

16. Термодеструкционные установки (ТДУ)(ист. 7032)

Термодеструкционная установка ТДУ Фактор-100 предназначена для термической утилизации (сжигания) твердых бытовых и промышленных, в том числе нефтесодержащих, отходов и пестицидов, а также для обжига замазученного щебня, песка.

В установках (6 шт.) сжигаются следующие отходы: отработанная промасленная ветошь (63,266 т/год), масляные фильтры (20,5047 т/год), воздушные фильтры (23,4614 т/год), топливные фильтры (10,2126 т/год), замазученные опилки и замазученная бумага (155,232 т/год), древесина (336,6439 т/год), ТБО (1956,4083 т/год). Также с целью очищения от нефтепродуктов в установке производят обжиг замазученного (15% нефтепродуктов) щебня, песка (1891,68 т/год).

Расчет выбросов при сжигании древесины

Расход деревянного топлива – 336,6439 т/год. Деревянное топливо (опилки древесные) обладает следующими качественными характеристиками (на рабочую массу) берется для дров:

зольность, (A^r) - 0.60 %,

содержание серы, (S^r) - 0.00 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 10.24 МДж/кг

Время работы ТДУ составляет 2988 ч/год

Расход деревянного топлива составляет 336.64 т/год

1. Выброс **пыли неорганической: SiO_2 70-20%** (т/год, г/сек) производится по формуле:

$$M_{тв} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 336.6 т/год, и с учетом режима работы 2988 ч/год

$$B' = 336.64 \times 10^6 / (2988 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.60 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.005

$$M_{тв} = 336.6 \times 0.60 \times 0.0050 \times (1 - 0) = 1.00993 \text{ т/год}$$

$$M'_{тв} = 31.299 \times 0.60 \times 0.0050 \times (1 - 0) = 0.09390 \text{ г/сек}$$

3. Расчёт выбросов **оксида углерода** выполняется по формуле:

$$M_{(CO)} = 0,001 \times B \times C_{co} \times (1 - (g_4/100)), \text{т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 336.64 т/год и с учетом режима работы 2987.8 ч/год

$$B' = 336.6439 \times 10^6 / (2988 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для дерева 10.24 МДж/кг

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания

топка скоростного горения в которых используется дрова, щепка, опилки

$$g_3 = 1 \% \quad g_4 = 4 \%$$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания для твердого топлива R = 1

$$C_{co} = 1.0 \times 1 \times 10.24 = 10.24 \text{ кг/тонн}$$

$$M_{(CO)} = 0.001 \times 336.64 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 3.30934 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)} = 0.001 \times 31.299 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = \mathbf{0.30768 \text{ г/сек}}$$

4. Расчёт выбросов **диоксида азота** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)} = \mathbf{0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}}$$

где: В - расход топлива 336.64 т/год и с учетом режима работы 2987.8 ч/год

$$B' = 337 \times 10^6 / (2988 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для дров 10.24 МДж/кг

K_{no2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж вырабатываемого тепла, который определяется из графиков в зависимости от номинальной нагрузки топки. Номинальная нагрузка котлоагрегата согласно паспор-

тным данным Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 2445.8 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 2446 \times 337 \times 1000 / 2987.8 = 275577.1816 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 237.5665358 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 0.909$

приведенный K_{no} , тогда равен $K_{no} = k \times K_{no} = 0.0785 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(NO_2)} = 0.001 \times 336.64 \times 10.24 \times 0.0785 \times (1 - 0) = \mathbf{0.27073 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(NO_2)} = 0.001 \times 31.299 \times 10.24 \times 0.0785 \times (1 - 0) = \mathbf{0.02517 \text{ г/сек}}$$

Расчет выбросов при сжигании промасленной ветоши

Расход промасленной ветоши составляет – 63,266 т/год. Доля мазута в общем весе промасленной ветоши составляет 12% и равняется 7,6 т. Мазут, содержащийся в ветоши обладает следующими качественными характеристиками (на рабочую массу) приняты по отработанному машинному маслу:

зольность, (A^r) - 0.02 %,

содержание серы, (S^r) - 0.30 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 42.46 МДж/кг

расход топлива составляет (мазут) 7.592 т/год

Ветошь обладает следующими качественными характеристиками (на рабочую массу) берется для дров:

зольность, (A^r) - 0.60 %,

содержание серы, (S^r) - 0.00 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 10.24 МДж/кг

расход топлива составляет (ветошь) 55.67 т/год

Время работы ТДУ составляет 561 ч/год

1. Выброс **сажи (углерода черного)** (т/год, г/сек) при сжигании мазута в ветоши производится по формуле:

$$M_{тв} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек;}$$

где: В - расход топлива 7.5919 т/год, и с учетом режима работы 67 ч/год

$$B' = 7.5919 \times 10^6 / (67 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.02 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.01

$$M_{TB} = 7.5919 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = 0.00152 \text{ т/год}$$

$$M'_{TB} = 31.299 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = 0.00626 \text{ г/сек}$$

2. Выброс *пыли неорганической: SiO₂ 70-20%* (т/год, г/сек) при сжигании текстиля ветоши производится по формуле:

$$M_{TB} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 55.674 т/год, и с учетом режима работы 494 ч/год

$$B' = 55.674 \times 10^6 / (494 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.60 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.005

$$M_{TB} = 55.674 \times 0.6 \times 0.0050 \times (1 - 0) = 0.16702 \text{ т/год}$$

$$M'_{TB} = 31.299 \times 0.6 \times 0.0050 \times (1 - 0) = 0.09390 \text{ г/сек}$$

3. Расчёт выбросов *сернистого ангидрида* выполняется по формуле:

$$M_{(SO_2)} = 0.02 \times B \times S^r \times (1 - n') \times (1 - n''), \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 7.5919 т/год и с учетом режима работы 67 ч/год

$$B' = 7.592 \times 10^6 / (67 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

S^r - содержание серы в топливе - 0.30 %

n' - доля окислов серы, связанная летучей золой топлива 0.02 дол.ед.

принят как для мазута

n'' - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе 0 дол.ед.

$$M_{(SO_2)} = 0.02 \times 7.5919 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = 0.04464 \text{ т/год}$$

$$M'_{(SO_2)} = 0.02 \times 31.299 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = 0.18404 \text{ г/сек}$$

4. Расчёт выбросов *оксида углерода* выполняется по формуле:

$$M_{(CO)} = M_{(CO) \text{ мазут}} + M_{(CO) \text{ ветошь}}, \text{ т/год, г/сек};$$

4.1 Расчёт выбросов *оксида углерода для мазута* выполняется по формуле:

$$M_{(CO) \text{ мазут}} = 0.001 \times B \times C_{co} \times (1 - (g_4/100)), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 7.5919 т/год и с учетом режима работы 67 ч/год

$$B' = 7.59192 \times 10^6 / (67 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для мазута 42.46 МДж/кг

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания камерной топки в которых используется мазут

$$g_3 = 0.5 \% \quad g_4 = 0 \%$$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания топлива, обусловленной наличием в продуктах сгорания CO

для мазута $R = 0.65$

$$C_{co} = 0.5 \times 0.65 \times 42.46 = 13.8 \text{ кг/тонн}$$

$$M_{(CO) \text{ мазут}} = 0.001 \times 7.5919 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = 0.10477 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO) \text{ мазут}} = 0.001 \times 31.299 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = 0.43192 \text{ г/сек}$$

4.2 Расчёт выбросов **оксида углерода** для *ветоши* выполняется по формуле:

$$M_{(CO)ветошь} = 0,001 \times B \times C_{co} \times (1 - (g_4/100)), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 55.674 т/год и с учетом режима работы 494 ч/год

$$B' = 55.67408 \times 10^6 / (494 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для *ветоши* 10.24 МДж/кг

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания камерной топки в которых используется *ветошь*

$$g_3 = 1 \% \quad g_4 = 4 \%$$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания для твердого топлива R = 1

$$C_{co} = 1.0 \times 1 \times 10.24 = 10.24 \text{ кг/тонн}$$

$$M_{(CO)ветошь} = 0.001 \times 55.674 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 0.54730 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)ветошь} = 0.001 \times 31.299 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 0.30768 \text{ г/сек}$$

$$M_{(CO)} = 0.10477 + 0.54730 = 0.65207 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)} = 0.43192 + 0.30768 = 0.73960 \text{ г/сек}$$

5. Расчёт выбросов **диоксида азота** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)} = M_{(NO_2)мазут} + M_{(NO_2)ветошь}, \text{ т/год, г/сек};$$

5.1 Расчёт выбросов **диоксида азота** для *мазута* с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)мазут} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 7.5919 т/год и с учетом режима работы 67.379 ч/год

$$B' = 7.5919 \times 10^6 / (67 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для *мазута* 42.46 МДж/кг

K_{no2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж топки Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no2} тогда равен 0.0734 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 10141 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 10141 \times 7.5919 \times 1000 / 67.379 = 1142676.478 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 985.0659289 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no2} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 1.297$

приведенный K_{no2} , тогда равен $K_{no2} = k \times K_{no2} = 0.0952 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений b = 0

$$M_{(NO_2)мазут} = 0.001 \times 7.5919 \times 42.46 \times 0.0952 \times (1 - 0) = 0.03069 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO_2)мазут} = 0.001 \times 31.299 \times 42.46 \times 0.0952 \times (1 - 0) = 0.12652 \text{ г/сек}$$

5.2 Расчёт выбросов **диоксида азота** для *ветоши* с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)ветошь} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: В - расход топлива 55.674 т/год и с учетом режима работы 494 ч/год

$$B' = 55.674 \times 10^6 / (494 \times 3600) = 31.299 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для ветоши 10.24 МДж/кг

K_{no2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж вырабатываемого тепла, который определяется из графиков в зависимости от номинальной нагрузки топки. Паспортная нагрузка

топки Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 2445.8 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 2446 \times 55.674 \times 1000 / 494.11 = 275577.1816 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 237.5665358 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no2} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 0.909$

приведенный K_{no2} , тогда равен $K_{no2} = k \times K_{no2} = 0.0785 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений b = 0

$$M_{(NO2)ветошь} = 0.001 \times 55.674 \times 10.24 \times 0.0785 \times (1 - 0) = 0.04477 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO2)ветошь} = 0.001 \times 31.299 \times 10.24 \times 0.0785 \times (1 - 0) = 0.02517 \text{ г/сек}$$

$$M_{(NO2)} = 0.03069 + 0.04477 = 0.07546 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO2)} = 0.12652 + 0.02517 = 0.15169 \text{ г/сек}$$

Расчет выбросов при сжигании отработанных топливных и масляных фильтров

Расход отработанных масляных фильтров составляет – 20,5047 т/год, топливных фильтров - 10,2126 т/год. Доля масла в общем весе фильтров составляет 3 т. Доля бумаги - 10,54 т. Масла, содержащийся в фильтрах обладают следующими качественными характеристиками (на рабочую массу) приняты по отработанному машинному маслу:

зольность, (A^r) - 0.02 %,

содержание серы, (S^r) - 0.30 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 42.46 МДж/кг

расход топлива составляет (масла) 3.7 т/год

Основой для приготовления бумаги является древесная масса, поэтому качественные характеристики (на рабочую массу) бумаги принимаются как для дров:

зольность, (A^r) - 0.60 %,

содержание серы, (S^r) - 0.00 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 10.24 МДж/кг

расход топлива составляет (бумага) 10.54 т/год

Время работы установки составляет 273 ч/год

1. Выброс **сажи (углерода черного)** (т/год, г/сек) производится по формуле:

$$M_{тв} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек;}$$

где: В - расход топлива 3.6845 т/год, и с учетом режима работы 90.873 ч/год

$$B' = 3.6845 \times 10^6 / (91 \times 3600) = 11.263 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.02 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.01

$$M_{\text{ТВ}} = 3.6845 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = \mathbf{0.00074 \text{ т/год}}$$

$$M'_{\text{ТВ}} = 11.263 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = \mathbf{0.002253 \text{ г/сек}}$$

2. Выброс *пыли неорганической: SiO₂ 70-20%* (т/год, г/сек) производится по формуле:

$$M_{\text{ТВ}} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 10.54 т/год, и с учетом режима работы 182 ч/год

$$B' = 10.54 \times 10^6 / (182 \times 3600) = 16.108 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.60 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.005

$$M_{\text{ТВ}} = 10.54 \times 0.6 \times 0.0050 \times (1 - 0) = \mathbf{0.03162 \text{ т/год}}$$

$$M'_{\text{ТВ}} = 16.108 \times 0.6 \times 0.0050 \times (1 - 0) = \mathbf{0.04833 \text{ г/сек}}$$

3. Расчёт выбросов *сернистого ангидрида* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times B \times S^r \times (1 - n') \times (1 - n''), \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 3.7 т/год и с учетом режима работы 90.873 ч/год

$$B' = 3.7 \times 10^6 / (91 \times 3600) = 11.263 \text{ г/сек}$$

S^r - содержание серы в топливе - 0.30 %

n' - доля окислов серы, связанная летучей золой топлива 0.02 дол.ед.

принят как для масла

n'' - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе 0 дол.ед.

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 3.7 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = \mathbf{0.02166 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 11.263 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = \mathbf{0.06622 \text{ г/сек}}$$

4. Расчёт выбросов *оксида углерода* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO})} = M_{(\text{CO}) \text{ масло}} + M_{(\text{CO}) \text{ бумага}}, \text{ т/год, г/сек};$$

4.1 Расчёт выбросов *оксида углерода для масла* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO}) \text{ масло}} = 0.001 \times B \times C_{\text{co}} \times (1 - (g_4/100)), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 3.6845 т/год и с учетом режима работы 90.873 ч/год

$$B' = 3.7 \times 10^6 / (91 \times 3600) = 11.263 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{co}} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для масла 42.46 МДж/кг

g₃ и g₄ - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания камерной топки в которых используется

мазут g₃ = 0.5 % g₄ = 0 %

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания для мазута R = 0.65

$$C_{\text{co}} = 0.5 \times 0.65 \times 42.46 = \mathbf{13.8 \text{ кг/тонн}}$$

$$M_{(\text{CO}) \text{ масло}} = 0.001 \times 3.7 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = \mathbf{0.05085 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{CO}) \text{ масло}} = 0.001 \times 11.263 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = \mathbf{0.15542 \text{ г/сек}}$$

4.2 Расчёт выбросов *оксида углерода для бумаги* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO}) \text{ бумага}} = 0.001 \times B \times C_{\text{co}} \times (1 - (g_4/100)), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 10.54 т/год и с учетом режима работы 182 ч/год

$$B' = 10.53953 \times 10^6 / (182 \times 3600) = 16.108 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для бумаги 10.24 МДж/кг

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания камерной топки в которых используется

дрова, щепки, опилки $g_3 = 1 \%$ $g_4 = 4 \%$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания топлива, обусловленной наличием в продуктах сгорания СО

для твердого топлива $R = 1$

$$C_{co} = 1.0 \times 1 \times 10.24 = 10.24 \text{ кг/тонн}$$

$$M_{(CO)бумага} = 0.001 \times 10.54 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 0.10361 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)бумага} = 0.001 \times 16.108 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 0.15835 \text{ г/сек}$$

$$M_{(CO)} = 0.05085 + 0.10361 = 0.15446 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)} = 0.15542 + 0.15835 = 0.31377 \text{ г/сек}$$

5. Расчёт выбросов **диоксида азота** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)} = M_{(NO_2) \text{ масло}} + M_{(NO_2) \text{ бумага}}, \text{ т/год, г/сек};$$

5.1 Расчёт выбросов **диоксида азота** для масла с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2) \text{ масло}} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no_2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 3.7 т/год и с учетом режима работы 90.873 ч/год

$$B' = 3.6845 \times 10^6 / (91 \times 3600) = 11.263 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для масла 42.46 МДж/кг

K_{no_2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж вырабатываемого тепла, который определяется из графиков в зависимости от номинальной нагрузки топки. Паспортная нагрузка

топки Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no_2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 10141 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 10141 \times 3.6845 \times 1000 / 90.873 = 411186.089 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 354.4707664 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no_2} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 1.005$

приведенный K_{no_2} , тогда равен $K_{no_2} = k \times K_{no_2} = 0.087 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(NO_2) \text{ масло}} = 0.001 \times 3.6845 \times 42.46 \times 0.087 \times (1 - 0) = 0.01358 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO_2) \text{ масло}} = 0.001 \times 11.263 \times 42.46 \times 0.087 \times (1 - 0) = 0.04151 \text{ г/сек}$$

5.2 Расчёт выбросов **диоксида азота** для бумаги с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2) \text{ бумага}} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no_2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 10.54 т/год и с учетом режима работы 182 ч/год

$$B' = 10.54 \times 10^6 / (182 \times 3600) = 16.108 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для бумаги 10.24 МДж/кг

K_{no_2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж топки Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no_2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 2445.8 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 2446 \times 10.54 \times 1000 / 181.75 = 141831.5329 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 122.2685628 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no_2} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 0.770$

приведенный K_{no_2} , тогда равен $K_{\text{no}_2} = k \times K_{\text{no}_2} = 0.0665 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(\text{NO}_2)\text{бумага}} = 0.001 \times 10.54 \times 10.24 \times 0.0665 \times (1 - 0) = 0.00718 \text{ т/год}$$

$$M'_{(\text{NO}_2)\text{бумага}} = 0.001 \times 16.108 \times 10.24 \times 0.0665 \times (1 - 0) = 0.01097 \text{ г/сек}$$

$$M_{(\text{NO}_2)} = 0.01358 + 0.00718 = 0.02076 \text{ т/год}$$

$$M'_{(\text{NO}_2)} = 0.04151 + 0.01097 = 0.05248 \text{ г/сек}$$

Расчет выбросов при сжигании замазученных опилок и замазученной бумаги

Расход замазученных опилок и замазученной бумаги составляет - 155,232 т/год. Доля мазута в общем весе замазученных опилок и бумаги составляет 20% и равняется 27,15 т. Мазут, содержащийся в опилках обладает следующими качественными характеристиками (на рабочую массу) приняты по отработанному машинному маслу:

зольность, (A^r) - 0.02 %,

содержание серы, (S^r) - 0.30 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 42.46 МДж/кг

расход топлива составляет (мазут) 27.15444 т/год

Деревянные опилки обладают следующими качественными характеристиками (на рабочую массу) берется для дров:

зольность, (A^r) - 0.60 %,

содержание серы, (S^r) - 0.00 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 10.24 МДж/кг

расход топлива составляет (целлюлоза) 132.5776 т/год

Время работы установок составляет 1418 ч/год

1. Выброс *сажи (углерода черного)* (т/год, г/сек) производится по формуле:

$$M_{\text{тв}} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек;}$$

где: B - расход топлива 27.154 т/год, и с учетом режима работы 283.5 ч/год

$$B' = 27.154 \times 10^6 / (284 \times 3600) = 26.604 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.02 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.01

$$M_{\text{тв}} = 27.154 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = 0.00543 \text{ т/год}$$

$$M'_{\text{ТВ}} = 26.604 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = \mathbf{0.00532 \text{ г/сек}}$$

2. Выброс *пыли неорганической: SiO₂ 70-20%* (т/год, г/сек) производится по формуле:

$$M_{\text{ТВ}} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 132.58 т/год, и с учетом режима работы 1134.1 ч/год

$$B' = 132.58 \times 10^6 / (1134 \times 3600) = 32.472 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.60 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.005

$$M_{\text{ТВ}} = 132.58 \times 0.6 \times 0.0050 \times (1 - 0) = \mathbf{0.39773 \text{ т/год}}$$

$$M'_{\text{ТВ}} = 32.472 \times 0.6 \times 0.0050 \times (1 - 0) = \mathbf{0.09742 \text{ г/сек}}$$

3. Расчёт выбросов *сернистого ангидрида* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times B \times S^r \times (1 - n') \times (1 - n''), \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 27.154 т/год и с учетом режима работы 1134.1 ч/год

$$B' = 27.15444 \times 10^6 / (1134 \times 3600) = 6.6509 \text{ г/сек}$$

S^r - содержание серы в топливе - 0.30 %

n' - доля окислов серы, связанная летучей золой топлива 0.02 дол.ед.

принят как для мазута

n'' - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе 0 дол.ед.

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 27.154 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = \mathbf{0.15967 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 6.6509 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = \mathbf{0.03911 \text{ г/сек}}$$

4. Расчёт выбросов *оксида углерода* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO})} = M_{(\text{CO}) \text{ мазут}} + M_{(\text{CO}) \text{ опилки}}, \text{ т/год, г/сек};$$

4.1 Расчёт выбросов *оксида углерода для мазута* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO}) \text{ мазут}} = 0.001 \times B \times C_{\text{co}} \times (1 - (g_4/100)), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 27.154 т/год и с учетом режима работы 283.5 ч/год

$$B' = 27.15444 \times 10^6 / (284 \times 3600) = 26.604 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{co}} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для мазута 42.46 МДж/кг

g₃ и g₄ - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания

камерной топки в которых используется

мазут g₃ = 0.5 % g₄ = 0 %

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания для мазута R = 0.65

$$C_{\text{co}} = 0.5 \times 0.65 \times 42.46 = \mathbf{13.8 \text{ кг/тонн}}$$

$$M_{(\text{CO}) \text{ мазут}} = 0.001 \times 27.154 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = \mathbf{0.37473 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{CO}) \text{ мазут}} = 0.001 \times 26.604 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = \mathbf{0.36713 \text{ г/сек}}$$

4.2 Расчёт выбросов *оксида углерода для опилок* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO}) \text{ опилки}} = 0.001 \times B \times C_{\text{co}} \times (1 - (g_4/100)), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 132.58 т/год и с учетом режима работы 1134.1 ч/год

$$B' = 132.5776 \times 10^6 / (1134 \times 3600) = 32.472 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для опилок 10.24 МДж/кг

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания камерной топки в которых используется

дрова, щепки, опилки $g_3 = 1 \%$ $g_4 = 4 \%$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания для твердого топлива $R = 1$

$$C_{co} = 1.0 \times 1 \times 10.24 = 10.24 \text{ кг/тонн}$$

$$M_{(CO)опилки} = 0.001 \times 132.58 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 1.30329 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)опилки} = 0.001 \times 32.472 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 0.31921 \text{ г/сек}$$

$$M_{(CO)} = 0.37473 + 1.30329 = 1.67802 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)} = 0.36713 + 0.31921 = 0.68634 \text{ г/сек}$$

5. Расчёт выбросов **диоксида азота** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)} = M_{(NO_2)мазут} + M_{(NO_2)опилки}, \text{ т/год, г/сек};$$

5.1 Расчёт выбросов **диоксида азота** для **мазута** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)мазут} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 27.154 т/год и с учетом режима работы 283.5 ч/год

$$B' = 27.154 \times 10^6 / (284 \times 3600) = 26.604 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для мазута 42.46 МДж/кг

K_{no2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж топки Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 10141 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 10141 \times 27.154 \times 1000 / 283.53 = 971275.0059 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 837.3060396 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no2} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 1.245$

приведенный K_{no2} , тогда равен $K_{no2} = k \times K_{no2} = 0.108 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(NO_2)мазут} = 0.001 \times 27.154 \times 42.46 \times 0.108 \times (1 - 0) = 0.12407 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO_2)мазут} = 0.001 \times 26.604 \times 42.46 \times 0.108 \times (1 - 0) = 0.12155 \text{ г/сек}$$

5.2 Расчёт выбросов **диоксида азота** для **опилок** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)опилки} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 132.58 т/год и с учетом режима работы 1134.1 ч/год

$$B' = 132.58 \times 10^6 / (1134 \times 3600) = 32.472 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для опилок 10.24 МДж/кг

K_{no2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж вырабатываемого тепла, который определяется из графиков в зависимости от номинальной нагрузки топки. Паспортная нагрузка

топки Q_n , составляет 348 кВт
из графиков K_{no2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж
Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 2445.8 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 2446 \times 132.58 \times 1000 / 1134.1 = 285911.3259 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 246.4752809 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no2} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 0.917$

приведенный K_{no2} , тогда равен $K_{no2} = k \times K_{no2} = 0.079 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(NO2)опилки} = 0.001 \times 132.58 \times 10.24 \times 0.0793 \times (1 - 0) = 0.10760 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO2)опилки} = 0.001 \times 32.472 \times 10.24 \times 0.0793 \times (1 - 0) = 0.02636 \text{ г/сек}$$

$$M_{(NO2)} = 0.12407 + 0.10760 = 0.23167 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO2)} = 0.12155 + 0.02636 = 0.14791 \text{ г/сек}$$

Расчет выбросов при сжигании отработанных воздушных фильтров и ТБО

Расход отработанных воздушных фильтров – 23,4614 т/год, расход ТБО (бумага, текстиль) - 1956,4083 т/год. Воздушные фильтра состоят из бумаги, основой для приготовления бумаги является древесная масса, поэтому качественные характеристики (на рабочую массу) принимаются как для дров:

зольность, (A^r) - 0.60 %,

содержание серы, (S^r) - 0.00 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 10.24 МДж/кг

Время работы установок составляет 17572 ч/год.

Расход деревянного топлива составляет 1964.282 т/год.

1. Выброс **пыли неорганической: SiO_2 70-20%** (т/год, г/сек) производится по формуле:

$$M_{тв} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек;}$$

где: B - расход топлива 1964.3 т/год, и с учетом режима работы 17572 ч/год

$$B' = 1964.3 \times 10^6 / (17572 \times 3600) = 31.052 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.60 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.005

$$M_{тв} = 1964.3 \times 0.60 \times 0.0050 \times (1 - 0) = 5.89285 \text{ т/год}$$

$$M'_{тв} = 31.052 \times 0.60 \times 0.0050 \times (1 - 0) = 0.09316 \text{ г/сек}$$

2. Расчёт выбросов **оксида углерода** выполняется по формуле:

$$M_{(CO)} = 0,001 \times B \times C_{co} \times (1 - (g_4/100)), \text{ т/год, г/сек;}$$

где: B - расход топлива 1964.3 т/год и с учетом режима работы 17572 ч/год

$$B' = 1964.282 \times 10^6 / (17572 \times 3600) = 31.052 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для дерева 10.24 МДж/кг

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания
топка скоростного горения в которых используется

дрова, щепка, опилки $g_3 = 1 \%$ $g_4 = 4 \%$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания топлива, обусловленной наличием в продуктах сгорания CO

для твердого топлива $R = 1$

$$C_{co} = 1.0 \times 1 \times 10.24 = 10.24 \text{ кг/тонн}$$

$$M_{(CO)} = 0.001 \times 1964.3 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 19.30968 \text{ т/год}$$

$$M'_{(CO)} = 0.001 \times 31.052 \times 10.24 \times (1 - 4.0 / 100) = 0.30525 \text{ г/сек}$$

3. Расчёт выбросов **диоксида азота** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{no2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 1964.3 т/год и с учетом режима работы 17572 ч/год

$$B' = 1964 \times 10^6 / (17572 \times 3600) = 31.052 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для дерева 10.24 МДж/кг

K_{no2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж топки Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_ϕ составляет:

$$Q_\phi = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 2445.8 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_\phi = 2446 \times 1964 \times 1000 / 17572 = 273407.529 \text{ ккал или}$$

$$Q_\phi = Q_\phi / (1,16 \times 1000) = 235.6961457 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no2} : $k = (Q_\phi / Q_n)^{0,25} = 0.907$

приведенный K_{no2} , тогда равен $K_{no2} = k \times K_{no2} = 0.078 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(NO_2)} = 0.001 \times 1964.3 \times 10.24 \times 0.078 \times (1 - 0) = 1.57656 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO_2)} = 0.001 \times 31.052 \times 10.24 \times 0.078 \times (1 - 0) = 0.02492 \text{ г/сек}$$

Расчет выбросов от обжига замазученного песка и щебня

В установке производят обжиг замазученного щебня, песка (1891,68 т/год). Доля мазута в общем весе промасленной ветоши составляет 15% и равняется 283,752 т. Мазут обладает следующими качественными характеристиками (на рабочую массу) приняты по отработанному машинному маслу:

зольность, (A^r) - 0.02 %,

содержание серы, (S^r) - 0.30 %,

низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 42.46 МДж/кг

расход топлива составляет (мазут) 283.752 т/год

Время работы УСО составляет 16789 ч/год

1. Выброс **сажи (углерода черного)** (т/год, г/сек) при сжигании мазута производится по формуле:

$$M_{tv} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{ т/год, г/сек;}$$

где: B - расход топлива 283.75 т/год, и с учетом режима работы 16789 ч/год

$$B' = 283.75 \times 10^6 / (16789 \times 3600) = 4.69 \text{ г/сек}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.02 %

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топki, принят равным 0.01

$$M_{\text{TB}} = 283.75 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = \mathbf{0.05675 \text{ т/год}}$$

$$M'_{\text{TB}} = 4.6948 \times 0.02 \times 0.0100 \times (1 - 0) = \mathbf{0.00094 \text{ г/сек}}$$

3. Расчёт выбросов *сернистого ангидрида* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0,02 \times B \times S^r \times (1-n') \times (1-n''), \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 283.75 т/год и с учетом режима работы 16789 ч/год

$$B' = 283.752 \times 10^6 / (16789 \times 3600) = 4.69 \text{ г/сек}$$

S^r - содержание серы в топливе - 0.30 %

n' - доля окислов серы, связанная летучей золой топлива 0.02 дол.ед.

принят как для мазута

n'' - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе 0 дол.ед.

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 283.75 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = \mathbf{1.66846 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 4.6948 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0.0) = \mathbf{0.02761 \text{ г/сек}}$$

4. Расчёт выбросов *оксида углерода* выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO})} = 0,001 \times B \times C_{\text{co}} \times (1-(g_4/100)), \text{ т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 283.75 т/год и с учетом режима работы 16789 ч/год

$$B' = 283.752 \times 10^6 / (16789 \times 3600) = 4.6948 \text{ г/сек}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{co}} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для мазута 42.46 МДж/кг

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания камерной топки в которых используется мазут

$$g_3 = 0.5 \% \quad g_4 = 0 \%$$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания для мазута R = 0.65

$$C_{\text{co}} = 0.5 \times 0.65 \times 42.46 = \mathbf{13.8 \text{ кг/тонн}}$$

$$M_{(\text{CO})\text{мазут}} = 0.001 \times 283.75 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = \mathbf{3.91578 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{CO})\text{мазут}} = 0.001 \times 4.6948 \times 13.8 \times (1 - 0.0 / 100) = \mathbf{0.06479 \text{ г/сек}}$$

5. Расчёт выбросов *диоксида азота* с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(\text{NO}_2)} = 0,001 \times B \times Q_i^r \times K_{\text{no}_2} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 283.75 т/год и с учетом режима работы 16789 ч/год

$$B' = 283.75 \times 10^6 / (16789 \times 3600) = 4.6948 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для мазута 42.46 МДж/кг

K_{no_2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж вырабатываемого тепла, который определяется из графиков в зависимости от номинальной нагрузки топки. Паспортная нагрузка

топки Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no_2} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность топки Q_{ϕ} составляет:

$$Q_{\phi} = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где}$$

$$Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 10141 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_{\phi} = 10141 \times 283.75 \times 1000 / 16789 = 171401.4716 \text{ ккал или}$$

$$Q_{\phi} = Q_{\phi} / (1,16 \times 1000) = 147.7598893 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no_2} : $k = (Q_{\phi}/Q_n)^{0,25} = 0.807$

приведенный K_{no_2} , тогда равен $K_{\text{no}_2} = k \times K_{\text{no}_2} = 0.0697 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(\text{NO}_2)_{\text{мазут}}} = 0.001 \times 283.75 \times 42.46 \times 0.0697 \times (1 - 0) = \mathbf{0.84029 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{NO}_2)_{\text{мазут}}} = 0.001 \times 4.6948 \times 42.46 \times 0.0697 \times (1 - 0) = \mathbf{0.01390 \text{ г/сек}}$$

Сжигание дизельного топлива в ТДУ

Расход дизельного топлива составляет 4,9 кг/ч, т.е. учитывая время работы каждой из 6-ти ТДУ - 6600, составит 257,544 т/год.

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от сжигания ДТ производится согласно п. 2 (Расчет выбросов вредных веществ при сжигании топлива) "Сборника методик по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу различными производствами, Алматы, 1996 г."

В качестве топлива для ТДУ используется дизельное топливо со следующими характеристиками на рабочую массу:

зольность, (A^r) - 0.025 %,	низшая теплота сгорания, (Q_i^r) - 10210.66 ккал/кг
содержание серы, (S^r) - 0.30 %,	42.75 МДж/кг

Расход топлива составляет 194.04 т/год

1. Выброс **сажи (углерод черный)** (т/год, г/сек) производится по формуле:

$$M_{\text{тв}} = B \times A^r \times X \times (1 - n), \text{т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 194.040 т/год и с учетом режима работы 39600.0 ч/год

$$B' = 194.04 \times 10^6 / (39600 \times 3600) = \mathbf{1.3611 \text{ г/сек}}$$

A^r - зольность топлива на рабочую массу - 0.025 %,

n - доля твердых веществ, улавливаемых в золоуловителях - 0.0 дол.ед.

X - коэффициент характеризующий тип топки, принят равным 0.01

$$M_{\text{тв}} = 194.040 \times 0.025 \times 0.01 \times (1 - 0) = \mathbf{0.04851 \text{ т/год}}$$

$$M'_{\text{тв}} = 1.3611 \times 0.025 \times 0.01 \times (1 - 0) = \mathbf{0.00034 \text{ г/сек}}$$

2. Расчет выбросов **сернистого ангидрида** выполняется по формуле:

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times B \times S^r \times (1 - n') \times (1 - n''), \text{т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 194.04 т/год и с учетом режима работы 39600.0 ч/год

$$B' = 194.04 \times 10^6 / (39600 \times 3600) = \mathbf{1.3611 \text{ г/сек}}$$

S^r - содержание серы в топливе - 0.30 %,

n' - доля окислов серы, связанная летучей золой топлива 0.02 дол.ед.

принят как для жидкого топлива

n'' - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе 0.0 дол.ед.

$$M_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 194.0 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0) = \mathbf{1.14096 \text{ т/год}}$$

$$M'_{(\text{SO}_2)} = 0.02 \times 1.36111 \times 0.30 \times (1 - 0.02) \times (1 - 0) = \mathbf{0.00800 \text{ г/сек}}$$

3. Расчет выбросов **оксида углерода** выполняется по формуле:

$$M_{(\text{CO})} = 0.001 \times B \times C_{\text{co}} \times (1 - g_4/100), \text{т/год, г/сек};$$

где: B - расход топлива 194.04 т/год и с учетом режима работы 39600.0 ч/год

$$B' = 194.04 \times 10^6 / (39600 \times 3600) = \mathbf{1.3611 \text{ г/сек}}$$

C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{co}} = g_3 \times R \times Q_i^r$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для ДТ

$$Q_i^r = 42.75 \text{ МДж/кг}$$

g_3 и g_4 - потери теплоты в следствии химической и механической неполноты сгорания топлива, камерные топки в которых используется жидкое топливо

$$g_3 = 0.5 \% \text{ и } g_4 = 0 \%$$

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие неполноты сгорания для жидкого топлива $R = 0.65$

$$C_{co} = 0.5 \times 0.65 \times 42.75 = 13.89375 \text{ кг/тонн}$$

$$M_{(CO)} = 0.001 \times 194.04 \times 13.89375 \times (1 - 0.0 / 100) = 2.69594 \text{ т/год}$$

$$M_{(CO)} = 0.001 \times 1.3611 \times 13.89375 \times (1 - 0.0 / 100) = 0.01891 \text{ г/сек}$$

4. Расчёт выбросов **оксидов азота** с дымовыми газами выполняется по формуле:

$$M_{(NO_2)} = 0.001 \times B \times Q_i^r \times K_{no} \times (1-b) \text{ т/год, г/сек}$$

где: B - расход топлива 194.04 т/год и с учетом режима работы 39600.0 ч/год

$$B' = 194.04 \times 10^6 / (39600 \times 3600) = 1.3611 \text{ г/сек}$$

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, для ДТ $Q_i^r = 42.75 \text{ МДж/кг}$

K_{no} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж вырабатываемого тепла, который определяется из графиков в зависимости от номинальной нагрузки горелку ТДУ. Расчетная нагрузка

ТДУ Q_n , составляет 348 кВт

из графиков K_{no} тогда равен 0.0864 кг/ГДж

Расчетная мощность ТДУ Q_{ϕ} составляет:

$$Q_{\phi} = Q_i^n \times B \times 1000 / T, \text{ где } Q_i^n = 1000 \times Q_i^r / 4,1868 = 10210.66 \text{ ккал/кг}$$

$$Q_{\phi} = 10210.66 \times 194.0 \times 1000 / 39600 = 50032.24 \text{ ккал или}$$

$$Q_{\phi} = Q_{\phi} / (1,16 \times 1000) = 43.1312 \text{ кВт}$$

тогда поправочный коэффициент k для K_{no} : $k = (Q_{\phi}/Q_n)^{0,25} = 0.593$

приведенный K_{no} , тогда равен $K_{no} = k \times K_{no} = 0.0513 \text{ кг/ГДж}$

b - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов диоксида азота в результате применения технических решений $b = 0$

$$M_{(NO_2)} = 0.001 \times 194.040 \times 42.75 \times 0.0513 \times (1 - 0) = 0.42525 \text{ т/год}$$

$$M'_{(NO_2)} = 0.001 \times 1.3611 \times 42.75 \times 0.0513 \times (1 - 0) = 0.00298 \text{ г/сек}$$

Итого от 6-ти ТДУ (ист. 7032)	
Валовый выброс, $\Pi = \sum \Pi_i$, т/год	
Сажа (углерод черный)	0.11295
Пыль неорганическая SiO2 20-70%	7.49915
Сернистый ангидрид	3.03539
Оксид углерода	31.71529
Диоксид азота*	2.75258
Оксид азота*	0.44729
Максимально разовый выброс, $M = \sum M_i$, гр/сек	
Сажа (углерод черный)	0.01511
Пыль неорганическая SiO2 20-70%	0.42671
Сернистый ангидрид	0.32498
Оксид углерода	2.43634
Диоксид азота*	0.33524
Оксид азота*	0.05448

* - с учетом трансформации оксидов азота