблюдается особенно высокий уровень выбросов. Что касается газообразного органического углерода (OGC) и оксидов азота (NO_x), то их выбросы должны быть ниже предельных значений, определенных в требованиях ЕС по экодизайну, действующих с января 2022 года [30].

Приведенные выше основные критерии присуждения премии относятся к дровяным печам, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации производителя предназначены для использования натуральной древесины (расколотых поленьев), включая кору, прессованной древесины (например, брикетов, пеллет) или для многократного сочетания этих видов топлива.

Печи, также разработанные производителем для сжигания угля, не входят в сферу действия Основных критериев премии.

Предельные значения приведены ниже:

Таблица 116: предельные значения выбросов для критериев «Голубого ангела» в 2021 году и методы испытаний [30].

Parameter	Test method for the measurement specifications according to Appendix B	Limit value (1) for emissions	Limit value (1) for emissions from stoves before a downstream separator
Particle mass concentration	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0.015 g/m ³	0.040 g/m ³
Particle count concentration	See Appendix C (Measurement obligatory from 01/01/2020)	From 01/01/2024: 5 x 10 ⁶ /cm ³	No value
CO mass concentration	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0.50 g/m ³	0.50 g/m ³
OGC mass concentration	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0.07 gC/m ³	0.07 gC/m ³
NO _x mass concentration	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0.18 g/m ³	0.18 g/m ³

(1) Based on dry flue gas, normalised to 0 °C, 1013 mbar and 13% oxygen by volume.
(2) Residential solid fuel burning appliances - Part 1: General requirements and test methods

Эти требования могут быть выполнены двумя способами [30]:

а) Тестирование всей системы:

Если средние значения отдельных измерений, описанных в документе Blue Angel Приложение В (спецификации измерений массовой концентрации частиц, СО, OGC и NO_x), которые проводились на испытываемой плите, включая все

предусмотренные приспособления и насадки, не превышают соответствующих пределов, указанных в вышеприведенной таблице, колонка 3.

б) В сочетании с эффективным сепаратором частиц:

- Требования будут выполнены, если средние значения отдельных измерений, описанных в документе Blue Angel Приложение В, которые были проведены на плите, не превышают соответствующих пределов, указанных в вышеприведенной таблице, колонка 4, и плита продается и устанавливается вместе с сепаратором частиц. Для сепараторов частиц должна быть подтверждена минимальная эффективность сепарации 75% от массы частиц и (с 01/01/2024) 90% от количества частиц. Предельное значение, указанное в вышеприведенной таблице, колонка 3, должно быть надежно соблюдено при учете эффективности сепарации
- Если сепаратор частиц, для которого подтверждена минимальная эффективность сепарации, уже встроен в дымоход, производитель может продавать печь и без сепаратора. Тот факт, что печь должна быть установлена вместе с соответствующим сепаратором частиц, встроенным в дымоход, должен быть указан при продаже продукта, а также в инструкции по установке. Встроенный в дымоход сепаратор частиц должен быть назван и испытан при подаче заявки на печь.

Концентрация частиц в $0,015 \text{ г/м}^3$ значительно ниже предельного значения, установленного регламентом ЕС 2015/1185 в $0,040 \text{ г/м}^3$ для печей, сжигающих дрова, и в $0,020 \text{ г/м}^3$ для печей, сжигающих пеллеты [18], которые не подпадают под действие «Голубого ангела». Ниже приведено сравнение, которое проиллюстрировано в таблице:

Таблица 117: Сравнение предельных значений выбросов по нормам экодизайна и критериям «Голубого ангела» в 2021 году [30]

	Эффективность %	Пыль/ТЧ мг/м ³	СО мг/м ³	NO _x мг/м ³	НС (OGC) мг/м ³
Приборы с закрытым фронтом твердого топлива, кроме древесных гранул (постановление ЕС)					
Требования к экологическому дизайну	65	40	1500	200	120
Эко-дизайн: ориентировочные показатели лучших приборов	86	20	500	50	30
Эко-дизайн: пример удачного сочетания	83	33	1125	115	69

Измерение параметра «общая масса частиц» должно проводиться в соответствии с DIN EN 16510–1:2018-11 А 4.7 и Приложением F. В качестве альтернативы можно использовать другие гравиметрические методы измерения этого параметра, которые были одобрены для процесса испытаний типа печей нотифицированными испытательными учреждениями в Германии.

Измерения CO, CO₂, O₂, H₂O, ЛОС, общей массовой концентрации пыли и количества частиц проводятся по методикам испытаний, приведенным ниже [92]:

- Непрерывное измерение в течение всех 7 циклов горения, от «холодного старта» до «остаточного веса угольного пласта»,
- Зажигание («холодный старт» = первые два горения) с помощью естественной тяги,
- Зажигание, номинальная и частичная нагрузка в одном испытательном цикле,
- Никакого отбора лучших ожогов, все ожоги подсчитаны и усреднены.

Естественная тяга и холодный запуск (повышенные выбросы из-за «холодного» сгорания) используются для представления реалистичного поведения при зажигании.

Поэтому требования к испытаниям «Голубого ангела» выходят за рамки требований к процессу типовых испытаний, предусмотренных регламентом ЕС 1185/2015 [30].

Кроме того, существуют требования к камере сгорания, герметичности, регулировке подачи воздуха (если режим номинальной и частичной нагрузки не распознается автоматическим управлением печи независимо от оператора, производитель печи должен указать точные режимы управления (включение устройства, приложение для смартфона или аналогичное) для выбора номинальной и частичной нагрузки оператором. Соответствующее примечание, а также точная спецификация дровяной опоры (масса дров, размеры, геометрия дров) для обоих режимов работы должны быть включены в краткое руководство пользователя и инструкцию по эксплуатации (вместе с фотографиями для наглядности). Оператору должно быть ясно, что только эти свойства древесины, определенные в ходе аккредитованных испытаний на выбросы, допустимы в соответствующих режимах управления и что другие свойства определенных древесных опор приводят к несоответствию требованиям «Голубого ангела»), монитор горения (должен быть предусмотрен дисплей для пользователя, который будет указывать на любое отклонение от оптимального рабочего состояния и просить пользователя разжечь огонь с помощью дров), рациональное использование энергии (должен быть определен КПД по отношению к энергии топлива при номинальной нагрузке (номинальная тепловая мощность) и «частичной нагрузке», предусмотренной производителем (наименьшая мощность, заявленная производителем). КПД не должен опускаться ниже 75%, ни при номинальной, ни при «частичной нагрузке»).

Скандинавские страны (Швеция, Норвегия, Исландия, Дания и Финляндия): Северный лебедь

Маркировка Nordic Swan была введена в 1989 году. К нему относятся дровяные печи и котлы. Критерии приведены ниже [9][98]:

Таблица 118: Критерии энергоэффективности и выбросов в Северном Лебеде (13% O₂ для печей, 10% O₂ для котлов) [9][98]

Appliance	CO (mg/Nm ³)	OGC (mg/Nm ³)	Dust ⁽¹⁾	NOx (mg/Nm ³)	Energy efficiency (%)
Manually fired stove or inset stove for non-continuous use	1250	100	2 g/kg fuel (average for max. 4 loads) 5 g/kg fuel (for each load)		76
Manually fired slow heat release appliances	1250	100	50 mg/m ³		83
Pellet stove with automatic feed	200	10	15 mg/m ³		87
Manually fired boiler	350	15	40 mg/m ³	200	87 + log(output)
Automatically fired boiler	250	10	30/40 mg/m ³	200	88 + log(output)

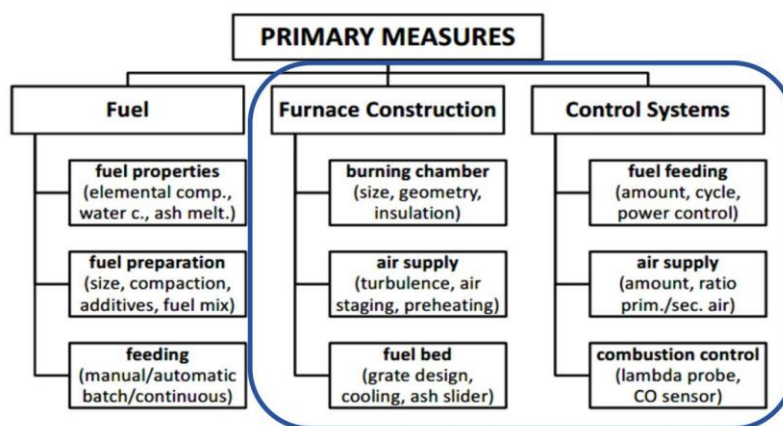
Выбросы, выраженные в г/кг, измеряются в туннеле разбавления, а выбросы, выраженные в мг/м³, - непосредственно в горячих дымовых газах [9].

Для печей с ручным управлением или печей со вставками для периодического использования используются NS 3058 и NS 3059, с нагрузками, определенными в классе 1 и классе 2, для испытания на наличие частиц [98].

Для других приборов используется стандарт CEN/TS 15883:2009 для частиц [98].

6.11.4. Разработка приборов с низким уровнем выбросов и наилучших доступных технологий

Для снижения выбросов загрязняющих веществ производители бытовой техники используют первичные конструктивные меры, как показано на следующем рисунке, а также, возможно, применяют вторичные меры. Катализаторы используются в США и Канаде, но в ЕС они применяются реже. Катализаторы эффективны в отношении СО и ЛОС, соответственно около 90 % для СО и 50–70 % для ЛОС [8]. Также можно использовать небольшой электростатический осадитель.



Source: <http://task32.ieabioenergy.com/iea-publications/events/workshop-highly-efficient-clean-wood-log-stoves-berlin-november-2015/>

Рисунок 8: Основные варианты, изученные для повышения эффективности печей [8]

В ЦГ ТЭВ [23] приведен следующий список новых технологий. Новые усовершенствованные печи, оснащенные улучшенным контролем воздуха, отражающими материалами и двумя камерами сгорания; Новые «умные» печи с автоматизированным контролем подачи воздуха и горения, термостатическим контролем, подключенные к Wi-Fi для сбора и отправки данных о горении производителю для улучшения обслуживания; Новые усовершенствованные печи для кладки, работающие с высоким КПД и низким уровнем выбросов; Новые усовершенствованные пеллетные котлы: полностью автоматизированные котлы (электронный контроль подачи воздуха, лямбда-датчики), конденсационные котлы, использующие стандартизированные пеллеты; дровяные карбюраторные котлы, использующие дрова или ~~целу~~ теплоаккумулирующее оборудование с накоплением тепла, снижающее частоту остановок/пусков и работу при частичной нагрузке, которая производит больше выбросов, чем работа при полной нагрузке; другое: рециркуляция дымовых газов, обратное сжигание, газификатор [95].

Снижение выбросов ТЧ достигается путем оптимизации условий сжигания несколькими способами, чтобы обеспечить наилучшие оптимальные условия по температуре, времени пребывания (необходимо достаточное время) и турбулентности (для обеспечения хорошего смешивания дымовых газов) (правила трех Т), а также геометрии камеры сгорания, подачи воздуха и уменьшения вмешательства пользователя с помощью автоматизированных систем сжигания. Решения для этих трех параметров Т могут быть применены в печах, как показано в [8].

Температура:

- Огнеупорная футеровка в камере сгорания,
- Форма и размер камеры сгорания,
- Материал и изоляция двери, а также размер окна и его коэффициент излучения или альтернативные стекла с покрытием или двойные/тройные окна с воздушными камерами между ними,
- Окна должны быть соответствующего ограниченного размера.

Достаточное время пребывания:

- Объемный расход газа,
- Распределение дымовых газов по камере сгорания,
- Распределение воздуха,
- Высота и ширина камеры сгорания.

Турбулентность или смешивание дымовых газов:

- Распределение окон продувочного воздуха,
- Направление и геометрия дополнительного приточного воздуха,
- Скорости дымовых газов и воздуха для горения,
- Геометрия основной и дополнительной камеры сгорания,
- Геометрия отклоняющей пластины и использование дефлекторов в камере сгорания,
- Предотвращение потоков утечки (герметизация),
- Предотвращение короткого замыкания потока дымовых газов.

Существует несколько проектов, направленных на усовершенствование дровяных печей и котлов, признавая, что в отношении выбросов ТЧ и потребления топлива технологии могут быть значительно улучшены по сравнению с существующей ситуацией.

В качестве примера можно привести проект «Дровяная печь 2020» [79], направленный на комплексное улучшение дровяных печей. В центре внимания проекта находится не только сама технология печи, но и вся система в целом. Это также подразумевает технические усовершенствования автоматического контроля воздуха для горения, аккумулирования тепла, контроля тяги в дымоходе и минимизации вмешательства пользователя и постоянных потерь. Были оптимизированы следующие параметры [83]:

- Соответствующая изоляция основной камеры сгорания и камеры дожигания для почти полного сгорания
- Эффективное смешивание дымовых газов с воздухом для горения
- Применение многоступенчатой подачи воздуха
- Теплообменник из материалов с фазовым переходом для достижения максимальной эффективности
- Автоматическое управление

С помощью новых технологий, разработанных в рамках проекта, предполагалось сократить выбросы на 50-80 % и увеличить КПД выше 90 % (ссылка не приводится). Производительность и выбросы были оценены на испытательном цикле, включающем партию розжига, 4 партии полной нагрузки и партию выжигания древесного угля. ТЧ измерялись в соответствии с prEN 16510 / DIN EN 13240 (при этом конденсаты не учитывались).

В рамках проекта «Дровяная печь 2020» были разработаны руководящие принципы для концепций печей с низким уровнем выбросов и высокой эффективностью:

- Руководство по концепциям печей с низким уровнем выбросов и высокой эффективностью [80],
- Руководство по автоматизированным системам управления для печей [81],
- Руководство по теплоаккумуляторам на основе материалов с фазовым переходом [82].

Благодаря решениям, разработанным в рамках проекта «Печь 2020», выбросы загрязняющих веществ изменились, как показано на следующем рисунке. Что касается выбросов ТЧ, то они составляют 10 мг/МДж по сравнению с 27 мг/МДж в печи, соответствующей новым требованиям экологического дизайна.

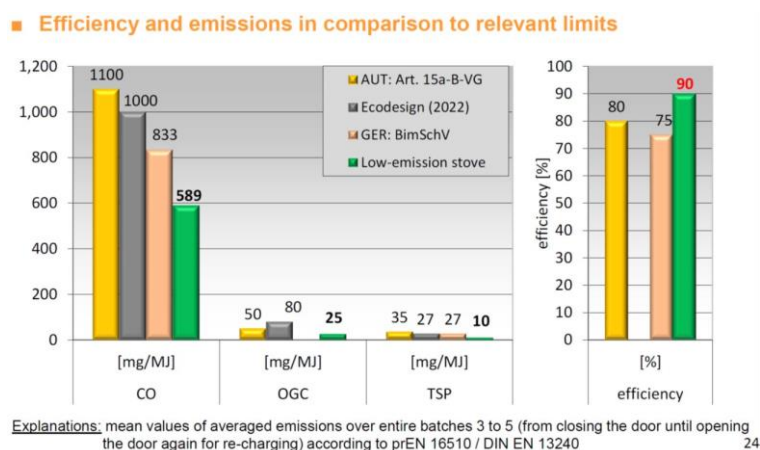


Рисунок 9: Эффективность и выбросы новой концептуальной печи, разработанной в рамках проекта STOVE 2020 [83]

Исследование [84], проведенное во Франции компанией INERIS по поручению ADEME совместно с двумя французскими производителями печей (Chazelles и Supra), имело целью охарактеризовать технологии, используемые в двух наиболее эффективных среди североамериканских приборов, и их влияние на выбросы в атмосферу, путем тестирования этих приборов и сравнения их экологических и энергетических показателей с показателями двух французских приборов последнего поколения, при различной интенсивности горения и двух различных видах древесины. Измерения концентрации загрязняющих веществ были проведены на четырех приборах:

- Две французские печи, выбранные из двух производителей, участвовавших в проекте (Chazelles и Supra), показали наилучшие результаты,
- Две американские печи (без использования катализаторов): Scan (выброс ТЧ 1,1 г/ч по стандартному методу испытаний США) и Quadra Fire (выброс ТЧ 1,1 г/ч по стандартному методу испытаний США).

Используемый протокол измерения загрязняющих веществ был разработан для имитации реальных условий работы печей, таких как интенсивность горения, загрузка дров, виды дров. План измерений выглядит следующим образом:

- Нагрузка на древесину: 100% и 170% от номинальной нагрузки,
- Скорость горения: 3 уровня: используемый в настоящее время владельцами печей (18 Па), номинальный (12 Па (как в европейской норме)), пониженный (8 Па) (также очень часто встречается в реальной жизни),
- Порода древесины: сосна и бук.

Чтобы сохранить репрезентативность реальных условий эксплуатации, измерения проводились на полном цикле сгорания. Перед измерениями все 4 печи были предварительно нагреты.

Газообразные загрязняющие вещества измерялись по общепринятым стандартизированным методам. Для ТЧ измерялась твердая фракция и конденсирующиеся части. ТЧ, включая конденсирующиеся части, измерялись по двум методам:

- Метод США 5Н ((горячее фильтрование + серия импеллеров при 20°C (улавливание конденсируемого в изопропанол)),
- Фильтруемый ТЧ методом горячей фильтрации и конденсируемый ТЧ с соотношением ЛОС, отслеживаемым с помощью пламенно-ионизационного детектора (ПИД).

ЕС/ОС (Элементарный углерод/Органический углерод) и ЕВС (Эквивалентный черный углерод) были измерены после разбавления горячих газов с соотношением 100 (FPS 4000 Dekali). ЕС и ОС измеряются термооптическим методом (ЕС-ОС sunset Lab), а ЕВС - методом оптического поглощения (АЕ33).

Также были измерены экологические характеристики печей в соответствии с европейским протоколом NF EN 13229 в нормализованных условиях, которые приведены ниже:

Таблица 119: Обзор экологических характеристик двух французских печей последнего поколения и двух американских печей, входящих в число приборов с наилучшими характеристиками в соответствии со стандартом ЕС 13229 [84]

	Единица	Chazelles	Supra	Krog Iversen	Quadra fire
Модель		HP 700	Нео 55	Сканирование DSA 4	3100 Миллениум
Термовходная мощность	кВт	10	7	6	9.4
Эффективность	%	78	77	78.3	70.7
СО	%	0.09	0.04	0.10	0.09
твёрдая фракция ТЧ	мг/м ³ при 13% O ₂	11	22	33	16
ОЛОС	мг С экв/м ³ при 13% O ₂	95	34	188	52
NO _x	мг NO ₂ экв/м ³ при 13% O ₂	108	46	120	85

Таблица А6-1 отчета INERIS

Концентрации загрязняющих веществ, измеренные в соответствии с планом опыта, разработанным для лучшего отражения реального использования печей, показаны ниже:

Таблица 120: Обзор концентраций загрязняющих веществ, измеренных на двух французских печах последнего поколения и двух американских печах с наилучшими показателями в соответствии с экспериментальным протоколом, отражающим реальные условия жизни [84].

Загрязняющее вещество	Единица	Supra	Chazelles	Krog Iversen	Quadra fire
Модель		HP 700	Нео 55	Сканирование DSA 4	3100 Миллениум
СО	г/кг	46.7	26.3	19.0	38.9
СО ₂	г/кг	1775	1774	1795	1757
NO _x	г NO ₂ экв/к г	0.97	1.07	1.2	0.71
ОЛОС	г эквС/кг	6.3	4.0	1.8	2.8
СН ₄	г/кг	2.5	1.4	0.74	1.7
ТЧ твёрдый фракция	г/кг	1.46	2.45	1.08	0.51
ТЧ конденсируемый	г/кг	2.70	3.30	2.0	1.20
ТЧ всего	г/кг	4.16	5.75	3.08	1.71
ЕС	мг/кг	0.22	0.64	0.52	0.08
ЕВС	мг/кг	0.55	0.97	0.57	0.17

Таблицы 8 и 9 отчета INERIS

Таблица 121: Обзор экологических характеристик двух французских печей последнего поколения и двух американских печей с лучшими показателями в соответствии с экспериментальным протоколом, отражающим реальные условия жизни [84].

	Единица	Chazelles	Supra	Krog Iversen	Quadra fire
Модель		HP 700	Neo 55	Сканирование DSA 4	3100 Миллениум
Эффективность	%	61.0	69.4	61.7	71.7
СО	%	0.175	0.302	0.127	0.264
твердая фракция ТЧ	мг/м ³ при 13% O ₂	202	119	89	43
ТЧ всего	мг/м ³ при 13% O ₂	274	217	168	100
ОЛОС	мг С экв/м ³ при 13% O ₂	332	508	152	238
NO _x	мг NO ₂ экв/м ³ при 13% O ₂	90	78	101	60

Таблица А6-3 отчета INERIS

Согласно этим результатам, доля твердых ТЧ в общем объеме ТЧ (включая конденсаты) составляет 56 ± 7 %. Наибольшее значение твердая фракция имеет при номинальной скорости горения - 72%. Она составляет 46% и 51% при текущей и пониженной интенсивности горения соответственно. Значения фракций также меняются в зависимости от приборов. В двух французских печах эти значения больше (58% и 70%), чем в американских (48% и 51%).

Для двух французских печей была обнаружена отличная корреляция между содержанием конденсата и ОЛОС. При рассмотрении всех печей эта корреляция приводит к снижению качества, поскольку содержание конденсата в двух американских печах ниже, чем во французских.

Выбросы загрязняющих веществ в реальных условиях значительно выше по сравнению с концентрациями, полученными в соответствии со стандартом ЕС 13229 при номинальной мощности, как показано в следующей таблице. Соотношения приведены в таблице:

Таблица 122: Соотношения выбросов, измеренных в почти реальных условиях и в стандартных условиях (EN 13229) [84]⁴

	Chazelles	Supra	Krog Iversen	Quadra fire
СО	1.9	7.6	1.3	2.9
Твердый ТЧ	18.4	5.4	2.7	2.7
ОЛОС	3.5	14.9	0.8	4.6
NO _x	0.8	1.7	0.8	0.7

⁴ Рассчитано ЦГ ТЭВ по данным таблиц А6-1 и А6-3

Заметно, что в случае двух американских печей соотношение для твердых ТЧ меньше, чем в случае двух французских печей. Этот эффект подчеркивает хорошие методы стандартизации, способные отразить реальные условия использования, что позволяет сделать вывод о том, что печи разработаны для эффективного ограничения выбросов на протяжении всего цикла сжигания древесины.

Доля ЭБК в общем количестве ТЧ составляет $25 \pm 6\%$. Это значение не изменяется статистически значимым образом. Однако прибор, скорость горения и тип древесины могут играть важную роль. В печи Quadra эта доля составляет 18 %, что значительно ниже, чем в других печах (от 27 до 29 %). Доля ЕВС составляет около 35% при номинальной интенсивности горения и только 22 и 19% при используемой в настоящее время интенсивности горения и пониженной интенсивности горения.

Таблица 123: Доля ЕВС в ТЧ в % [84]

	Chazelles	Supra	Krog Iversen	Quadra fire	Среднее значение
Средняя скорость сгорания	36	14	20	20	23
Номинальная скорость горения	20	44	46	29	35
Снижение интенсивности горения	25	24	22	4	19
Бук	23	39	19	9	23
Сосна	33	15	40	27	29
Номинальная нагрузка	30	28	33	25	29
Номинальная нагрузка x 1,7	25	26	26	11	22
Среднее значение по всем тестам	27	27	29	18	25

Таблица 20 из 84

Целью этого французского проекта было, кроме того, определить, какими могут быть лучшие решения для сокращения выбросов. Проведенная оценка позволяет определить определенное количество параметров, по которым можно принимать меры.

Два французских прибора были модифицированы, и их выбросы были проверены после этих модификаций. Далее приводятся некоторые примеры внесенных изменений (глава 6.1 отчета INERIS):

- Удаление двух бревенчатых упоров,
- Улучшенное регулирование первичного воздуха,
- Добавлен четвертичный воздух,
- Регулирование воздуха из стекла,
- Двойная перегородка для большего количества входов вторичного воздуха,
- Улучшенная изоляция.

После этих изменений измеренные выбросы стали такими, как показано ниже:

Таблица 124: Выбросы после модификации французских приборов [84]

Загрязняющее вещество	Единица	Supra модифицированная		Шазель модифицированный	
		Номинальный	Снижение	Номинальный	Снижение
Скорость сгорания					
СО	г/кг	23.7	27.3	28.1	-
СО2	г/кг	1752	1744	1744	-
NOx	г NO2 экв /кг	1.23	1.18	1.13	-
ОЛОС	г/кг Цек/кг	3.13	4.46	4.16	-
твердая фракция ТЧ	г/кг	0.31	0.46	0.77	-
конденсируемая фракция ТЧ	г/кг	0.62	0.79	1.57	-
Всего ТЧ	г/кг	0.93	1.26	2.34	-

Показатели прибора Supra после модификации стали аналогичны показателям прибора Quadra-fire. Выбросы ТЧ снизились в 2–3 раза по сравнению с результатами, полученными до модификации. Для прибора Chazelle показатели после модификации оказались не столь высокими из-за специфических особенностей печи.

В исследовании даны рекомендации по разработке высокоэффективных печей, способных соответствовать стандартам США по выбросам ТЧ.

В исследовании делается вывод о том, что низкая способность стандартизированных тестов во Франции отражать реальные условия эксплуатации устройств приводит к снижению влияния на улучшение качества воздуха при замене старого устройства на новое, последнего поколения.

В исследовании «Наилучшие доступные техники (НДТ) для бытового дровяного отопления», среди прочего, приводится [9]:

- Обзор методов, которые могут быть применены для улучшения экологических характеристик дровяных отопительных приборов,
- Определение НДТ.

Был проведен опрос производителей и импортеров бытовой техники, чтобы получить представление об используемых в настоящее время технологиях, касающихся обеспечения лучшего сгорания, сокращения выбросов и экологических характеристик техники. Обследование охватило 41 дровяную печь и 14 пеллетных печей.

В исследовании дается оценка методов по следующим темам (описание, применение, польза для окружающей среды, финансовые аспекты):

- Дизайн новых приборов - Первичные меры
 - Пластина для защиты от пламени
 - Решетка в камере сгорания
 - Изоляция камеры (камер) сгорания
 - Использование теплоотражающего материала в камере сгорания
 - Маленькое стеклянное окно с двойным, тройным или покрытым стеклом
 - Форма камеры сгорания

- Наличие второй камеры сгорания или зоны/ канала для последующего сгорания
- Поэтапная подача воздуха
- Управление подачей воздуха - моноуправление подачей воздуха
- Управление подачей воздуха - автоматическое управление подачей и циркуляцией воздуха
- Герметичная конструкция прибора
- Система рекуперации тепла дымовых газов
- Предлагая приборы с различными классами мощности и диапазонами
- Автоматическая подача топлива
- Усовершенствованный контроль процесса горения
- Дизайн новых приборов - Вторичные меры
 - Интеграция катализатора
 - Интеграция электростатического осадителя
- Существующие приборы - первичные меры
 - Рекуперация тепла из дымовых газов (с акцентом на (сохранение) достаточной тяги в дымоходе)
 - Аккумулирование тепла (например, дополнительная масса или бойлер)
 - Принудительная тяга для достаточной подачи воздуха
- Существующие приборы - вторичные меры
 - Интеграция катализатора
 - Интеграция электростатического осадителя
- Установка приборов
 - Выбор прибора для конкретного использования
 - Правильная установка прибора
 - Подача наружного воздуха
 - Правильная установка трубы для отвода дымовых газов
 - Изоляция трубы для отвода дымовых газов
 - Принудительная тяга для достаточной подачи воздуха в камеру сгорания
 - Установка специалистом-установщиком
 - Обеспечьте сухое и вентилируемое место для хранения древесины (в помещении или на открытом воздухе)
- Использование приборов
 - Следуйте советам по выжиганию по дереву
 - Ограничить сжигание древесины в случае высокой концентрации мелкодисперсной пыли и неблагоприятных погодных условий
 - Следуйте инструкциям производителя
- Обслуживание приборов и дымовых труб
 - Регулярное обслуживание приборов и дымовых труб

В следующей таблице представлены наблюдаемые характеристики печей в сравнении с предельными значениями, установленными регламентом ЕС 2015/1185:

Таблица 125: Значения выбросов по результатам исследования для печей, сжигающих поленья, согласно Вито [9].

Appliances with closed front – solid fuel other than wood pellets (EU) 2015/1185	Seasonal energy efficiency	Dust/PM mg/m ³	CO mg/m ³	NO _x mg/m ³	HC (OGC) mg/m ³
Ecodesign requirements	65 %	40	1500	200	120
Ecodesign - indicative benchmark for best-performing appliance	86 %	20	500	50	30
Ecodesign - example of good combination	83%	33	1125	115	69
Survey Best reported performance per parameter	90.2%	6	317	47	20
Appliance survey Lowest CO Lowest HC	81%	26	317	86	20
Appliance survey Lowest PM appliance 1	80%	6	625	127	48
Appliance survey Lowest PM appliance 2	83%	6	835	99	77
Appliance survey Highest efficiency	90.2%	18	435	121	25
Appliance survey Highest NO _x	83.5%	32	625	147	34
Appliance survey Highest CO appliance 1	84%	27.1	1250	112	96
Appliance survey Highest CO appliance 2	75%	14	1250	120	83
Appliance survey Highest PM	80.6%	40	1000	88	35
Appliance survey Lowest NO _x Highest HC	80%	30	1140	47	110
Appliance survey Lowest efficiency for appliance 1	75%	14	1250	120	83
Appliance survey Lowest efficiency for appliance 2	75%	15	775	58	23
Survey Best reported performance per parameter Capacity < 10 kW	90.2%	6	317	70	20
Appliance survey Lowest CO Lowest HC	81%	26	317	86	20
Appliance survey Lowest PM appliance 1	80%	6	625	127	48
Appliance survey Lowest PM appliance 2	83%	6	835	99	77
Appliance survey Highest efficiency	90.2%	18	435	121	25
Appliance survey	84%	15	875	70	28

Lowest NOx					
Appliance survey	84%	27.1	1250	112	96
Highest CO					
Highest HC					
Appliance survey	84%	35	1021	139	53
Highest PM					
Appliance survey	80.92%	26	898	146	87
Highest NOx					
Appliance survey	75.3%	29	880	105	23
Lowest efficiency					
Survey	86.7	10	575	47	23
Best reported performance per parameter					
Capacity >= 10 kW					
Appliance survey	76%	31	575	105	26
Lowest CO					
Appliance survey	82%	10	1087.5	99	88.7
Lowest PM					
Appliance survey	86.7%	24	750	91	47
Highest efficiency					
Appliance survey	80%	30	1140	47	110
Lowest NOx					
Highest HC					
Appliance survey	75%	15	775	58	23
Lowest HC					
Appliance survey	75%	14	1250	120	83
Highest CO					
Appliance survey	80.6%	40	1000	88	35
Highest PM					
Appliance survey	83.5%	32	625	147	34
Highest NOx					
Appliance survey	75%	14	1250	120	83
Lowest efficiency for appliance 1					
Appliance survey	75%	15	775	58	23
Lowest efficiency for appliance 2					

По сравнению с регулятором Eco-design, примером хорошего сочетания, 3 прибора в исследовании получили более высокие оценки по каждому из параметров (см. таблицу). Все приборы являются отдельно стоящими, первые два оснащены подключением к центральному отоплению. Все приборы имеют пламегаситель, изоляцию, зону дожигания, герметичную конструкцию, подачу воздуха снаружи, предварительный подогрев вторичного воздуха для горения и рекуперацию тепла.

Таблица 126: показатели выбросов для печей, работающих на дровах, полученные в результате исследования, с характеристиками, превосходящими пример хорошего сочетания в правилах экодизайна согласно Vito [9].

	Seasonal energy efficiency	Dust/PM mg/m ³	CO mg/m ³	NOx mg/m ³	HC (OGC) mg/m ³
Appliance 1	86.7%	24	750	91	47
Appliance 2	90.1%	22	500	90	22
Appliance 3	84%	15	875	70	28

Для пеллетных печей результаты следующие:

Таблица 127: значения выбросов по результатам исследования для пеллетных печей по данным Vito [9]

Appliances with closed front – wood pellets as fuel (EU) 2015/1185	Seasonal energy efficiency	Dust/PM mg/m ³	CO mg/m ³	NOx mg/m ³	HC mg/m ³
Ecodesign requirements	79%	20	300	200	20
Ecodesign - indicative benchmark for best performing appliance	94%	10	250	50	10
Ecodesign - example of good combination	91%	22	312	121	22
Survey Best reported performance per parameter	93.6 %	5	14	109	1
Appliance survey Lowest CO Lowest PM Highest HC	90.5%	5	14	112	6
Appliance survey Lowest NOx Highest efficiency	93.6	16	37	109	4
Appliance survey Lowest HC	90.9%	17	27	142	1
Appliance survey Lowest efficiency	90.3	16	43	123.5	<3
Appliance survey	93.2%	8	84	146	<3
Highest CO Highest NOx					
Appliance survey Highest PM	92.7%	18	46	114.5	<3

Есть две пеллетные печи (см. табл. 128), которые имеют лучшие показатели по всем параметрам. Оба прибора являются отдельно стоящими, имеют пламегаситель, колосниковую решетку, изоляцию, теплоотражающий материал, одинарное остекление, вертикальную камеру сгорания, герметичную конструкцию, внешнюю подачу воздуха и рекуперацию тепла.

Таблица 128: значения выбросов для пеллетных печей из исследования с характеристиками лучше, чем пример хорошего сочетания в правилах экодизайна по Вито [9].

	Seasonal energy efficiency	Dust/PM mg/m ³	CO mg/m ³	NOx mg/m ³	HC (OGC) mg/m ³
Appliance 1	93.6	16	37	109	4
Appliance 2	92.7%	18	46	114.5	<3

Для котлов ситуация выглядит следующим образом:

Таблица 129: значения выбросов по результатам исследования для pelletных котлов по данным Vito [9]

Solid fuel boiler – automatically stoked (EU) 2015/1189	Seasonal energy efficiency	Dust/PM mg/m ³	CO mg/m ³	NOx mg/m ³	HC mg/m ³
Ecodesign requirements	75% (>20 kW) 77% (>20 kW)	40	500	200	20
Ecodesign - indicative benchmark for best performing appliance	96% for cogeneration connection 90% with flue gas condenser 84% other boilers	2	6	97	1
Ecodesign - example of good combination	81%	7	6	120	2
Survey Best reported performance per parameter	107.3	9	9	92	1
Appliance survey Lowest CO Highest NOx Lowest HC Highest efficiency	107.3%	13	9	123	<1
Appliance survey Lowest PM Lowest NOx Lowest efficiency	93.4%	9	22	92	1
Appliance survey Highest CO Highest PM Highest HC	95.3%	19	45	106	1

Экологически чистые технологии были оценены с точки зрения их технической осуществимости, воздействия на окружающую среду и экономической целесообразности, и исследование показывает, можно ли считать вышеупомянутые экологичные технологии НДТ для бытового дровяного отопления. СВС = необходимо оценивать в каждом конкретном случае (в зависимости от ситуации)

НДТ при разработке новых приборов направлены на оптимизацию условий сгорания, снижение выбросов и оптимизацию энергоэффективности. НДТ требует, чтобы при разработке новых приборов применялась комбинация методов (мер). То, как эти меры реализуются на практике и сочетаются друг с другом, является частью технического ноу-хау нескольких производителей печей. Разные производители печей могут выбрать различные варианты, которые могут привести к эквивалентным экологическим показателям.

Если приборы соответствуют действующим требованиям по выбросам и энергоэффективности в стандартных условиях испытаний, Vito напоминает, что экологические показатели в реальных условиях эксплуатации (меняющиеся условия сгорания, которые не всегда идеальны) ниже, чем показатели, измеренные в лабораториях, в стандартных условиях испытаний. Причины, по которым процедуры испытаний отклоняются от реальных условий, включают:

- Начало (и тушение) пожара обычно не учитывается,
- Горение при частичной нагрузке обычно не учитывается,

- Конденсируемая фракция пыли обычно не измеряется,
- Идеальное отрицательное давление,
- Идеальное качество топлива (содержание влаги, отсутствие коры и т.д.),
- Идеальные породы древесины (например, не смолистые хвойные бревна),
- Идеальные размеры топлива,
- Идеальное количество топлива,
- Идеальная установка,
- Идеальная настройка и использование (например, управление подачей воздуха),
- Предварительно нагретый прибор.

В следующей таблице приведены НДТ, использованные при проектировании различных приборов. Методы, направленные на максимально возможное устранение неправильного вмешательства пользователя, что позволяет снизить выбросы, отмечены звездочкой (*) в левой колонке. Оценки НДТ и НДТ для каждого конкретного случая (сbc) определяются, как показано ниже, VITO:

- НДТ: техника считается необходимой для достижения уровней производительности, соответствующих НДТ для данного типа прибора, и поэтому должна быть стандартно установлена на каждом новом приборе этого типа, независимо от профиля пользователя.
- НДТ сbc: техника может способствовать достижению уровней производительности, связанных с НДТ, но не обязательно присутствует в каждом приборе. Более подробную информацию об оценке сbc можно найти для каждого типа прибора под таблицей.

Таблица 130: Обзор НДТ и НДТ по отдельным случаям (сbc) по типам приборов в соответствии с Vito [9]

Technique	See paragraph	Open fireplace	Wood stove	Pellet stove	Mass stove	Wood-burning boiler	Pellet boiler
<i>Techniques specifically aimed at eliminating (incorrect) user behaviour as much as possible and thus at reducing emissions during use are marked with an asterisk (*) in the left column.</i>							
Flame baffle plate	4.1.1	/	BAT	BAT	BAT	BAT	BAT
Grate in the combustion chamber	4.1.2	/	cbc	BAT	cbc	cbc	BAT
Insulation of the combustion chamber	4.1.3	/	BAT	BAT	BAT	BAT	BAT
Use of heat-reflective material in the combustion chamber	4.1.4	/	cbc	cbc	cbc	cbc	cbc
Keep the surface area of the glass window as small as possible	4.1.5	/	cbc	cbc	cbc	n/a ⁴⁵	n/a ⁴⁵
Use double-glazed, triple-glazed or coated glass for the glass window	4.1.5	/	cbc	cbc	cbc	n/a ⁴⁵	n/a ⁴⁵
A vertical instead of horizontal combustion chamber	4.1.6	/	cbc	cbc	cbc	BAT	BAT
Presence of a 2nd combustion chamber or combustion zone/duct for post-combustion	4.1.7	/	BAT	BAT	BAT	BAT	BAT
Staged air supply	4.1.8	/	BAT	BAT	BAT	BAT	BAT
* Air supply control – mono-control	4.1.9	/	BAT ⁴⁶	n/a ⁴⁷	BAT ⁴⁶	BAT ⁴⁶	n/a ⁴⁷
* Air supply control – automatic control of air supply and air circulation	4.1.10	/	cbc	BAT	cbc	BAT	BAT
Airtight design of the appliance	4.1.11	/	BAT	BAT	BAT	BAT	BAT
Preheating air supply for combustion	4.1.12	/	BAT	BAT	BAT	BAT	BAT
Flue gas heat recovery system	4.1.13	/	cbc	cbc	cbc	cbc	cbc
* Stimulate stoking at nominal load as much as possible by offering appliances in different capacity classes and with a limited capacity range	4.1.14	/	BAT	BAT	BAT	BAT	BAT
* Automatic fuel supply	4.1.15	/	cbc	BAT	cbc	cbc	BAT
* Advanced combustion process control based on room temperature and weather conditions	4.1.16	/	cbc	cbc	cbc	cbc	cbc
A catalyst integrated in the appliance	4.2.1	/	cbc	cbc	cbc	cbc	cbc
An electrostatic precipitator integrated in the appliance	4.2.2	/	cbc	cbc	cbc	cbc	cbc

* Техники, направленные на максимально возможное устранение (некорректного) вмешательства пользователя

Опрос производителей печей показывает, что несколько приборов на рынке превышают требования экодизайна, применяя НДТ, причем это может происходить по всем параметрам одновременно. Это свидетельствует о том, что такие требования, возможно, нуждаются в обновлении. В связи с тем, что стандартизированные условия испытаний в директиве ЕС по экодизайну не являются репрезентативными

В реальных условиях остается неясным, будут ли приборы, показавшие наилучшие результаты в лабораторных условиях, также лучше работать в реальных условиях эксплуатации.

Для существующих приборов следующие меры могут применяться в определенных ситуациях и оцениваются как НДТ сbc (для каждого конкретного случая):

- Рекуперация тепла дымовых газов
- Хранение тепла
- Принудительная тяга

Следующие вторичные меры могут быть реализованы для сокращения выбросов от существующих (старых или новых) приборов при соблюдении ряда технических условий.

- Установка катализатора, особенно в случае неприятного запаха,
- Установка электростатического фильтра.

Электрофильтры (вторичный метод, используемый для снижения выбросов ТЧ) становятся частью нормативных документов, как в случае с новым знаком «Голубой ангел» в Германии [30]. В исследовании Vito [9] они были охарактеризованы как НДТ для различных дровяных приборов, но, по мнению Хартманна [86], они являются частью новой концепции печей будущего.

В Саас Фее (Швейцария) муниципалитет запустил программу субсидирования для оснащения дымоходов небольших бытовых дровяных отопительных приборов небольшими электрофильтрами типа Оeko Tube. Было оборудовано 74 системы [108]. Измерения выбросов ТЧ были проведены до и после установки электрофильтра на 22 приборах [107].

На следующем рисунке представлены результаты:

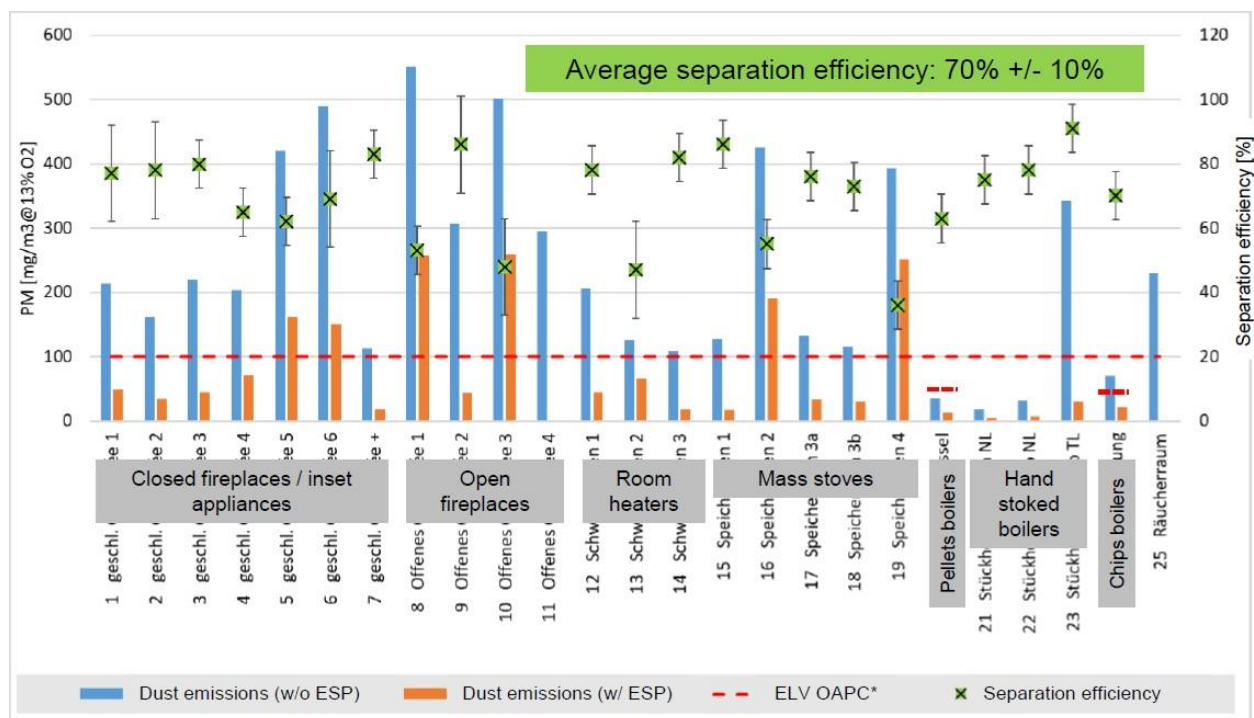


Рисунок 10: Выбросы ТЧ до и после установки электрофильтра в дымоходах 22 малых дровяных приборов [107]

Было продемонстрировано, что электрофильтр (ESP) (*OekoTube*) является очень подходящим решением для модернизации установок для сжигания древесины, со средней эффективностью разделения 70% +/-10%, для 20 установок в Саас-Фе. Электрофильтр работает хорошо, даже на установках с высоким уровнем выбросов (в этих случаях эффективность разделения ниже), но его можно улучшить за счет более точных настроек системы электрофильтра (критерии активации, напряжение). Система надежна, имеет простую конструкцию и установку [107].

Что касается обслуживания, то электрофильтр требует регулярной очистки трубочистом, включая обслуживание электрофильтра (частота зависит от количества отделяемой пыли). При большом количестве пыли и низкой частоте очистки может возникнуть риск пожара в дымоходе [107].

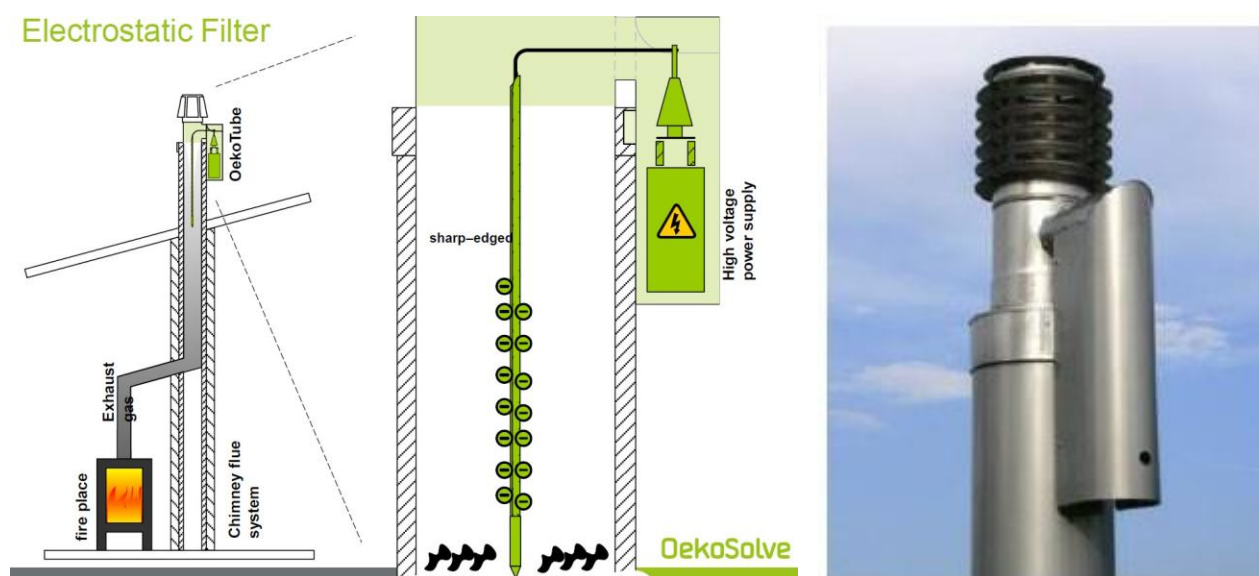


Рисунок 11: Принцип работы электрофильтра Oekosolve и фотография дымохода, оснащенного системой [108].

Некоторые производители котлов начали предлагать интегрированные котлы с электростатическими фильтрами. Для котлов малой тепловой мощности (до 1 МВт) заявлена эффективность 20 мг ТЧ/м³ [109][110] при 10% O₂ (или 27 мг при 6% O₂, 15 мг при 13% O₂). Для более крупных котлов используется циклон в сочетании с электрофильтром.

Электрофильтр Heizoclean® 20 мг ТЧ/Нм³ при 10% O₂



Рисунок 12: Котел на древесной щепе со встроенным электрофильтром [109][110].

6.11.5. Новые разработки

Конкурс дизайна дровяных печей [85] был организован несколько лет назад (в 2013 году был проведен первый конкурс). В результате серии предыдущих испытаний были созданы одни из самых чистых и инновационных печей, доступных сегодня на рынке США. В 2022 году пятый конкурс будет направлен на привлечение и расширение сообщества разработчиков дровяных обогревателей, развитие отношений между научными кругами, промышленностью и другими заинтересованными сторонами для разработки самых инновационных, более чистых и эффективных дровяных обогревателей, а также на поощрение и создание сильных команд, способных принять участие в конкурсе Wood Heater Design Challenge, который состоится в 2023 году. Цель состоит в том, чтобы спроектировать и разработать печи с самыми низкими показателями выбросов (даже почти «нулевыми выбросами» в практических условиях эксплуатации [86]).

По словам И. Хартманна [86], в рамках проекта «Установки для очистки выхлопных газов для безэмиссионных печей на биомассе» (чилийский и немецкий проект) концепция печей будущего включает в себя:

- Перепроектирование и разработка камер сгорания, например, сжигание топлива в нисходящем потоке,
- Датчики контроля воздуха и выхлопных газов,
- Катализаторы, интегрированные в печь,
- Встроенные в печь системы удаления твердых частиц,
- Интегрированные в дымоход системы удаления твердых частиц,
- Практические испытания всех нагревательных приборов,
- Голубой ангел/тесты на выбросы для всех отопительных приборов.

В долгосрочной перспективе И. Хартманн [86] рекомендует разрабатывать установки с очень низкими значениями выбросов, сравнимыми с системами сжигания нефти и газа (например, в 2050 году: в реальном режиме $< 1 \text{ мг/м}^3$ при 13% O₂ и при полной нагрузке $< 0,1 \text{ мг/м}^3$ при 13% O₂). По мнению И. Хартманна [86], первым шагом является: Экомаркировка «Blauer Angel» для дровяных печей. Необходимо ввести предельные значения количества частиц: первая оценка на ближайшие годы: $< 1 \cdot 10^6 / \text{см}^3$.

По мнению Хартманна [86], необходимо провести обширную исследовательскую работу по следующим вопросам:

- Исследование процессов горения,
- Дальнейшее развитие печи,
- Разработка катализатора и осадителя (в условиях высоких температур),

6.11.6. Выводы и возможные обновления предельных значений выбросов (ELV) в Приложении X Гётеборгского протокола

Пункт 16 приложения X Гётеборгского протокола гласит следующее [1]:

Установки сжигания с номинальной тепловой мощностью $< 50 \text{ МВт}$:

Этот пункт носит рекомендательный характер и описывает меры,

которые могут быть приняты в той мере, в какой Сторона считает их технически и экономически осуществимыми для контроля твердых частиц:

(a) Жилые установки сгорания с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт:

(i) Выбросы от новых бытовых печей и котлов с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт могут быть снижены за счет применения:

a. Стандарты на продукцию, описанные в стандартах CEN (например, EN 303-5) и эквивалентных стандартах на продукцию в США и Канаде. Страны, применяющие такие стандарты на продукцию, могут определить дополнительные национальные требования, учитывающие, в частности, вклад выбросов конденсируемых органических соединений в образование ТЧ в окружающей среде; или

b. Экомаркировка, определяющая критерии эффективности, которые обычно строже, чем минимальные требования к эффективности, установленные стандартами на продукцию EN или национальными нормами;

(ii) Выбросы от существующих бытовых печей и котлов можно сократить с помощью следующих основных мер:

a. Программы информирования и повышения осведомленности общественности о:

i. Правильная эксплуатация печей и котлов;

ii. Используйте только необработанную древесину;

iii. Правильная выдержка древесины с учетом ее влажности.

b. Создание программы по содействию замене самых старых существующих котлов и печей на современные приборы; или

c. Установление обязательства по обмену или модернизации старых приборов.

В таблице 12 приложения X Гётеборгского протокола [1] приведены рекомендуемые предельные значения:

Таблица 131: Таблица 12 Приложения X Гётеборгского протокола [1]

Рекомендуемые предельные значения для выбросов пыли от новых установок для сжигания твердого топлива с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт для использования со стандартами на продукцию

	Пыль (мг/м ³)
Открытые/закрытые камины и печи на дровах	75
Дровяные котлы (с теплоаккумулятором)	40
Пеллетные печи и котлы	50
Печи и котлы, работающие не на древесине, а на других видах твердого топлива	50
Автоматические установки для сжигания топлива	50

Примечание: эталонное содержание O₂: 13%.

Как было показано в предыдущих главах, КПД и показатели выбросов небольших приборов для сжигания древесины изменились, и теперь доступны приборы с более низким уровнем выбросов.

В связи с этим стандарты могут быть потенциально обновлены. Обзор литературы, проведенный ЦГ ТЭВ, позволяет сделать некоторые предложения.

Один из ключевых вопросов заключается в том, что процедуры испытаний, используемые для стандартизации и маркировки приборов, должны быть разработаны таким образом, чтобы воспроизводить реальные условия эксплуатации приборов и учитывать как твердые, так и конденсируемые фракции ТЧ.

Стандарты должны быть определены с использованием процедур испытаний, воспроизводящих весь цикл сжигания топлива, от фазы зажигания до фазы остаточной массы угольного пласта, как это в настоящее время применяется в Германии для маркировки «Голубой ангел» [30], в США [89], а не только при номинальной нагрузке, как это в настоящее время применяется в постановлении ЕС 2015/1185 [17] для метода измерения на основе нагреваемых фильтров (измеряется твердая фракция ТЧ). Как было показано в предыдущих главах, эксперты рекомендуют проводить такие испытания, чтобы продвигать технологические разработки в направлении оптимизации реальной работы и лучше отличать качественные и некачественные продукты.

Предложенные предельные значения ТЧ по-прежнему выражены в твердых частицах. Предпочтительно использовать предельные значения, включающие конденсируемые частицы, но на данном этапе исследования было трудно предложить значения из-за отсутствия надежных данных измерений с использованием туннеля разбавления. Большая доля ТЧ не представлена, учитывая, что конденсаты абсолютно необходимы для более точной характеристики воздействия ТЧ на качество воздуха. Более того, оптимизация эффективности печей не может пренебрегать такой фракцией ТЧ, поскольку коэффициенты оптимизации не одинаковы для конденсатов и для твердой фракции ТЧ. Признано, что печи в США являются одними из самых эффективных в регионе ЕЭК ООН [84]. Их характеристики были улучшены в течение многих лет благодаря использованию туннеля разбавления, способного учитывать как твердую, так и конденсируемую фракции ТЧ, а также учету всего цикла горения при проведении испытаний.

Предложение новых стандартов для продуктов, выводимых на рынок:

Предлагаемые обновления предельных значений для твердых частиц (пыли) в приборах мощностью ≤ 50 кВт

Местные твердотопливные обогреватели с закрытым фронтом, использующие твердое топливо, кроме прессованной древесины в виде пеллет и печей:

15 мг/м³ пыли [30] до **40 мг/м³** пыли [17], при 13% O₂ с индексом обновления 1

Местные твердотопливные обогреватели с закрытым фронтом, использующие прессованную древесину в виде пеллет:

5 мг/м³ пыли [9] до **20 мг/м³** пыли [17], при 13% O₂ с индексом обновления 1

Предел в 5 мг/м³ установлен по результатам исследования, проведенного Vito [9], и выявления наиболее эффективных приборов.

Предлагаемое обновление предельных значений для твердых частиц (пыли) в котлах ≤ 500 кВт

Котлы с автоматической топкой:

20 мг/м³ пыли [110] до **40 мг/м³** пыли [18], при 10% O₂ (29 мг/м³ при 13% O₂) с индексом обновления 1.

Нижнее предельное значение может быть достигнуто с помощью встроенных электрофильтров [110], как было представлено выше.

Котлы с ручным запасом топлива:

60 мг/м³ пыли [18] (44 мг/м³, при 13% O₂) с индексом обновления 1.

Предложение по потенциальному обновлению предельных значений:

На примере нескольких стран, таких как Германия [106], Дания [9], Австрия [9], Швейцария [99], можно рассмотреть введение обновленных предельных значений для существующих приборов и новых установок при пересмотре действующего Гетеборгского протокола с поправками [1]. Кроме того, на примере вышеупомянутых стран можно было бы предложить периодический контроль со стороны операторов трубочистов.

Предлагаемые предельные значения приведены ниже, а предлагаемые индексы обновления равны 1:

Таблица 132: Предложение по потенциальному обновлению ELV для выбросов ТЧ в таблице 12 Приложения X Гётеборгского протокола с поправками [1]

Прибор	Предельное значение тока для новых приборов с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт [1]	Обновленные значения нижнего предела	Обновленные значения верхнего предела
	мг/м ³ при 13% O ₂		
Открытые камины	75	Программы по замене данного типа прибора или установке дополнительного оборудования со вставкой (передней стеклянной дверью)	

Прибор	Предельное значение тока для новых приборов с номинальной тепловой мощностью < 500 кВт [1]	Обновленные значения нижнего предела	Обновленные значения верхнего предела
Закрытые камины и печи на дровах	75	40 [106][1]	75 [1]
Дровяные котлы (с теплоаккумулятором)	40	Нет предложения	40 [1]
Пеллетные печи	50	20-30 [106]	50 [1]
Пеллетные котлы	50	30	50 [1]
Печи и котлы, работающие не на древесине, а на других видах твердого топлива	50	40 [106]	50 [1]
Автоматические установки для сжигания топлива	50	40 [106]	50 [1]

Верхние предельные значения, приведенные в таблице выше, являются текущими предельными значениями Гетеборгского протокола с поправками, приложение X, таблица 12. Для определения обновленных нижних предельных значений в настоящем отчете были учтены недавно измененные немецкие правила [106]. Для пеллетного котла предлагаемый предел основан на примере печей. По возможности следует избегать открытых каминов и поощрять программы, направленные на оснащение каминов вставками (дверцами с передним стеклом).

Следует рекомендовать контроль в течение всего срока службы оборудования:

Котлы: рекомендуется проводить контроль каждые два или четыре года, как, соответственно, в Германии (2 года) [106] и Швейцарии (2 или 4 года в зависимости от размера котла) [99], с контролем выбросов пыли и СО.

Вставки и печи: каждые четыре года, как, соответственно, в Германии (дважды за 7 лет) [106], с контролем выбросов пыли и СО.

6.12. Предельные значения для нежилых установок сжигания с номинальным тепловым вводом в диапазоне 100 кВт - 1 МВт

В таблице 13 приложения X Гётеборгского протокола [1] приведены рекомендуемые предельные значения, как показано ниже:

Таблица 133: Таблица 13 Приложения X Гётеборгского протокола [1]

Рекомендуемые предельные значения для выбросов пыли, выбрасываемых из котлов и технологических нагревателей с номинальной тепловой мощностью 100 кВт-1 МВт

		Пыль (мг/м ³)
Твердое топливо 100 кВт-500 кВт	Новые установки	50
	Существующие установки	150
Твердое топливо 500 кВт-ч - 1 МВт-ч	Новые установки	50
	Существующие установки	150

Примечание: эталонное содержание O₂: древесина, другая твердая биомасса и торф: 13%; уголь, бурый уголь и другие ископаемые виды твердого топлива: 6%.

Предельные значения, уже введенные в действие в некоторых государствах-членах или других Сторонах, используются для предложения обновленных предельных значений, как показано ниже.

Предельные значения, применяемые в Германии, приведены ниже [106]:

Таблица 134: Предельные значения в Германии для котлов с тепловой мощностью > 4 кВт до 1 МВт [106]

> 4 кВт до 1 МВт	ELV, как в немецких правилах		Выраженное предельное значение при содержании O ₂ в GP		Комментарии
	Твердое ископаемое топливо	Биомасса	Твердое ископаемое топливо	Биомасса	
	мг/м ³ при 13% O ₂	мг/м ³ при 13% O ₂	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 13% O ₂	
Новый	40	20	75	20	
Существующие (введены в эксплуатацию после 22/03/2010)	40	40	75	40	переходный период от 5 до 15 лет
Существующие (введены в эксплуатацию до 22/03/2010)	100	100	188	100	переходный период от 5 до 15 лет

Для биомассы предельные значения являются более строгими, чем значения, указанные в таблице 13 приложения X (область, выделенная синим цветом).

Предельные значения, применяемые в Швейцарии, приведены ниже [99]:

Таблица 135: Предельные значения в Швейцарии для котлов с тепловой мощностью > 70 кВт до 1 МВт [99]

> 70 кВт до 1 МВт	ELV, как в немецких правилах		Предельное значение выражается в содержании O ₂ в ГП		Комментарии
	Ископаемое топливо	Биомасса	Ископаемое топливо	Биомасса	
	мг/м ³ при 7% O ₂	мг/м ³ при 13% O ₂	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 13% O ₂	
70 кВт-500 кВт					
Новый	Новый	Новый	Новый	Новый	Новый
Существующий	50	50	53,6	50,0	Обязательно с 01/06/2028
500 кВт-1000 кВт					
Новый	20	20	21,4	20,0	Обязательно с 01/06/2018
Существующий	20	20	21,4	20,0	Обязательно с 01/06/2028

В синей области выделены предельные значения, более жесткие, чем значения, указанные в таблице 13 Приложения X.

Предлагаемые обновления предельных значений приведены ниже, а предлагаемые индексы обновления равны 1:

Таблица 136: Предложение по потенциальному обновлению ELV для котлов с тепловой мощностью > 100 кВт до 1 МВт в таблице 13 приложения X Гётеборгского протокола с поправками [1]

Размер установок		Предельное значение по таблице 13, Приложение X [1]		Предлагаемые обновленные предельные значения			
		Твердое ископаемое топливо	Биомасса	Твердое ископаемое топливо		Биомасса	
				Нижнее предельное значение	Верхнее предельное значение	Нижнее предельное значение	Верхнее предельное значение
100 кВт-500 кВт	Новый	50	50	50 [1]	50 [1]	20 [106]	50 [1]
	Существующий	150	150	50 [1]	150 [1]	50 [99]	100 [106]
500 кВт - 1000 кВт	Новый	50	50	25* [99]	50 [1]	20 [99]	50 [1]
	Существующий	150	150	25* [99]	150 [1]	20 [99]	100 [106]

* 21,4 мг в соответствии со швейцарской нормой.

Для существующих котлов может быть предусмотрен переходный период, т. е. 10 лет, для соответствия обновленным предельным значениям.

Что касается небольших котлов, то можно рекомендовать контроль каждые два или четыре года, как в Германии (2 года) [106] и Швейцарии (2 или 4 года в зависимости от размера котла) [99], с контролем выбросов пыли и CO.

6.13. Предельные значения для нежилых установок сжигания с номинальной тепловой мощностью 1 МВт-50 МВт

В таблице 14 приложения X Гётеборгского протокола [1] приведены рекомендуемые предельные значения, как показано ниже:

Таблица 137: Таблица 14 Приложения X Гётеборгского протокола [1]
Рекомендуемые предельные значения для выбросов пыли, выбрасываемых из котлов и технологических нагревателей с номинальной тепловой мощностью 1 МВт-50 МВт

		Пыль (мг/м ³)
Твердое топливо > 1 МВт-5 МВт	Новые установки	20
	Существующие установки	50
Твердое топливо > 5 МВт-50 МВт	Новые установки	20
	Существующие установки	30
Жидкое топливо > 1 МВт-5 МВт	Новые установки	20
	Существующие установки	50
Жидкое топливо >5 МВт-50 МВт	Новые установки	20
	Существующие установки	30

Примечание: справочное содержание O₂: древесина, другая твердая биомасса и торф: 11%; уголь, бурый уголь и другие ископаемые виды твердого топлива: 6%; жидкое топливо, включая жидкое биотопливо: 3%.

Предельные значения, введенные в некоторых государствах-членах или других Сторонах, а также на уровне ЕС, были рассмотрены, чтобы предложить обновленные предельные значения, как показано ниже, для твердого топлива:

В Германии существуют специальные предельные значения для установок сжигания мощностью от 1 до 50 МВт [94]. Они приведены ниже (немецкие предельные значения в соответствии с «Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes emissionschutzgesetzes (Verordnung über mittelgroße Feuerungs- Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen - 44. BImSchV)»).

Таблица 138: Предельные значения в Германии для котлов в установках с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт для новых и существующих установок [94]

Размер установок	ELV, как в немецких правилах 44. BImSchV		ELV, выраженные в содержании O ₂ в ГП	
	Ископаемое твердое топливо	Натуральное дерево	Ископаемое твердое топливо	Натуральное дерево
	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 11% O ₂
Новые установки				
1-5 МВт	20	35	20	23.3
5-20 МВт	20	20	20	13.3
> 20 МВт	20	20	20	13.3
Существующие установки				
1-5 МВт	20	501,2	20	33.3
5-20 МВт	20	301,3	20	20.0
> 20 МВт	20	301,3	20	20.0

¹только при использовании тканевых фильтров или электростатических фильтров

²требования применяются с 1.1.2028, до этой даты действуют требования TA Luft 2002

³Требования применяются с 1.1.2025, до этой даты действуют требования TA Luft 2002.

Для ненатуральной древесины установлены другие предельные значения пыли.

В синей области выделены предельные значения, более строгие, чем значения, указанные в таблице 14 Приложения X.

Предельные значения, применяемые в Швейцарии, приведены ниже [99]:

Таблица 139: Предельные значения в Швейцарии для котлов с тепловой мощностью от 1 до 50 МВт [99]

Размер установок	ELV, как в швейцарских правилах		Предельное значение выражается в содержании O ₂ в GP	
	Ископаемое твердое топливо	Биомасса	Ископаемое твердое топливо	Биомасса
	мг/м ³ при 7% O ₂	мг/м ³ при 11% O ₂	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 11% O ₂
1 МВт-10 МВт				
Новый	20	20	21.4	20.0
Выход	20	20	21.4	20.0
10 МВт-100 МВт				
Новый	10	10	10.7	10.0
Выход	10	10	10.7	10.0

Синим цветом выделены более строгие предельные значения, чем в таблице 14 Приложения X.

Директива ЕС по установкам среднего горения устанавливает следующие предельные значения [19].

Таблица 140: Предельные значения, установленные директивой ЕС для установок среднего горения с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт, для твердого топлива [19]

	ELV в соответствии с Директивой ЕС МСР [19]		Предельное значение выражается в содержании O ₂ в GP	
	Ископаемое твердое топливо	Биомасса	Ископаемое твердое топливо	Биомасса
	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 6% O ₂	мг/м ³ при 11% O ₂
1 МВт-5 МВт				
Новый	50	50	50.0	33.3
Существующий	50	50	50.0	33.3
5 МВт-20 МВт				
Новый	30	30	30.0	20.0
Существующий	50	50	50.0	33.3
20 МВт-50 МВт				
Новый	20	20	20.0	13.3
Существующий	30	30	30.0	20.0

В синей области выделены предельные значения, более жесткие, чем значения, указанные в таблице 14 Приложения X.

Предлагаемые обновления предельных значений приведены ниже, а предлагаемый индекс обновления 1:

Таблица 141: Предлагаемые изменения в предельных значениях для котлов с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт

Размер установок		Предельное значение по таблице 13, Приложение 10 [1]		Предлагаемое обновленное предельное значение			
		Твердое ископаемое топливо	Биомасса	Твердое ископаемое топливо		Биомасса	
				Нижнее предельное значение	Верхнее предельное значение	Нижнее предельное значение	Верхнее предельное значение
1MW-5 МВт	Новый	20	20	20 [99]	20 [1]	20 [99]	20 [1]
	Существующий	50	50	20 [99]	20 [94] [99]	20 [99]	30 [19]
5 МВ-10 МВт	Новый	20	20	20 [99]	20 [1]	20 [99]	20 [1]
	Существующий	30	30	20 [99]	20 [94] [99]	20 [99]	30 [1]
10 МВ-20 МВт	Новый	20	20	10 [99]	20 [1]	10 [99]	20 [1]
	Существующий	30	30	10 [99]	20 [94] [99]	10 [99]	30 [1]
20 МВт-50 МВт	Новый	20	20	10 [99]	20 [1]	10 [99]	20 [1]
	Существующий	30	30	10 [99]	20 [94] [99]	10 [99]	20 [19]

Для жидкого топлива ELV Гётеборгских протоколов можно сравнить с ELV Директивы MCP [19].

Таблица 142: Предельные значения, установленные директивой ЕС для установок среднего горения с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт для жидкого топлива [19]

	Жидкое топливо
	мг/м ³ при 6% O ₂
1 МВт-5 МВт	
Новый	50
Существующий	50
5 МВт-20 МВт	
Новый	20
Существующий	30
20 МВт-50 МВт	
Новый	20
Существующий	30

Учитывая сравнение с существующими нормами в ЕС, нет необходимости предлагать обновленные предельные значения в Приложении X.

7. Приложение XI: предельные значения для выбросов летучих органических соединений из продуктов

Для обновления ELV имеется очень мало информации. Потребуется глубокое исследование, которое не может быть проведено в рамках данного обзора. Тем не менее, контакты с некоторыми производителями покрытий подтверждают, что текущие предельные значения по-прежнему достаточно требовательны.

Таблица 143: Таблица 1, приложение XI, предложение по потенциальному обновлению ELV для выбросов ЛОС из продуктов

Ст р.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
96	<p>Таблица 1: Максимальное содержание летучих органических соединений в красках и лаках</p> <p><u>Внутренние матовые стены и потолки (Глянec ≤ 25@60°):</u> WB: 30 г/л; SB: 30 г/л</p> <p><u>Внутренние глянцевые стены и потолки (глянец > 25@60°)</u> WB: 100 г/л; SB: 100 г/л</p> <p><u>Наружные стены минеральной подложки</u> WB: 40 г/л; SB: 430 г/л</p> <p><u>Краски для внутренней/внешней отделки и облицовки дерева и металла</u> WB: 130 г/л; SB: 30 г/л</p>	<p>Индекс обновления 3 Необходимость обновления не установлена</p>			

Стр.	Указатель ссылок и обновлений	Потенциальное обновление	Описание	Потенциальная применимость (%)	Потенциальные ELV
	<p><u>Лаки для внутренней/внешней отделки и краски для дерева, включая непрозрачные краски для дерева</u> WB: 130 г/л; SB: 400 г/л</p> <p><u>Краски для дерева для внутренних и наружных работ с минимальными нагрузками</u> WB: 130 г/л; SB: 700 г/л</p> <p><u>Грунтовки</u> WB: 30 г/л; SB: 350 г/л</p> <p><u>Связывающие праймеры</u> WB: 140 г/л; SB: 500 г/л</p> <p><u>Одноупаковочные покрытия</u> WB: 140 г/л; SB: 500 г/л</p> <p><u>Двухкомпонентные реактивные покрытия для конкретного конечного использования</u> WB: 140 г/л; SB: 500 г/л</p> <p><u>Многоцветные покрытия</u> WB: 100 г/л; SB: 100 г/л</p> <p><u>Покрытия с декоративными эффектами</u> WB: 200 г/л; SB: 200 г/л</p>				
97	<p>Таблица 2: Максимальное содержание летучих органических соединений в продуктах для очистки автомобилей</p> <p>Подготовка и очистка: подготовка: 850 г ЛОС/литр; предварительная очистка: 200 г ЛОС/литр</p> <p>Наполнитель для кузова/стоппер: все типы: 250 г летучих органических соединений/литр</p> <p>Грунтовка: поверхностная/наполнительная и общая (металлическая) грунтовка: 540 г ЛОС/литр; моющая грунтовка: 780 г ЛОС/литр</p> <p>Верхнее покрытие: все типы: 420 г летучих органических соединений/литр</p> <p>Специальные финишные покрытия: все типы: 840 г летучих органических соединений/литр.</p>	<p>Индекс обновления 3 Необходимых обновлений не выявлено</p>			

8. Заключение

Работа по пересмотру Технических приложений (ТП) к Гётеборгскому протоколу с поправками, проводившаяся ЦГ ТЭВ в 2021 и начале 2022 года, касалась, в частности:

1. Приложение IV: предельные значения для выбросов серы из стационарных источников
2. Приложение V: предельные значения для выбросов оксидов азота из стационарных источников
3. Приложение VI: предельные значения для выбросов летучих органических соединений из стационарных источников
4. Приложение VIII: предельные значения для топлива и новых мобильных источников
5. Приложение X: предельные значения для выбросов твердых частиц из стационарных источников
6. Приложение XI: предельные значения для выбросов летучих органических соединений продуктов

Ключевое сообщение:

С технологической точки зрения, потенциальные новые ELV были определены как технически осуществимые/соответствующие имеющимся новым/модернизированным техникам, которые позволят значительно сократить выбросы во многих сочетаниях сектора/топлива(деятельности)/технологии.

Что касается промышленных процессов и крупных заводов по сжиганию топлива (> 50 МВт):

В Приложениях IV, V, VI и X методы борьбы с выбросами практически не изменились по сравнению с методами, рассмотренными во время предыдущего обзора ГП в 2008-2010 годах, но во многих случаях их характеристики изменились, а внедренные инновации значительно повысили эффективность борьбы с выбросами и/или расширили область их применения. Во многих случаях эти технологии обеспечивают более низкие выбросы по сравнению с уровнями, достигаемыми с помощью предельных значений в существующих ТП. Например, для снижения выбросов NO_x при сжигании жидкого и газообразного топлива предлагаются более эффективные первичные меры.

Характеристики методов доступны в виде диапазонных значений для соответствующих промышленных процессов и крупных установок по сжиганию топлива в 4 приложениях по стационарным источникам.

Что касается малых и средних установок сжигания топлива (< 50 МВт):

Малые и средние установки сжигания, с номинальной тепловой мощностью менее 50 МВт, включены в Приложение X по выбросам ТЧ. Обновленные технически достижимые предельные значения были определены для:

- Бытовые установки сжигания топлива с тепловой мощностью менее 500 кВт (в этой категории в основном бытовые мелкие приборы, использующие дрова и уголь).
- Нежилые установки сгорания с тепловой мощностью от 100 кВт до 1 МВт.
- Установки для сжигания топлива с тепловой мощностью от 1 МВт до 50 МВт.

Новые/обновленные технически достижимые нижние предельные значения для бытовых приборов, работающих на сжигании, являются следствием технологического прогресса, достигнутого в разработке малых бытовых приборов. В настоящее время доступны новые типы небольших высокоэффективных электростатических фильтров, в том числе для бытовых приборов. Аналогичные улучшения зарегистрированы и для новых электрофильтров, используемых на котлах с номинальной тепловой мощностью менее 2 МВт, характеризующихся более низкой стоимостью по сравнению с обычными электрофильтрами.

Выбросы ТЧ из бытовых источников признаны одним из основных источников, ответственных за высокие выбросы ТЧ и ЧУ, а следовательно, и за высокие концентрации в окружающем воздухе, особенно в городских районах. Для всех регионов ЕЭК ООН общее руководство «Приоритетное сокращение выбросов твердых частиц из источников, которые также являются значительными источниками черного углерода - анализ и руководство [21]», разработанное TFIAM в сотрудничестве с ЦГ ТЭВ, было принято Исполнительным советом на его 41-й сессии.

Сессия классифицирует бытовое сжигание древесины (и угля) как приоритетный источник, на который следует обратить внимание для сокращения выбросов ЧУ. В «Кодексе надлежащей практики, касающейся сжигания древесного топлива и малых установок для сжигания [23]», принятом Исполнительным советом на его 39-й сессии, содержатся (а) добросовестная практика для бытовых установок для отопления дровами и (б) наилучшие имеющиеся методы сокращения выбросов ТЧ_{2.5} от бытовой древесины, сжигаемой в котлах и печах, которые должны быть приоритетными для достижения сокращения выбросов ЧУ.

Что касается продуктов, содержащих летучие органические соединения

В результате проведенного обзора в этой области до настоящего времени не было найдено никакой существенной новой информации, которая бы оправдывала предложение о потенциальных обновлениях в Приложении XI.

Анализ разделов ТП, которые могут быть признаны устаревшими и поэтому отменены

В целом, разделы в приложениях, которые могут быть удалены, не были определены, за исключением некоторых таблиц в приложении VIII по мобильным источникам, которые считаются устаревшими и поэтому могут быть обновлены (но не обязательно отменены).

Анализ разделов ТП, которые можно упростить

Для всех приложений, относящихся к стационарным источникам, перекрестные параграфы, касающиеся проверки соответствия ELV и измерений, являются **довольно сложными**, но в то же время считаются необходимыми для обеспечения надлежащего применения предельных значений и достижения прогресса в сокращении выбросов. Вместо упрощений можно было бы предложить внести некоторые изменения в определение **среднего значения** (месячное, ежедневное или другое). ЦГ ТЭВ хотел бы предложить в ближайшем будущем, наряду с другими приоритетными задачами, разработать руководящий документ по измерениям загрязняющих веществ для SO₂, ТЧ и NO_x (аналогичным образом ЦГ ТЭВ разработал в 2016 году руководство по оценке и измерению выбросов летучих органических соединений) [24].

Анализ возможных пробелов в Приложениях

Техническое приложение V по предельным значениям NO_x, разработанное до 2012 года, не ориентировано ни на большое количество промышленных источников, потенциально ответственных за высокие выбросы NO_x, ни на установки для сжигания

топлива мощностью менее 50 МВт. С учетом новой директивы ВОЗ по качеству воздуха для NO₂ в окружающем воздухе (10 мкг/м³ в среднегодовом исчислении по сравнению с текущим значением 40 мкг/м³), которая, вероятно, будет принята во внимание при пересмотре Гётеборгского протокола, в техническом приложении V предлагается ввести ряд дополнительных промышленных процессов и установок для сжигания топлива мощностью менее 50 МВт. Соответствующие технологии борьбы с загрязнением доступны.

Внедрение предельных значений для конденсируемых частиц и черного углерода

В выводах отчета ЕМЕП «Как следует включать конденсируемые выбросы в кадастры выбросов ТЧ, представляемые в КТЗВБР /ЕМЕР?[25]» отмечается, что конденсируемые выбросы не могут быть легко определены. Существуют методы измерения конденсирующихся веществ и черного углерода, но пока не существует в основном согласованных стандартов, применяемых в Европе и Северной Америке. Для конденсатов различные аналитические протоколы могут давать разные концентрации. Необходимо разработать стандартизированные методы для обеспечения правильного измерения общей концентрации ТЧ в дымовых газах с целью определения технически осуществимых предельных значений для ТЧ, включая конденсаты и ЧУ, которые в основном образуются в небольших бытовых приборах для сжигания древесины. Также отсутствует измерение выбросов ТЧ, включая конденсаты, на приборах. Предельные значения, определенные для фильтруемого ТЧ (или твердого ТЧ) в таких приборах, позволяют значительно сократить выбросы ЧУ и конденсируемой части ТЧ.

Анализ возможных обновлений в Руководящих документах

Вся собранная техническая и описательная информация о новых/модернизированных технологиях, рассмотренная выше, станет основным документом, который будет включен в Руководящие документы, связанные с Приложениями IV, V, VI, VIII, X и IX, по мере их возможного обновления.

Неофициальный справочный документ по обзору ТП и Руководящих документов

Текущий всеобъемлющий неофициальный документ со справочной информацией по НДТ и соответствующим ELV предлагается ЦГ ТЭВ в качестве неофициального документа для РГСП 60 (11 - 14 апреля 2022 года).

9. Список использованных источников

- [1] Economic Commission for Europe, Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, *1999 Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone to the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, as amended on 4 May 2012*, **2012**
- [2] T. Lecomte, J.F. de la Fuente, F. Neuwahl, M. Canova, A. Pinasseau, I. Jankov, T. Brinkmann, S. Roudier, L. Delgado-Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2017**.
- [3] European Commission, *Commission Implementing Decision (EU) 2017/1442 of 31 July 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for large combustion plants*, **2017**.
- [4] G. Chronopoulos, G.-E. Cakmak, P. Tempany, G. Klein, T. Brinkmann, B. Zerger, S. Roudier, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Surface Treatment Using Organic Solvents including Preservation of Wood and Wood Products with Chemicals: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2020**.
- [5] European Commission, *Commission Implementing Decision (EU) 2020/2009 of 22 June 2020 establishing the best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for surface treatment using organic solvents including preservation of wood and wood products with chemicals*, **2020**.
- [6] M. Black, M. Canova, S. Rydin, B. M. Scalet, S. Roudier, L. Delgado Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2013**.
- [7] European Commission, *2013/84/EU: Commission Implementing Decision of 11 February 2013 establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for the tanning of hides and skins*, **2013**.
- [8] M. Gottlieb Warming, Danish Technical Institute, *Technical guidelines for design of low emission stoves*, IEA Bioenergy webinar series, May **2021**.
- [9] G. Jansens and all, *Best Available Techniques (BAT) for domestic wood heating. Flemish Knowledge Center on BAT (VITO)* **2020**.
- [10] Fortum website, Jaworzno III Tauron, low-NOx combustion project, Poland 2010–2016 (<https://www.fortum.com/media/2016/11/jaworzno-iii-tauron-low-NOx-combustion-project-poland-2010-2016>)
- [11] Fortum website, Narva power plants, Eesti Energia, Estonia, NOx reduction installations 2013–2015 (<https://www.fortum.com/media/2015/11/narva-power-plants-eesti-energia-estonia-NOx-reduction-installations-2013-2015>)
- [12] Hoppala (Fortum), *Combustion modification to reduce NOx emissions also improves energy efficiency*, September **2020** (complements [here](#)):

<https://www.fortum.com/media/2020/11/fortum-enext-implements-combustion-modification-significantly-cut-NOx-emissions-coal-fired-power-plant-india>)

- [13] EES Corp website, *selected references of CHKB system performance for coal plants* (<https://www.eescorp.com/wp-content/uploads/2017/10/CHKB-References.pdf>)
- [14] FIVES Pillard, *High performance combustion process solutions and services – Presentation for Citepa*, 2020 and direct communication with FIVES representative (FIVES website: <https://www.fivesgroup.com/energy-combustion/burners-systems/boiler-burners> and TFTEI website for some references: <https://tftei.citepa.org/en/industrial-sources/reduction-of-NOx-emissions#information-provided-by-industry-and-accepted-by-the-clearing-house-evaluation-committee>)
- [15] M. M. Schorr, J. Chalfin (General Electric Power Generation), *Gas Turbine NOx emissions approaching zero – Is it worth the price ?*, **1999**
- [16] Patel, GE Marks “Ultra Low” NOx Gas Turbine Technology Triumph, *Power Mag*, **2019**.
- [17] European Commission, *Commission regulation (EU) 2015/1185 of 24 April 2015 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to Eco-design requirements for solid fuel local space heaters*, **2015**.
- [18] European Commission, *Commission regulation 2015/1189 of 28 April 2015 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to Eco-design requirements for solid fuel boilers with a rated heat output of 500 kilowatt or less*, **2015**.
- [19] European Commission, *Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants*, **2015**.
- [20] CEN, CEN/TS 15883: Residential solid fuel burning appliances – emissions test methods, **2008**
- [21] EN 16510-1 Residential solid fuel burning appliances - Part 1: General requirements and test methods, 2018
- [22] *Prioritizing reductions of particulate matter from sources that are also significant sources of black carbon - analysis and guidance*, **2021**. https://unece.org/sites/default/files/2021-10/ECE_EB.AIR_2021_6-2113500E.pdf
- [23] *Code of good practice for wood-burning and small combustion installations*, **2019**. https://unece.org/DAM/env/documents/2019/AIR/EB/ECE_EB.AIR_2019_5-1916518E.pdf
- [24] *Guidelines for estimation and measurement of emissions of volatile organic compounds*, **2016**. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2016/AIR/WGSR/Docs_December/ECE_EBAIR_WG5_2016
- [25] David Simpson and all, *How should condensables be included in PM emission inventories reported to EMEP/CLRTAP?* Report of the expert workshop on condensable organics organised by MSC-W, Gothenburg, 17-19th March 2020. ISSN 1504-6206, **2020**.
- [26] European Commission, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Organic fine chemicals*, **2006**.
- [27] European Commission, *Commission implementing decision (EU) 2019/2031 of 12 November 2019 establishing best available techniques (BAT) conclusions for the food*,

drink and milk industries, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, 2019.

- [28] European Commission. JRC, *Final draft of the Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Gas Management and Treatment Systems in the Chemical Sector*, March 2022
- [29] Ceballos DM, Fellows KM, Evans AE, Janulewicz PA, Lee EG and Whittaker SG, *Perchloroethylene and Dry Cleaning: It's Time to Move the Industry to Safer Alternatives*, *Front. Public Health* 9:638082. doi: 10.3389/fpubh.2021.638082, **2021**.
- [30] *The German ecolabel Blue Angel. Stoves for wood, Basic award criteria*, version 6, **2020**.
- [31] European Commission, *Commission implementing decision (EU) 2014/738 of 9 October 2014 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the refining of mineral oil and gas*, **2014**
- [32] Code of Federation (US) - *Title 40 - Protection of Environment, Chapter I – Environmental Protection Agency ; Subchapter C – Air Programs ; Part 60 - STANDARDS OF PERFORMANCE FOR NEW STATIONARY SOURCES Subpart Da - Standards of Performance for Electric Utility Steam Generating Units* <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-60/subpart-Da>
- [33] Chinese Ministry of Environmental Protection, State Administration for Quality Supervision and Inspection, *Emission Standard of Air Pollutant for Thermal Power Plants*, **2011**
- [34] Indian Ministry of Environment, Forest and Climate Change, *Environment (Protection) Amendment Rules*, amending *Extraordinary Part II, Section 3, Sub-section (i) (1986)*, published in *The Gazette of India*, **2020**. (https://cpcb.nic.in/uploads/Industry-Specific-Standards/Effluent/tpp_modification_13-1-2021.pdf)
- [35] F. van Aart and W. Burgers, *Short and long term averages – extended evaluation*, Rijkswaterstaat Ministry of Infrastructure and the Environment, **2015**
- [36] DIN 51603, *Liquid fuels - Fuel oils - Part 1: Fuel oils EL, minimum requirements*, Berlin, Germany **2020**
- [37] P. Barthe, M. Chaugny, S. Roudier, L. Delgado-Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2015**
- [38] Joint Research Centre (JRC), *Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others industry*, Brussels, Belgium **2007**
- [39] F. Schorcht, I. Kourti, B. M. Scalet, S. Roudier, L. Delgado-Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2013**
- [40] European Commission, *COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 26 March 2013: Establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions from cement production*, Brussels, Belgium **2013**

- [41] F. Kausch, M. Seljeskog, A. Østnor. New European particulate emission test method for small scale appliances fired by solid fuel - EN-PME+EN16510-1 PM emission test method vs NS 3058/3059:1994 (RISE report 20012-72). RISE, **2020**
- [42] R. Remus, Agud-Monsonet A M., S. Roudier, L. Delgado-Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2013**
- [43] European Commission, *COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 28 February 2012 establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for iron and steel production*, Brussels, Belgium **2012**
- [44] EnviNOx, *EnviNOx and Best Available Technique* **2021**
- [45] G. Cusano, Gonzalo, F. Farrell, R. Remus, S. Roudier, L. Delgado-Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2017**
- [46] B. Scalte, M. GARCIA-MUÑOZ, A. Sissa, S. Roudier, L. Delgado-Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2013**
- [47] European Commission, *COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 28 February 2012: Establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for the manufacture of glass*, Brussels, Belgium **2012**
- [48] M. Suhr, G. Klein, I. Kourti, Gonzalo, G. Giner-Santonja, S. Roudier, L. Delgado-Sancho, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2015**
- [49] European Commission, *COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 26 September 2014 establishing the best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for the production of pulp, paper and board*, Brussels, Belgium **2015**
- [50] F. Neuwahl, G. Cusano, G. Gómez-Benavides, S. Holbrook, S. Roudier, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)* **2019**
- [51] L. Tang, J. Qu, Z. Mi, X. Bo, X. Chang, L Diaz Anadon, S. Wang, X. Xue, S. Li, X. Wang and X. Zhao, *Substantial emission reductions from Chinese power plants after the introduction of ultra-low emissions standards*, Nature Energy, 4(11), pp.929-938. **2019**
- [52] LAB website page on FGD system <https://lab.fr/en/FGD-system> and reference cases Albioma Le Gol (<https://lab.fr/sites/default/files/fichiers/Fiches%20usines/Le-Gol-min.pdf>) and Solvay Tavaux (https://lab.fr/sites/default/files/fichiers/Fiches%20usines/Tavaux-min_0.pdf)
- [53] SOLVAir (SOLVAY) presentation, *Clean air solutions for higher performance DeSOx with SOLVAir – coal power plants*, November **2021**
- [54] SOLVAir (SOLVAY) presentation, *Dry Injection of SOLVAir Sodium Bicarbonate Based Sorbent in Flue Gas for Air Pollution Control*, **2019**

- [55] SOLVAir (SOLVAY) presentation, *Dry Sorbent Injection (DSI) for SO_x control in coal fired power plants*, **2021**
- [56] DIN 51603, *Liquid fuels - Fuel oils - Part 1: Fuel oils EL, minimum requirements*, Berlin, Germany **2020**.
- [57] S. Khairulin, M. Kerzhentsev, A. Salnikov, Z. R. Ismagilov, *Direct Selective Oxidation of Hydrogen Sulfide: Laboratory, Pilot and Industrial Tests*, Vol. 11.
- [58] G. Cinti, V. Maringolo, *EXPERIENCE ON NO_x EMISSION REDUCTION IN EUROPEAN CEMENT PLANTS* **2017**.
- [59] Scheuch, *Innovative CKB Technologies: Technology for Cleaner Air*, Weierfing, Austria **2016**.
- [60] R. Beilmann, *NO_x in Cement Clinker Production - Formation and Measures to minimize NO_x-Emission* **2016**.
- [61] C. A. Grande, K. A. Andreassen, J. H. Cavka, D. Waller, O.-A. Lorentsen, H. Øien, H.-J. Zander, S. Poulston, S. García, D. Modeshia, *Ind. Eng. Chem. Res.* **2018**, 57 (31), 10180 – 10186. DOI: 10.1021/acs.iecr.8b01483.
- [62] E. Schenk, J. Mieog, D. Evers, *Fact sheets on air emission abatement techniques* **2009**.
- [63] European Commission, REGULATION (EC) No 1907/2006 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 December 2006, concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC, **2006**
- [64] European Commission, DIRECTIVE 2010/75/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)
- [65] Direction Générale de la santé, Perchloroéthylène, **2013**, <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/article/perchlorethylene>
- [66] Arrêté du 31 août 2009 relatif aux preCKBptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2345 relative à l'utilisation de solvants pour le nettoyage à sec et le traitement des textiles ou des vêtements, **2009** (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000021030687/>)
- [67] European Chlorinated Solvent Association (ECSA), *Infosheet on perchloroethylene*, **2020**
- [68] European commission, Regulation n°1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006, 2008
- [69] INRS REF: <https://www.inrs.fr/risques/cmr-agents-chimiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>
- [70] Directive 2009/126/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 on Stage II petrol vapour recovery during refuelling of motor vehicles at service stations, 2009

- [71] Commission Directive 2014/99/EU of 21 October 2014 amending, for the purposes of its adaptation to technical progress, Directive 2009/126/EC on Stage II petrol vapour recovery during refuelling of motor vehicles at service stations, 2014
- [72] European commission, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries*, 2019
- [73] DieselNet, *DieselNet Emission Standards: Stationary Engines / Non Road Combustion Engines 2021*
- [74] Directive 2004/42/CE of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain paints and varnishes and vehicle refinishing products and amending Directive 1999/13/EC
- [75] C. Schön, H. Hartmann, *Status of PM emission measurement methods and new developments*, IEA bioenergy task 32, July **2018**
- [76] I. Fraboulet, “*EN_PME_TEST Project Position paper: Determination of particulate matter emissions from solid biomass fuel burning appliances and boilers – Proposal for a common European test method*”, **2015**
- [77] T. Nussbaumer, *Overview on technologies for biomass combustion and emission levels of particulate matter*, prepared for the Swiss Federal office for the Environment and TFTEI, **2010**
- [78] European Commission, *Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of Ecodesign requirements for energy-related products*, **2009**
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0125>
- [79] Project Wood stoves 2020 – Development of next generation and clean wood stoves
- [80] *Guidelines for Low Emission and High Efficiency Stove Concepts. Report within the scope of the ERA-NET Bioenergy Project “WoodStoves2020” . Development of Next Generation and Clean Wood Stoves*, July **2017**
- [81] Mandl C. and all. *Guidelines for heat storage units based on phase changed material. Report within the scope of the ERA-NET Bioenergy Project “WoodStoves2020” – Development of Next Generation and Clean Wood Stoves*, July **2017**
- [82] Mandl C. and all, *Guidelines for automated control systems for stoves. Report within the scope of the ERA-NET Bioenergy Project “WoodStoves2020” – Development of Next Generation and Clean Wood Stoves*, July **2017**
- [83] Obernberger I. and all, *Improved low emission and high efficiency wood stove with integrated PCM heat exchanger. Project ERA-NET Bioenergy “Stove 2020”, Workshop: “Wood Stoves 2020 - Towards high efficiency and low emissions” Stockholm (Sweden), 13th of June 2017*
https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/en/dateien/vortrag_obernberger_improved_high_efficiency_low_emission_stove_concept_including_an_pcm_heat_exchanger_2017.pdf
- [84] INERIS, Chazelles, Supra, Lermab for ADEME, *Identification of existing technologies to reduce emissions of domestic appliances taking into account different burning cycles, Application of these technologies on two devices*, **2017**
- [85] <https://www.bnl.gov/woodheater/fifth-challenge.php>. Accessed in February 2022, 21st

- [86] I. Hartmann, *Wood combustion agenda 2030: Development pathways for low emissions future*, Virtual workshop on advances in wood heater research and development, January 11th and 12th, **2022**
- [87] S. Collet, I. Fraboulet, J. Pouleau, *Synthèse des études à l'émission réalisées par l'INERIS sur la combustion du bois en foyers domestiques*, INERIS for the French Ministry for an Ecological Transition, **2018**
- [88] G. Reichert, C. Schmidl, *Advanced Test Methods for Firewood Stoves, Report on consequences of real-life operation on stove performance*, IEA Bioenergy Task 32, **2018**
- [89] Standards of Performance for New Residential Wood Heaters, New Residential Hydronic Heaters and Forced-Air Furnaces". The final rule was published on March 16, **2015** in 80 FR 13702 for subpart AAA – Standards of Performance for New Residential Wood Heaters and in 80 FR 13715 for subpart QQQQ – Standards of Performance for New Residential Hydronic Heaters and Forced-Air Furnaces
- [90] D. Cole, A. Aldridge, *Guide for 'Standards of Performance for New Residential Wood Heaters, New Residential Hydronic Heaters and Forced-Air Furnaces*, EPA 456/B-15-002, **2015**
- [91] G. Theis, R. Kegel, *Swiss regulations to control emissions from residential wood burning*, Working Group on Strategies and Review (CLRTAP), May 24, **2018**
- [92] I. Hartmann, *The new Blue Angel ecolabel certification method for firewood stoves*, Workshop IEA Task 32, January **2020**
[Grazthttps://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/publikationen/216675/index.php](https://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/publikationen/216675/index.php)
- [93] S. Pertant, S. Collet, *Influence de divers paramètres sur les performances environnementales et énergétiques des appareils domestiques fonctionnant au bois*, INERIS for the French Ministry for an Ecological Transition, DRC -17-164787-08043A, **2018**
- [94] Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes emissionschutzgesetzes (Verordnung über mittelgroße Feuerungs- Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen - 44. BImSchV), Nichtamtliches Inhaltsverzeichnis, 44. BImSchV, Ausfertigungsdatum: 13.06.**2019**
- [95] B. Bessagnet, N. Allemand, *Review on Black Carbon (BC) and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) emission reductions induced by PM emission abatement*, TFTEI **2019**
- [96] ReReal - Advanced testing methods for better real-life performance of biomass heating appliances. Web site (accesses in February 2022). [BeReal - Home \(bereal-project.eu\)](http://bereal-project.eu)
- [97] A. Behnke, German Federal Environment Agency, *Abatement measures for Small Combustion Installations – German Legislation*, Working Group of Strategies and Review, **2013**
- [98] Nordic Ecolabelling for Stoves, version 4.5. 11 June 2014- 31 December 2024. November **2021**
- [99] OPair, Swiss ordinance on air protection of 1985, state on 1 April **2020**
- [100] Communication of R. Kegel (Federal Office of Environment) to Citepa of 21/12/**2021**
- [101] P. Pearson, Approaches on heatstoves “combined” stoves, coal stoves, Nordic and Arctic Councils, CLRTAP and CCAC, Working Group of Strategies and Review, **2018**

- [102] J.S. Andersen, M. Jespersen, *A Protocol for Black Carbon Emissions. A Protocol for Measuring Emissions of Elemental Carbon and Organic Carbon from Residential Wood Burning*, Nordic council of Ministers, **2016**
- [103] Northeast States for Coordinated Air Use Management, *Measurement of black carbon in a wood stove method 5G dilution tunnel*, prepared for the US environmental protection agency, **2019**
- [104] Northeast States for coordinated air use management for US EPA, *Measurement of black carbon in a wood method 5G dilution tunnel*, **2019**
- [105] K. Kindbom and alls, Emission factors for SLCP emission from residential wood combustion in Nordic countries, Improved emission inventories of SLCP, Nordic Council of ministers, **2017**
- [106] German “*Ordinance on Small and Medium-Sized Firing Installations of 26 January 2010 (Federal Law, Gazette [BGBl.] I p. 38), most recently amended by Article 2 of the Ordinance of 13 June 2019. (Federal Law Gazette I p. 804)*”, Version: Most recently amended by Art. 2 of the Ordinance of 13 June 2019 I 804
- [107] R. Kegel, *Case study on the use of electrostatic precipitators in domestic heating systems Project «Saas-Fee»*, FOEN, TFTEI Annual Meeting, 29.10.**2021**
- [108] Oeko Solve, *Micro-dust filters and heat exchange recovery*, Central European Biomass conference, Graz, 22-24 January **2020**
- [109] <https://www.heizomat.de/images/kataloge/en/heizomat/mobile/index.html>
- [110] SAElen énergie, chaudières biomasse plaquettes et granulés Heizomat® de 15 kW à 3MW. **2021**
- [111] Communication of O. Grelier to Citepa of 21/12/**2021**
- [112] <https://www.hetas.co.uk/bsen16510-1-explained/> consulted on in February 2022
- [113] Citepa, OMINEA report on methodology for French emission inventory of pollutant and green house gases, **2021**, <https://www.citepa.org/fr/ominea/>