

Український науковий центр технічної екології

**ЗБІРНИК ПОКАЗНИКІВ ЕМІСІЇ
(ПИТОМИХ ВИКИДІВ)
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ
ПОВІТРЯ РІЗНИМИ ВИРОБНИЦТВАМИ
ТОМ I**

Донецьк - 2004

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. СПАЛЮВАННЯ ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА	5
II. ЧЁРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ	45
АГЛОМЕРАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО (Код SNAP 030301)	45
ОБЖИГ ОКАТЫШЕЙ (Код SNAP 030301)	46
ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО	47
МАРТЕНОВСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ (Код SNAP 040205)	50
КОНВЕРТЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ (Код SNAP 040206)	52
ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО (Код SNAP 040207)	53
ПРОИЗВОДСТВО ФЕРРОСПЛАВОВ (Код SNAP 040302)	54
ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	56
ПРОИЗВОДСТВО ОГНЕУПОРОВ (Код SNAP)	60
ПРОИЗВОДСТВО ИЗВЕСТИ (Код SNAP 030312)	62
ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ (Код SNAP 030303)	65
III. КОКСОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО	67
IV. ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ	99
V. СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	105
VI. ЗАПРАВКА АВТОТРАНСПОРТА	144
VII. ПРОИЗВОДСТВО СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН	145
VIII. ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	147
ГАЗЫ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ СЖИЖЕННЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ДЛЯ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ (Код SNAP 040104)	147
ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ (Код SNAP 050600)	164
СЖИГАНИЕ ГАЗОВ В ФАКЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ	177
IX. ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ	178
ПРОИЗВОДСТВО АСФАЛЬТОБЕТОНА (Код SNAP 030313)	178

СОДЕРЖАНИЕ II тома

X. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ И МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
(Код SNAP 030303)
ПРОИЗВОДСТВО ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОЕ, ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ
МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ
МЕХАНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ
УЧАСТКИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ
ПРОИЗВОДСТВО ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ
ПРОИЗВОДСТВО ЭМАЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО
УЧАСТКИ ОСТЕКЛОВАНИЯ
ПРОИЗВОДСТВО ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛАСТМАСС
ПРОИЗВОДСТВО ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПМК)
УЧАСТКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ
УЧАСТКИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ
ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
МИКРОЭЛЕКТРОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО
СБОРЧНО-МОНТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО УЗЛОВ И БЛОКОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И БЫТОВЫЕ СЛУЖБЫ
ОБЩЕЗАВОДСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ

СОДЕРЖАНИЕ III тома

XI. АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС

ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЭЛЕВАТОРЫ
САХАРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
КОНДИТЕРСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА МЕЛАССЫ
ДРОЖЖЕВАЯ И СПИРТОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
МАСЛОЖИРОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
ТАБАЧНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
КОНСЕРВНАЯ ПЛОДООВОЩНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
ПИВО-БЕЗАЛКОГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
СОЛЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
МОЛОЧНО-КОНСЕРВНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

XII. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И ЗВЕРОФЕРМЫ (Код SNAP 100400 – Кишечная ферментация и Код SNAP 100500 – Уборка, хранение и использование навоза)

XIII. СЖИГАНИЕ ОТХОДОВ

СЖИГАНИЕ БЫТОВЫХ, ИЛИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ, ОТХОДОВ (Код SNAP 090201)

Лист Мінприроди "Щодо затвердження збірника рекомендацій визначення валових викидів" від

08.11.04 за № 10990/20/1-10

I. СПАЛЮВАННЯ ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА

1. ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ

Відповідно до європейського Керівництва з інвентаризації викидів CORINAIR спалювання палива віднесене до груп 01 - Спалювання у виробництві і перетворенні енергії, 02 – Непромислові установки спалювання, 03 - Спалювання в промисловості, і розглядаються як: 1) теплоелектростанції як точкові джерела і 2) теплоелектростанції як площинні джерела.

1.1. Теплоелектростанції як точкові джерела

Як такі джерела розглядаються установки спалювання в наступних галузях (виробництвах):

Група за CORINAIR	Найменування джерела забруднення за CORINAIR	Код SNAP джерела
Установки з тепловою потужністю топки ≥ 300 МВт		
010100	Електростанції загального використання	010101
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010201
010300	Нафтопереробні підприємства	010301
010400	Установки для перетворення твердого палива	010401
010500	Видобуток вугілля, нафти /газу, компресори трубопроводів	010501
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020101
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030101
Установки з тепловою потужністю топки від ≥ 50 до < 300 МВт		
010100	Електростанції загального використання	010102
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010202
010300	Нафтопереробні підприємства	010302
010400	Установки для перетворення твердого палива	010402
010500	Видобуток вугілля, нафти /газу, компресори трубопроводів	010502
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020102
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020201
020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020301
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030102
Установки з тепловою потужністю топки < 50 МВт		
010100	Електростанції загального використання	010103
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010203
010300	Нафтопереробні підприємства	010303
010400	Установки для перетворення твердого палива	010403
010500	Видобуток вугілля, нафти /газу, компресори трубопроводів	010503
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020103
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020202

020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020302
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030103
Стаціонарні газові турбіни		
010100	Електростанції загального використання	010104
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010204
010300	Нафтопереробні підприємства	010304
010400	Установки для перетворення твердого палива	010404
010500	Видобуток вугілля, нафти /газу, компресори трубопроводів	010504
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020104
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020203
020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020303
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030104
Стаціонарні двигуни		
010100	Електростанції загального використання	010105
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010205
010300	Нафтопереробні підприємства	010305
010400	Установки для перетворення твердого палива	010405
010500	Видобуток вугілля, нафти /газу, компресори трубопроводів	010505
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020105
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020204
020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020304
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030105

1.2. Теплоелектростанції як площинні джерела

Як такі джерела розглядаються установки спалювання в наступних галузях (виробництвах):

Група за CORINAIR	Найменування джерела забруднення за CORINAIR	Код SNAP джерела
Установки з тепловою потужністю топки від ≥ 50 до < 300 МВт		
010100	Електростанції загального використання	010102
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010202
010300	Нафтопереробні підприємства	010302
010400	Установки для перетворення твердого палива	010402
010500	Видобуток вугілля, нафти /газу, компресори трубопроводів	010502
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020102
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020201
020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020301
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030102
Установки з тепловою потужністю топки < 50 МВт		
010100	Електростанції загального використання	010103
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010203

020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020103
010300	Нафтопереробні підприємства	010302
010400	Установки для перетворення твердого палива	010402
010500	Видобуток вугілля, нафти /газу, компресори трубопроводів	010502
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020202
020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020302
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030103
Стаціонарні газові турбіни		
010100	Електростанції загального використання	010104
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010204
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020104
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020203
020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020303
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030104
Стаціонарні двигуни		
010100	Електростанції загального використання	010105
010200	Системи централізованого теплозабезпечення	010205
020100	Установки для спалювання на комерційних підприємствах та установах	020105
020200	Установки для спалювання в побутовому секторі	020204
020300	Установки для спалювання в сільському та лісовому господарствах і в секторі культивування водяних організмів	020304
030100	Спалювання у промисловості: процеси спалювання в котлоагрегатах, газових турбінах і стаціонарних двигунах	030105

Як видно з таблиць, всі установки спалювання, крім установок з тепловою потужністю топки ≥ 300 МВт, розглядаються в CORINAIR і як точкові, і як площинні. Установки спалювання з тепловою потужністю топки ≥ 300 МВт розглядаються тільки як точкові.

Теплова потужність установки спалювання є швидкістю використання спожитого палива, тобто введеною тепловою потужністю. 1 МВт введеної теплової потужності установки спалювання відповідає витраті 122.9 кг/год умовного палива (з теплотою згоряння 29.30 МДж/год). 50 МВт введеної теплової потужності відповідає витраті 6.15 т/год умовного палива, 100 МВт введеної теплової потужності відповідає витраті 12.3 т/год умовного палива, а 300 МВт – 36.9 т/год.”

2. ВИКИДИ

При спалюванні викопного палива в установках спалювання в атмосферне повітря разом з димовими газами надходять забруднюючі речовини і парникові газ.

Важливими забруднюючими речовинами є:

1. речовини у виді суспендованих твердих частинок;
2. оксиди сірки (SO_x) у перерахунку на двооксид сірки (SO_2);
3. оксиди азоту (NO_x) у перерахунку на двооксид азоту (NO_2);
4. двооксид вуглецю (CO_2), парниковий газ;
5. важкі метали і їхні сполуки: арсен (As) (у перерахунку на арсен), кадмій (Cd) (у перерахунку на кадмій), хром (Cr) (у перерахунку на хрому III оксид CrO_3), мідь (Cu) (у перерахунку на мідь), ртуть (Hg) (у перерахунку на ртуть), нікель (Ni) (у перерахунку на нікель), свинець (Pb) (у перерахунку на свинець), селенів (Se) (у перерахунку на селенів), цинк (Zn) (у перерахунку на цинк) і при спалюванні важкого дизельного палива - ванадій (V) (у перерахунку на ванадію п'ятиоксид).

Менш важливими забруднюючими речовинами є:

6. неметанові леткі органічні сполуки (НМЛЮС);
7. метан (CH_4), парниковий газ;
8. азоту (I) оксид [N_2O], парниковий газ;
9. оксид вуглецю (CO).

3. ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДІВ (Спрощена методика)

Визначення валових викидів забруднювальних речовин може проводитися або через показники емісії, або шляхом постійних вимірювань для установок спалювання, що працюють на органічному паливі і наведені у розділі 1 Джерела викидів.

Найвищий пріоритет має визначення валового викиду забруднювальної речовини шляхом постійних вимірювань з використанням приладів неперервного моніторингу вмісту забруднювальної речовини у димових газах.

При відсутності такої можливості валовий викид визначається на основі розрахунку показника емісії забруднювальної речовини. Показник емісії характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка викидається установкою спалювання в атмосферне повітря разом з димовими газами, віднесено до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива. Існують два показники емісії — узагальнений та специфічний.

Узагальнений показник емісії забруднювальної речовини є середньою питомою величиною викиду для певної категорії установок спалювання, певної технології спалювання палива, певного виду палива з урахуванням заходів щодо зниження викиду забруднювальної речовини. Він не враховує особливостей хімічного складу палива.

Специфічний показник емісії є питомою величиною викиду, яка визначається для конкретної установки спалювання з урахуванням індивідуальних характеристик палива, конкретних характеристик процесу спалювання та заходів щодо зниження викиду забруднювальної речовини.

При наявності обох показників емісії забруднювальної речовини необхідно використовувати специфічний.

Специфічний (конкретний) показник емісії може визначатися як на основі характеристик палива, наприклад для твердих частинок та оксиду сірки, так і на основі вимірювань концентрацій забруднюючих речовин, наприклад, оксидів азоту і вуглецю, при проведенні режимних випробувань установки спалювання. Результати режимних випробувань мають бути узгоджені місцевим органом Мінприроди України.

Специфічний показник емісії j -ї забруднюючої речовини для конкретного джерела викиду розраховується через виміряну концентрацію за формулою:

$$k_j = c'_j \cdot \frac{V_{O_2}}{Q_r} \cdot f_n \cdot (1 - q_4/100) \quad (1)$$

- де k_j — показник емісії j -ї забруднюючої речовини, г/ГДж;
 c'_j — виміряна масова концентрація j -ї забруднюючої речовини в сухих димових газах, приведена до нормальних умов та стандартного вмісту кисню, мг/нм³;
 f_n — ступінь зміни викиду забруднюючої речовини при зменшенні навантаження теплосилової установки (для оксидів азоту — див. розділ 4.3, для інших забруднюючих речовин f_n , як правило, дорівнює 1);
 V_{O_2} — питомий об'єм сухих димових газів при відсутності втрат тепла через його механічний недопал, приведений до стандартного вмісту кисню, нм³/кг;

- Q_{ir} – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;
 q_4 – втрати тепла через механічний недопал палива, %.

При одночасному спільному спалюванні двох або більше видів палива виміряна масова концентрація, приведена до нормальних умов та стандартного вмісту кисню, відноситься до основного виду палива.

У Додатку А наведено формули визначення питомого об'єму димових газів через масовий вміст елементарних складових палива. При невідомому масовому вмісті елементарних складових палива значення відношення $удг/Q_{ir}$ при 6% та 3% вмісті кисню у сухих димових газах береться з таблиці А.1 Додатка А.

Нижче наведена методика визначення показників емісії та валових викидів забруднювальних речовин згідно із діючим в Україні керівним документом¹.

Валовий викид j -ї забруднювальної речовини E_j , т, що надходить у атмосферу з димовими газами установки спалювання за проміжок часу P , визначається як сума валових викидів цієї речовини під час спалювання різних видів палива, у тому числі під час їх одночасного спільного спалювання:

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q'_{i})_i, \quad (2)$$

- де: k_{ji} – показник емісії j -ї забруднювальної речовини для i -го палива, г/ГДж;
 B_i – витрата i -го палива за проміжок часу P , т;
 $(Q')_i$ – нижча робоча теплота згоряння i -го палива, МДж/кг.

Оскільки розрахунки викидів забруднюючих речовин для установок спалювання пов'язані з виконанням достатньо громіздких теплотехнічних розрахунків з використанням спеціальної літератури, в розділ включено декілька довідкових додатків:

- Додаток А - Визначення об'єму сухих димових газів;
 Додаток Б - Перерахунок характеристик газоподібного палива;
 Додаток В - Перерахунок характеристик палива;
 Додаток Г - Склад і характеристики різних видів органічного палива.

¹ Міністерство палива та енергетики України. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ, 2002 (Чинний вид 01.07.2002).

4. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕМІСІЇ

4.1 Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок

Показник емісії речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (далі – твердих частинок) розраховується за формулою

$$k_{\text{ТВ}} = \frac{10^6}{Q_i'} a_{\text{вин}} \frac{A'}{100 - \Gamma_{\text{вин}}} (1 - \eta_{\text{зу}}) + k_{\text{ТВS}}, \quad (2)$$

або

$$k_{\text{ТВ}} = \frac{10^6}{Q_i'} \left(a_{\text{вин}} \frac{A'}{100} + \frac{q_4}{100} \cdot \frac{Q_i'}{Q_c} \right) (1 - \eta_{\text{зу}}) + k_{\text{ТВS}}, \quad (3)$$

- де $k_{\text{ТВ}}$ – показник емісії суспендованих твердих частинок, г/ГДж;
 Q_i' – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;
 A' – масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %;
 $a_{\text{вин}}$ – частка золи, яка виходить з котла у вигляді леткої золи;
 $\Gamma_{\text{вин}}$ – масовий вміст горючих речовин у викидах суспендованих твердих частинок, %;
 Q_c – теплота згоряння вуглецю до CO_2 , яка дорівнює 32,657 МДж/кг;
 q_4 – втрати тепла, пов'язані з механічним недопалом палива, %;
 $\eta_{\text{зу}}$ – ефективність очищення димових газів від суспендованих твердих частинок;
 $k_{\text{ТВS}}$ – показник емісії твердих продуктів взаємодії сорбенту та оксидів сірки і суспендованих твердих частинок сорбенту, г/ГДж.

Вміст золи A' в паливі та горючих у викиді суспендованих твердих частинок $\Gamma_{\text{вин}}$ визначаються при проведенні технічного аналізу за ГОСТ 11022—95 (ISO 1171—81) палива і леткої золи, яка виходить з установки, відповідно.

Зола палива виходить з установки у вигляді леткої золи (виносу) та або донної золи (шлаку). Частка золи, яка виноситься з установки спалювання у вигляді леткої золи, $a_{\text{вин}}$ залежить від технології спалювання палива і визначається за даними останніх випробувань установки спалювання, а за їх відсутності – за паспортними даними. За відсутності таких даних значення $a_{\text{вин}}$ приймаються згідно з таблицею Д.1 (додаток Д).

Для малих котлів $\Gamma_{\text{вин}}$ визначається згідно з таблицею Д.2 (додаток Д) з співвідношення $a_{\text{вин}}/(100 - \Gamma_{\text{вин}})$.

Втрати тепла, пов'язані з механічним недопалом палива q_4 , залежать від конструкції топкового пристрою та виду палива, що спалюється. Величина q_4 визначається при налагоджувальних випробуваннях установок або приймається за характеристиками топков, наведеними в таблицях Д.3 та Д.4 (додаток Д).

Значення ефективності очищення димових газів від суспендованих твердих частинок $\eta_{\text{зу}}$ визначається за результатами останніх випробувань золоуловлювальної установки або за її паспортними даними.

При використанні сорбенту для зв'язування оксидів сірки в топці котла (наприклад, за технологіями спалювання палива в киплячому шарі) чи при застосуванні технологій сухого або напівсухого зв'язування сірки утворюються тверді частинки сульфату та сульфіту і невикористаного сорбенту. Показник емісії суспендованих твердих частинок невикористаного в установці спалювання сорбенту та утворених сульфатів і сульфітів $k_{\text{твS}}$, г/ГДж, розраховується за формулою

$$k_{\text{твS}} = \frac{10^6}{Q_i'} \cdot \frac{S'}{100} \left[\eta_l \frac{\mu_{\text{прод}}}{\mu_s} + (m - \eta_l) \frac{\mu_{\text{сорб}}}{\mu_s} \right] a_{\text{вин}} (1 - \eta_{\text{зу}}), \quad (4)$$

де Q_i' – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

S' – масовий вміст сірки в паливі на робочу масу, %;

$a_{\text{вин}}$ – частка золи, яка виходить з котла у вигляді леткої золи;

$\mu_{\text{прод}}$ – молекулярна маса твердого продукту взаємодії сорбенту та оксидів сірки, кг/кмоль;

$\mu_{\text{сорб}}$ – молекулярна маса сорбенту, кг/кмоль;

μ_s – молекулярна маса сірки, яка дорівнює 32 кг/кмоль;

m – мольне відношення активного хімічного елементу сорбенту та сірки (таблиця Д.5 додатка Д);

η_l – ефективність зв'язування сірки сорбентом у топці або при застосуванні сухих та напівсухих методів десульфуризації димових газів (таблиці Д.5 і Д.6 додатка Д);

$\eta_{\text{зу}}$ – ефективність очистки димових газів від суспендованих твердих частинок.

4.2 Діоксид сірки SO₂

Показник емісії k_{SO_2} , г/ГДж, оксидів сірки SO₂ та SO₃, які надходять у атмосферу з димовими газами, у перерахунку на діоксид сірки SO₂ розраховується за формулою

$$k_{\text{SO}_2} = \frac{10^6}{Q_i'} \frac{2S'}{100} (1 - \eta_l)(1 - \eta_{\text{II}}\beta), \quad (5)$$

де Q_i' – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

S' – вміст сірки в паливі на робочу масу за проміжок часу P , %;

η_l – ефективність зв'язування сірки золою або сорбентом в установці спалювання;

η_{II} – ефективність очистки димових газів від оксидів сірки;

β – коефіцієнт роботи сіркоочисної установки.

Масовий вміст сірки в робочій масі потрібно визначати під час технічного аналізу палива відповідно до ГОСТ 27313—95 (ISO 1170—77).

Усереднені значення вмісту сірки для різних видів і марок палива наведено в додатку Г. Ці значення беруться у випадку відсутності достовірних даних технічного аналізу.

Ефективність зв'язування оксидів сірки золою або сорбентом в установці спалювання η_l залежить від технології спалювання та хімічного складу палива, яке спалюється, і типу сорбенту. Під час спалювання твердого палива, до мінеральної складової якого входять сполуки лужних та лужноземельних металів, відбувається часткове зв'язування сірки з утворенням сульфатів або сульфідів. Під час спалювання твердого палива за технологіями

киплячого шару подача сорбенту разом з паливом забезпечує ефективне зв'язування сірки в топці установки спалювання. За відсутності даних для установки спалювання про ефективність зв'язування сірки в топковому просторі значення η_I для різних технологій спалювання палива приймаються згідно з таблицею Д.5 (додаток Д).

Димові гази можуть бути очищені від оксидів сірки в сіркоочисних установках шляхом застосування технологій десульфуризації димових газів з різною ефективністю очищення η_{II} . Коефіцієнт роботи сіркоочисної установки β визначається як відношення часу роботи сіркоочисної установки до часу роботи установки спалювання. Для розрахунків необхідно використовувати значення η_{II} , одержане під час останнього випробування сіркоочисної установки, і значення β , одержане при аналізі даних про роботу очисної та установок спалювання у цілому. За відсутності таких даних значення ефективності сіркоочищення димових газів та коефіцієнта роботи сіркоочисної установки за різними технологіями десульфуризації приймаються згідно з таблицею Д.6 (додаток Д).

До установок десульфуризації димових газів відносяться і деякі види золоуловлювальних установок. Для електростатичних фільтрів та циклонів ефективність уловлення оксидів сірки η_{II} є незначною і дорівнює нулю. Для мокрих золоуловлювальних установок (мокрих скрубєрів типу МС та МВ) величина η_{II} залежить від загальної лужності води на зрошення та від вмісту сірки в паливі S' . Приведений вміст сірки визначається як відношення масового вмісту сірки на робочу масу палива до нижчої робочої теплоти згоряння палива ($S' = S'/Q_i'$). Дані про ефективність уловлення оксидів сірки в мокрих скрубєрах наведено в таблиці Д.7 (додаток Д).

4.3 Оксиди азоту NO_x

Під час спалювання органічного палива утворюються оксиди азоту NO_x (оксид азоту NO та діоксид азоту NO_2), викиди яких визначаються в перерахунку на NO_2 .

Показник емісії оксидів азоту k_{NO_x} , г/ГДж, з урахуванням заходів скорочення викиду розраховується як

$$k_{NO_x} = (k_{NO_x})_0 f_n (1 - \eta_I) (1 - \eta_{II} \beta), \quad (6)$$

де $(k_{NO_x})_0$ – показник емісії оксидів азоту без урахування заходів скорочення викиду, г/ГДж;
 f_n – ступінь зменшення викиду NO_x під час роботи на низькому навантаженні;
 η_I – ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду;
 η_{II} – ефективність вторинних заходів (азотоочисної установки);
 β – коефіцієнт роботи азотоочисної установки.

Значення узагальненого показника емісії оксидів азоту під час спалювання органічного палива за різними технологіями без урахування заходів щодо скорочення викиду NO_x визначаються згідно з таблицею Д.8 (додаток Д).

Під час роботи установки спалювання на низькому навантаженні зменшується температура процесу горіння палива, завдяки чому скорочується викид оксидів азоту. Ступінь зменшення викиду NO_x при цьому визначається за емпіричною формулою

$$f_n = (Q_\phi / Q_n)^2, \quad (7)$$

- де f_n – ступінь зменшення викиду оксидів азоту під час роботи на низькому навантаженні;
- Q_ϕ – фактична теплова потужність установки спалювання, МВт;
- Q_n – номінальна теплова потужність установки спалювання, МВт;
- z – емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду установки спалювання, її потужності, типу палива тощо.

Якщо відомі тільки фактична D_ϕ та номінальна паропроодуктивність парового котла D_n , допускається використовувати у формулі (7) замість відношення введених теплових потужностей відношення паропроодуктивностей D_ϕ/D_n . Емпіричний коефіцієнт z приймається за таблицею Д.9 (додаток Д).

Первинні (режимно-технологічні) заходи спрямовано на зменшення утворення оксидів азоту в топці або камері згоряння установки спалювання. До цих заходів відносяться: використання малотоксичних пальників, ступенева подача повітря та палива, рециркуляція димових газів тощо. Орієнтовні значення ефективності первинних заходів зменшення викиду оксидів азоту η_I наведено в таблиці Д.10 (додаток Д).

За неможливості досягти за допомогою первинних заходів допустимої концентрації оксидів азоту в димових газах для їх очищення від NO_x використовують азотоочисну установку. Значення ефективності η_{II} та коефіцієнта роботи азотоочисної установки β (відношення часу роботи азотоочисної установки до часу роботи установки спалювання) визначаються під час випробувань, а за їх відсутності — згідно з таблицею Д.11 (додаток Д).

4.4 Важкі метали

Викид важких металів та їх сполук пов'язано з наявністю в мінеральній частині палива сполук важких металів. До важких металів, сполуки яких найбільш шкідливі для навколишнього середовища, відносяться: арсен (As), кадмій (Cd), хром (Cr), мідь (Cu), ртуть (Hg), нікель (Ni), свинець (Pb), селен (Se), цинк (Zn).¹ Під час спалювання мазуту або важкого дизельного палива до важких металів цієї групи віднесено також ванадій (V) та його сполуки. У частинках леткої золи більшість цих елементів зустрічається у вигляді оксидів і хлоридів. У газоподібних викидах можлива наявність ртуті, селену та миш'яку, які частково випаровуються з палива.

4.4.1 Спалювання вугілля

Під час спалювання вугілля показник емісії важкого металу $k_{в.м}$, г/ГДж визначається за формулою

$$k_{в.м} = \frac{c_{в.м}}{Q_i} [a_{вин} f_{зб} (1 - \eta_{зв}) (1 - f_r) + f_r (1 - \eta_{гзв})], \quad (8)$$

- де $c_{в.м}$ – масовий вміст важкого металу у паливі, мг/кг;
- Q_i – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

¹ Процедура оценки и представления данных о выбросах в рамках конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. E.R.AIR/GE.1/1997/5. 30 June 1997.

- $a_{\text{вин}}$ – частка золи, яка виходить з котла у вигляді леткої золи;
- f_{36} – коефіцієнт збагачення важкого металу;
- η_{3y} – ефективність золоуловлювальної установки;
- f_r – частка важкого металу, яка виходить у газоподібній формі;
- $\eta_{г3y}$ – ефективність уловлення газоподібної фракції важкого металу в золоуловлювальній установці.

Частка золи $a_{\text{вин}}$, яка виноситься з установки у вигляді леткої золи, залежить від технології спалювання палива (див. таблиці Д.1, Д.2 додатка Д).

Орієнтовні значення масового вмісту важкого металу в паливі $c_{\text{вм}}$ визначають згідно з таблицею Г.2 (додаток Г).

Коефіцієнт збагачення f_{36} характеризує властивість “збагачення” (підвищення вмісту) важкого металу в частинках золи. Вміст важких металів у різних фракціях золи різний: у дрібній фракції золи вміст їх вищий, ніж у крупній. Оскільки в золоуловлювальній установці найбільш ефективно уловлюється крупна фракція, то в атмосферне повітря викидається дрібна фракція, в якій вміст важких металів більший. Діапазон значень та рекомендовані величини f_{36} наведено в таблиці Д.12 (додаток Д). Ці значення застосовуються у випадку відсутності даних для конкретних видів і марок твердого палива, яке спалюється в установці спалювання.

Для зручності використання в таблиці Д.12-а (додаток Д) приведені значення f_{36} при ефективності золоуловлювальної установці $0,7 \leq \eta \leq 0,99$.

Частка важкого металу, яка виходить з вугілля у газоподібному вигляді, f_r залежить від фізико-хімічних властивостей важкого металу. Орієнтовні значення цієї частки наведено в таблиці Д.13 (додаток Д).

Ефективність уловлювання твердих частинок золоуловлювальною установкою η_{3y} залежить від типу очисного обладнання, встановленого на установці спалювання, наприклад електростатичного фільтра, рукавного фільтра, мокрого скрубера чи батарейного циклона.

Ефективність уловлювання газоподібних важких металів $\eta_{г3y}$ залежить від властивостей важкого металу, типу золоуловлювальної установки і наявності інших заходів очистки димових газів, таких, як сіркоочисні та азотоочисні установки. Ефективність повинна визначатися під час проведення випробувань установки. Значення ефективності уловлення газоподібної фракції важких металів $\eta_{г3y}$ золоуловлювальною установкою наведено в табл. Д.14 (додаток Д).

4.4.2 Спалювання мазуту

Під час спалювання в установці спалювання мазуту утворюються сполуки важких металів, які є складовими мазутної золи. Сполуки ванадію відносяться до основних складових мазутної золи. Тому кількість викиду ванадію прийнято за контрольний параметр шкідливої дії мазутної золи на довкілля.

а) Визначення показника емісії мазутної золи з використанням даних про зольність мазуту

У цьому випадку спочатку визначають показник емісії мазутної золи k у перерахунку на ванадій (формула 9), а потім перераховують його на показник емісії мазутної золи $k_{V_2O_5}$ (формула 11). Показник емісії мазутної золи k_V , г/ГДж, у перерахунку на ванадій розраховується за формулою

$$k_V = \frac{c_V}{Q_i'} (1 - \eta_{oc}) (1 - \eta_{zy(V)}), \quad (9)$$

де Q_i' – нижча теплота згоряння палива, МДж/кг;

c_V – масовий вміст ванадію в паливі, мг/кг;

η_{oc} – частка ванадію, який осідає з твердими частинками на поверхнях нагріву котла;

$\eta_{zy(V)}$ – ефективність уловлювання ванадію золоуловлювальною установкою.

Масовий вміст ванадію у мазуті c_V , мг/кг, визначається за результатами хімічного аналізу мазуту або розраховується за апроксимаційною формулою

$$c_V = 2222 A', \quad (10)$$

де A' – масовий вміст золи в мазуті на робочу масу, %.

Масовий вміст золи в мазуті A' визначається за даними технічного аналізу палива.

Частка ванадію η_{oc} , яка осідає з твердими частинками на поверхнях нагріву котлів, залежить від конструктивних особливостей котлів. Її значення наведено в таблиці Д.15 (додаток Д).

Під час спільного спалювання твердого палива та мазуту в пиловугільному котлі ефективність очищення димових газів $\eta_{zy(V)}$ від мазутної золи (в перерахунку на ванадій) $\eta_{zy(V)}$ розраховується за емпіричною формулою

$$\eta_{zy(V)} = 1 - \frac{1 - \eta_{zy}}{f_V}, \quad (11)$$

де η_{zy} – ефективність очищення димових газів від твердих частинок згідно з 4.1;

f_V – емпіричний коефіцієнт, який враховує ефект “збагачення” ванадієм золи, яка виходить після золоуловлювальної установки, і залежить від типу золоуловлювальної установки (таблиця Д.16 додатка Д).

Ефективність очищення димових газів від мазутної золи (в перерахунку на ванадій) $\eta_{zy(V)}$ в газомазутних котлах батарейними циклонами, які спеціально застосовуються для цього, визначається за емпіричною формулою (Д.1) (додаток Д).

Для розрахунку показника емісії k п'ятиоксиду ванадію V_2O_5 , г/ГДж, як забруднювальної речовини необхідно показник емісії мазутної золи в перерахунку на ванадій помножити на відношення молекулярних мас п'ятиоксиду ванадію та ванадію:

$$k_{V_2O_5} = k_V \frac{\mu_{V_2O_5}}{2\mu_V} = k_V \frac{182}{2 \cdot 51} \cong 1,8 k_V, \quad (12)$$

- де k_v – показник емісії мазутної золи в перерахунку на ванадій;
 $\mu_{V_2O_5}$ – молекулярна маса п'ятиоксиду ванадію, яка дорівнює 182 кг/кмоль;
 μ_v – молекулярна маса ванадію, яка дорівнює 51 кг/кмоль.

б) Визначення показника емісії мазутної золи з використанням даних про вміст у паливі мазутної золи (V_2O_5)

Якщо є дані про вміст мазутної золи в паливі, то визначення показника емісії мазутної золи спрощується і здійснюється по формулі:

$$k_{V_2O_5} = \frac{c_{V_2O_5}}{Q_i} (1 - \eta_{oc}) (1 - \eta_{zy(V_2O_5)}), \quad (9-a)$$

- де Q_i – нижча теплота згоряння палива, МДж/кг;
 $c_{V_2O_5}$ – масовий вміст мазутної золи в паливі, мг/кг;
 η_{oc} – частка мазутної золи, яка осідає з суспендованими твердими частинками на поверхнях нагріву котла;
 $\eta_{zy(V_2O_5)}$ – ефективність уловлювання мазутної золи золоуловлювальною установкою.

Масовий вміст мазутної золи в паливі $c_{V_2O_5}$ визначається за даними технічного аналізу палива (для енергетичних мазутів дані наведені в таблиці Г.3 (додаток Г)).

Частка мазутної золи η_{oc} , яка осідає з суспендованими твердими частинками на поверхнях нагріву котлів, залежить від конструктивних особливостей котлів. Її значення наведено в таблиці Д.15 (додаток Д).

Під час спільного спалювання твердого палива та мазуту в пилувугільному котлі ефективність очищення димових газів від мазутної золи $\eta_{zy(V_2O_5)}$ розраховується за емпіричною формулою

$$\eta_{zy(V_2O_5)} = 1 - \frac{1 - \eta_{zy}}{f_{V_2O_5}}, \quad (11-a)$$

- де η_{zy} – ефективність очищення димових газів від суспендованих твердих частинок згідно з 4.1;
 $f_{V_2O_5}$ – емпіричний коефіцієнт, який враховує ефект “збагачення” мазутною золою золи, яка виходить після золоуловлювальної установки, і залежить від типу золоуловлювальної установки (таблиця Д.16 додатка Д).

Ефективність очищення димових газів від мазутної золи $\eta_{zy(V_2O_5)}$ в газомазутних котлах батарейними циклонами, які спеціально застосовуються для цього, визначається за емпіричною формулою (Д.1) (додаток Д).

4.4.3 Спалювання природного газу

При спалюванні в установці природного газу можуть виділятися в газоподібній формі в незначній кількості ртуть та її сполуки¹.

¹ CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе.

Показник емісії ртуті k_{Hg} , г/ГДж, розраховується за формулою

$$k_{Hg} = (k_{Hg})_0 (1 - \eta_{гзу}), \quad (13)$$

де $(k_{Hg})_0$ – показник емісії ртуті без використання золоуловлювальної установки, г/ГДж;
 $\eta_{гзу}$ – ефективність уловлювання ртуті в золоуловлювальній установці (таблиця Д.14 додатка Д).

Значення $(k_{Hg})_0$ під час спалювання природного газу наведено в таблиці Д.17 (додаток Д).

4.4.4 Спалювання очищеного коксового газу

При спалюванні в установці очищеного коксового газу можуть виділятися в газоподібній формі в незначній кількості ртуть та її сполуки.

Показник емісії ртуті k_{Hg} , г/ГДж, розраховується за формулою (13).

Значення $(k_{Hg})_0$ під час спалювання очищеного коксового газу наведено в таблиці Д.18 (додаток Д).

4.5 Оксид вуглецю CO

Утворення оксиду вуглецю CO є результатом неповного згоряння вуглецю органічного палива. Зі зменшенням потужності установки спалювання концентрація CO в димових газах зростає. Основним методом визначення викидів оксиду вуглецю є вимірювання його концентрації.

За відсутності постійних вимірювань концентрації CO валовий викид оксиду вуглецю визначається за формулою (1).

Показник емісії оксиду вуглецю, k_{CO} , г/ГДж, під час спалювання органічного палива визначається за формулою

$$k_{CO} = (k_{CO})_0 \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (14)$$

де $(k_{CO})_0$ – узагальнений показник емісії CO при відсутності механічного недопалу, г/ГДж;

q_4 – втрати тепла палива через механічний недопал, %. Значення q_4 наведені в характеристиках топків котлів - таблиці Д.3 і Д.4 (додаток Д).

Значення узагальненого показника емісії оксиду вуглецю при відсутності механічного недопалу палива в залежності від виду палива, потужності установки та технології спалювання визначаються з таблиці Д.19 (додаток Д).

4.6 Діоксид вуглецю CO₂

Діоксид вуглецю (вуглекислий газ CO₂) відноситься до парникових газів і є основним газоподібним продуктом окислення вуглецю органічного палива. Обсяг викиду CO₂ безпосередньо пов'язано із вмістом вуглецю в паливі та ступенем окислення вуглецю палива в установці спалювання.

Показник емісії діоксиду вуглецю k_{CO_2} , г/ГДж, під час спалювання органічного палива визначається за формулою

$$k_{\text{CO}_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^r} \epsilon_c = 3,67 k_c \epsilon_c, \quad (15)$$

де C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

Q_i^r – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

ϵ_c – ступінь окислення вуглецю палива (додаток А); для природного газу рекомендоване значення ϵ_c становить 0,995, для мазуту – 0,99¹⁾.

k_c – показник емісії вуглецю палива, г/ГДж.

Масовий вміст вуглецю в паливі визначається на основі елементного аналізу палива, що спалюється. Для газоподібного палива його може бути визначено, якщо відомий об'ємний вміст компонентів газоподібного палива (додаток Б). За відсутності даних про паливо, яке спалюється, необхідно користуватись даними додатка Г.

Специфічний показник емісії вуглецю k_c , г/ГДж — це відношення вмісту вуглецю палива до його теплоти згоряння:

$$k_c = \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^r}, \quad (16)$$

де C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

Q_i^r – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг.

За відсутності даних про вміст вуглецю в паливі та його теплоту згоряння необхідно користуватись узагальненим показником емісії вуглецю, наведеним у таблицях Д.20 та Д.20-а (додаток Д).

Під час спалювання органічного палива в установці може утворюватись монооксид вуглецю, але в атмосфері він неодмінно перетвориться в діоксид вуглецю. Тому під час розрахунку показника емісії CO_2 вважають, що весь вуглець палива, який згорів, перетворюється у вуглекислий газ.

Для деяких видів палива в таблиці Д.20-б (додаток Д) наведені значення специфічного показника емісії вуглецю k_c , що розраховані за складом палива (таблиця Г.6) по формулі (16).

4.7 Оксид діазоту N_2O

Оксид діазоту (або оксид азоту (І) N_2O відноситься до парникових газів. За відсутності постійних вимірювань концентрації N_2O валовий викид оксиду діазоту визначається за формулою (1). Значення узагальненого показника емісії N_2O залежно від виду палива, потужності установки спалювання та технології спалювання наведено в таблицях Д.21 та Д.21-а (додаток Д).

¹ Викиди парникових газів. Підприємства Міненерго України. 1990 та 1999 роки. Ініціатива з питань зміни клімату, 2000 – 62 стор.

4.8 Метан CH_4

Метан CH_4 також відноситься до парникових газів. Утворення метану під час спалювання органічного палива в енергетичних установках дуже незначне. Воно пов'язане з неповним згорянням органічного палива і зменшується з підвищенням температури згоряння та масштабу енергетичної установки. За відсутності прямих вимірювань валовий викид метану визначається за формулою (1). Значення узагальненого показника емісії метану залежно від виду палива наведено в таблицях Д.22 та Д.22-а (додаток Д).

4.9 Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)

Утворення неметанових летких органічних сполук пов'язане з неповним горінням органічного палива. Узагальнений показник емісії НМЛОС для деяких видів органічного палива приведено у таблиці Д.23 (додаток Д).

ДОДАТКИ

**ДО МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ
ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН
У АТМОСФЕРУ ВІД УСТАНОВОК СПАЛЮВАННЯ**

Додаток А

(довідковий)

Визначення об'єму сухих димових газів

Питомий об'єм сухих димових газів, які утворюються під час повного згоряння палива, визначається на підставі даних про масовий елементний склад робочої маси палива та витрати повітря для його спалювання відповідно до стехіометричних співвідношень між паливом та повітрям. Для газоподібного палива перерахунок об'ємного вмісту його компонентів (індивідуальних газів) у масовий вміст хімічних елементів горючої маси наведено у додатку Б. Формули перерахунку характеристик палива з робочої маси палива на суху та горючу (суху беззолну) і навпаки наведено у додатку В. За відсутності інформації про елементний склад палива можна використовувати дані додатка Г або відповідну довідкову літературу.

Під час спалювання палива можливе його неповне згоряння, у першу чергу механічний недопал, внаслідок чого до викидів твердих частинок та шлаку потрапляють горючі речовини, головним чином вуглець.

Масовий вміст вуглецю $C^{взг}$, який згоряє, % на робочу масу, виражається через масовий вміст вуглецю в паливі C^r за формулою

$$C^{взг} = \varepsilon_C C^r, \quad (A.1)$$

де ε_C – ступінь окислення вуглецю палива;

C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %.

Ефективність процесу горіння визначає ступінь окислення вуглецю палива ε_C . При повному згорянні палива ступінь окислення дорівнює одиниці, але за наявності недогорання палива його значення зменшується. Ступінь окислення вуглецю палива ε_C в установці спалювання розраховується за формулою

$$\varepsilon_C = 1 - \frac{A^r}{C^r} \left(a_{вин} \frac{\Gamma_{вин}}{100 - \Gamma_{вин}} + (1 - a_{вин}) \frac{\Gamma_{шл}}{100 - \Gamma_{шл}} \right), \quad (A.2)$$

де A^r – масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %;

C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

$a_{вин}$ – частка золи, яка видаляється у вигляді леткої золи;

$\Gamma_{вин}$ – масовий вміст горючих речовин у виносі твердих частинок, %;

$\Gamma_{шл}$ – масовий вміст горючих речовин у шлаку, %.

Для природного газу рекомендоване значення ε_C становить 0,995, для мазуту – 0,99¹⁾.

Вміст золи A^r в паливі та горючих речовин у шлаку $\Gamma_{шл}$ і викидах твердих частинок $\Gamma_{вин}$ визначається технічним аналізом палива (ГОСТ 27313—95), а також шлаку та твердих частинок, які виходять з установки спалювання. Частка золи $a_{вин}$, яка виноситься з установки спалювання у вигляді леткої золи, залежить від технології спалювання палива. Вона

¹ Викиди парникових газів. Підприємства Міненерго України. 1990 та 1999 роки. Ініціатива з питань зміни клімату, 2000 – 62 стор.

визначається для установки спалювання за паспортними даними та при проведенні її випробувань. За відсутності такої інформації значення $a_{\text{внн}}$ визначаються за даними таблиці Д.1 (додаток Д).

Під час спалювання 1 кг робочої маси палива з урахуванням механічного недопалювання питомий об'єм сухих димових газів $v_{\text{дг}}^{\circ}$, $\text{нм}^3/\text{кг}$ (за відсутності в них кисню) визначається за формулою¹⁾.

$$v_{\text{дг}}^{\circ} = 0,01(1,866C^{\text{взг}} + 0,7S^r + 0,8N^r) + v_{\text{N}_2\text{пов}}, \quad (\text{A.3})$$

- де $C^{\text{взг}}$ – масовий вміст вуглецю палива, що згорів, на робочу масу, %;
 S^r – масовий вміст сірки в паливі на робочу масу, %;
 N^r – масовий вміст азоту в паливі на робочу масу, %;
 $v_{\text{N}_2\text{пов}}$ – питомий об'єм азоту повітря, необхідного для горіння палива, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

Питомий об'єм азоту $v_{\text{N}_2\text{пов}}$, $\text{нм}^3/\text{кг}$, в повітрі, яке необхідне для спалювання палива, визначається за формулою

$$v_{\text{N}_2\text{пов}} = 3,762v_{\text{O}_2}, \quad (\text{A.4})$$

- де v_{O_2} – питомий об'єм кисню, необхідного для проходження стехіометричних реакцій окислення, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

Питомий об'єм кисню v_{O_2} , $\text{нм}^3/\text{кг}$, необхідного для проходження стехіометричних реакцій окислення,

$$v_{\text{O}_2} = 0,01(1,866C^{\text{взг}} + 5,56H^r + 0,7S^r - 0,7O^r), \quad (\text{A.5})$$

- де $C^{\text{взг}}$ – масовий вміст вуглецю палива, що згорів, на робочу масу, %;
 H^r – масовий вміст водню в паливі на робочу масу, %;
 S^r – масовий вміст сірки в паливі на робочу масу, %;
 O^r – масовий вміст кисню в паливі на робочу масу, %.

Константи в рівняннях (A.3) – (A.5) є стереометричними множниками.

Густина сухих димових газів $\rho_{\text{дг}}^{\circ}$ визначається як відношення питомої маси сухих димових газів $m_{\text{дг}}^{\circ}$ до питомого об'єму сухих димових газів $v_{\text{дг}}^{\circ}$ (під час спалювання 1 кг робочої маси палива). Питома маса сухих димових газів $m_{\text{дг}}^{\circ}$ визначається за відсутності в них кисню та водяної пари, яка утворилася в результаті випарювання вологи палива та окислення водню.

Густина сухих димових газів $\rho_{\text{дг}}^{\circ}$, $\text{кг}/\text{нм}^3$, визначається за формулою

$$\rho_{\text{дг}}^{\circ} = m_{\text{дг}}^{\circ} / v_{\text{дг}}^{\circ}, \quad (\text{A.6})$$

- де $m_{\text{дг}}^{\circ}$ – питома маса сухих димових газів, $\text{кг}/\text{кг}$;
 $v_{\text{дг}}^{\circ}$ – питомий об'єм сухих димових газів, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

¹ Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под ред. Н.В. Кузнецова, В.В. Митора, И.Е. Дубровского, Э.С. Карасиной. – М.: Энергия, 1973. – 295 с.

Питома маса сухих димових газів $m_{\text{дг}}^{\circ}$, кг/кг, вираховується за формулою

$$m_{\text{дг}}^{\circ} = 0,01(3,664C^{\text{взг}} + 1,000N^r + 2,001S^r) + 4,702v_{\text{O}_2}, \quad (\text{A.7})$$

- де $C^{\text{взг}}$ – масовий вміст вуглецю палива, що згоряє, на робочу масу, %;
 N^r – масовий вміст азоту в паливі на робочу масу, %;
 S^r – масовий вміст сірки в паливі на робочу масу, %;
 v_{O_2} – питомий об'єм кисню, необхідного для проходження стехіометричних реакцій окислення, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

Одержане значення $v_{\text{дг}}^{\circ}$ за відсутності кисню в димових газах (коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1$) може бути приведене до стандартного вмісту кисню в димових газах, наприклад, до 6 %, за допомогою рівняння

$$v_{\text{дг}} = v_{\text{дг}}^{\circ} \frac{21}{21 - \text{O}_{2\text{ст}}} = v_{\text{дг}}^{\circ} \frac{21}{21 - 6} = 1,4v_{\text{дг}}^{\circ}, \quad (\text{A.8})$$

- де $v_{\text{дг}}$ – питомий об'єм сухих димових газів, приведений до стандартного вмісту кисню в димових газах, $\text{нм}^3/\text{кг}$;
 $v_{\text{дг}}^{\circ}$ – питомий об'єм сухих димових газів при $\text{O}_2 = 0$ %, $\text{нм}^3/\text{кг}$;
 $\text{O}_{2\text{ст}}$ – стандартний об'ємний вміст кисню в сухих димових газах, %.

При невідомому елементному складі палива відношення питомого об'єму сухих димових газів $v_{\text{дг}}$ (при відсутності втрат тепла через його механічний недопал) до нижчої робочої теплоти згоряння палива Q_i^r для різних видів палива береться з таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Значення відношення $V_{\text{дг}}/Q_i^r$ та коефіцієнтів полінома $V_{\text{дг}}/Q_i^r = A + b Q_i^r$

Паливо	Марка	Вміст O_2 у димових газах, %	$V_{\text{дг}}/Q_i^r$	A	b
Вугілля	А	6	0.374	0,3989	– 0.0012
	Т	6	0.365	0.3957	– 0.0013
	Ж	6	0.366	0.3718	– 0.0003
	Г	6	0.366	0.3868	– 0.0011
	(Л-В) Г	6	0.365	0.3789	– 0.0007
	Д	6	0.367	0.3899	– 0.0012
	Б	6	0.427	0.5166	– 0.0117
Костриця льняна		6	0.297		
Лузга соняшникова		6	0.286		
Лузга рисова		6	0.245		
Відходи деревини (30% вологості)		6	0.257		
Мазут		6	0.353		
		3	0.292		
Дизельне паливо		6	0.340		
		3	0.283		
Природний газ		6	0.345	0.3689	– 0.0007
		3	0.285	0.3097	– 0.0007
Коксовий газ		6	0.315		
		3	0.262		
Доменний газ		6	0.408		
		3	0.340		

Значення Q_i^r для твердого та рідкого палива вугілля потрібно підставляти у $\text{МДж}/\text{кг}$, а для газоподібного палива - у $\text{МДж}/\text{нм}^3$.

Додаток Б

(довідковий)

Перерахунок характеристик газоподібного палива

Для газоподібного палива, як правило, відомі його об'ємні характеристики:

- склад – метан (CH_4), етан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), пентан (C_5H_{12}) та більш важкі вуглеводні, азот (N_2), сірководень (H_2S), оксид (CO) і діоксид (CO_2) вуглецю;
- теплота згоряння;
- об'ємна витрата;
- об'єм використаного палива за певний проміжок часу.

У методиці та додатку А для визначення величин викидів та питомого об'єму використовуються масові характеристики палива – масовий елементний склад, масова теплота згоряння, маса використаного палива. Тому для газоподібного палива об'ємні характеристики необхідно перерахувати в масові.

Питома маса кожного індивідуального газу в сухому стані газоподібного палива визначається за формулами:

$$m_{\text{CH}_4} = 0,716 \cdot 0,01(\text{CH}_4)_v, \quad (\text{Б.1})$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,342 \cdot 0,01(\text{C}_2\text{H}_6)_v, \quad (\text{Б.2})$$

$$m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1,967 \cdot 0,01(\text{C}_3\text{H}_8)_v, \quad (\text{Б.3})$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 2,593 \cdot 0,01(\text{C}_4\text{H}_{10})_v, \quad (\text{Б.4})$$

$$m_{\text{C}_5\text{H}_{12}} = 3,219 \cdot 0,01(\text{C}_5\text{H}_{12})_v, \quad (\text{Б.5})$$

$$m_{\text{C}_6\text{H}_6} = 3,492 \cdot 0,01(\text{C}_6\text{H}_6)_v, \quad (\text{Б.6})$$

$$m_{\text{N}_2} = 1,250 \cdot 0,01(\text{N}_2)_v, \quad (\text{Б.7})$$

$$m_{\text{H}_2\text{S}} = 1,521 \cdot 0,01(\text{H}_2\text{S})_v, \quad (\text{Б.8})$$

$$m_{\text{CO}} = 1,250 \cdot 0,01(\text{CO})_v, \quad (\text{Б.9})$$

$$m_{\text{CO}_2} = 1,964 \cdot 0,01(\text{CO}_2)_v, \quad (\text{Б.10})$$

де m_i – питома маса i -го індивідуального газу в 1 нм^3 сухого палива, кг/нм^3 ;

$(i)_v$ – об'ємний вміст i -го індивідуального газу, %.

Густина сухого газоподібного палива ρ_n , кг/нм^3 , при нормальних умовах визначається як сума питомих мас індивідуальних газів, що входять до складу палива,

$$\rho_n = \sum m_{\text{CpHq}} + m_{\text{N}_2} + m_{\text{H}_2\text{S}} + m_{\text{CO}} + m_{\text{CO}_2}, \quad (\text{Б.11})$$

де m_i – питома маса i -го індивідуального газу в 1 нм^3 сухого палива при нормальних умовах, кг/нм^3 ;

$m_{C_pH_q}$ – питома маса вуглеводню C_pH_q , який складається з p атомів вуглецю та q атомів водню при нормальних умовах, кг/нм^3 .

Масовий елементний склад сухого газоподібного палива визначається за формулами:

$$C^{daf} = \frac{100}{\rho_n} \left(\sum \frac{12p}{12p+q} m_{C_pH_q} + 0,429m_{CO} + 0,273m_{CO_2} \right), \quad (\text{Б.12})$$

$$H^{daf} = \frac{100}{\rho_n} \left(\sum \frac{q}{12p+q} m_{C_pH_q} + 0,059m_{H_2S} \right), \quad (\text{Б.13})$$

$$N^{daf} = \frac{100}{\rho_n} m_{N_2}, \quad (\text{Б.14})$$

$$S^{daf} = \frac{100}{\rho_n} (0,941m_{H_2S}), \quad (\text{Б.15})$$

$$O^{daf} = \frac{100}{\rho_n} (0,571m_{CO} + 0,727m_{CO_2}), \quad (\text{Б.16})$$

де C^{daf} – масовий вміст вуглецю в паливі на горючу масу, %;

H^{daf} – масовий вміст водню в паливі на горючу масу, %;

N^{daf} – масовий вміст азоту в паливі на горючу масу, %;

S^{daf} – масовий вміст сірки в паливі на горючу масу, %;

O^{daf} – масовий вміст кисню в паливі на горючу масу, %;

ρ_n – густина сухого газоподібного палива при нормальних умовах, кг/нм^3 ;

m_i – питома маса i -го індивідуального газу в 1 нм^3 сухого газоподібного палива, кг/нм^3 .

Для перерахунку об'ємної витрати газоподібного палива в масову використовують формулу

$$b = b_v \rho_n, \quad (\text{Б.17})$$

де b – масова витрата газоподібного палива, кг/с ;

b_v – об'ємна витрата газоподібного палива при нормальних умовах, $\text{нм}^3/\text{с}$;

ρ_n – густина газоподібного палива при нормальних умовах, кг/нм^3 .

Маса використаного газоподібного палива B , т, за проміжок часу P та масова теплота згоряння розраховуються за формулами:

$$B = B_v \rho_n, \quad (\text{Б.18})$$

$$Q_i^r = Q_{iv}^r / \rho_n, \quad (\text{Б.19})$$

де B_v – об'єм використаного газоподібного палива за проміжок часу P при нормальних умовах, тис. нм^3 ;

Q_i^r – масова нижча теплота згоряння газоподібного палива, МДж/кг ;

Q_{iv}^r – об'ємна нижча теплота згоряння газоподібного палива при нормальних умовах, МДж/нм^3 ;

ρ_n – густина газоподібного палива при нормальних умовах, кг/нм^3 .

Додаток В

(довідковий)

Перерахунок характеристик палива

Складові та характеристики палива можуть бути перераховані на робочу (raw), суху (dry) масу (коли в паливі відсутня волога), суху беззолюну (dry ash-free) або горючу масу (коли в паливі відсутня негорюча частина – зола та волога).

У таблиці В.1 наведено множники перерахунку масового вмісту складових палива на робочу, суху або горючу масу.

Таблиця В.1 — Перерахунок масового вмісту складових палива

Маса	Початкове значення маси		
	робочої	сухої	горючої
Робоча	1	$(100 - W^r)/100$	$(100 - W^r - A^r)/100$
Суха	$100/(100 - W^r)$	1	$(100 - A^d)/100$
Горюча	$100/(100 - W^r - A^r)$	$100/(100 - A^d)$	1

Примітка. W^r – масовий вміст води в паливі на робочу масу, %;

A^r – масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %;

A^d – масовий вміст золи в паливі на суху масу, %.

У таблиці В.2 наведено формули перерахунку нижчої робочої теплоти згоряння палива Q_i^r в нижчу суху теплоту згоряння палива Q_i^d та нижчу горючу теплоту згоряння палива Q_i^{daf} і навпаки.

Таблиця В.2 — Перерахунок теплоти згоряння палива

Теплота згоряння	Початкове значення маси		
	робочої	Сухої	горючої
Q_i^r	1	$Q_i^d \frac{100 - W^r}{100} - 0,025W^r$	$Q_i^{daf} \frac{100 - W^r - A^r}{100} - 0,025W^r$
Q_i^d	$(Q_i^r + 0,025W^r) \frac{100}{100 - W^r}$	1	$Q_i^{daf} \frac{100 - A^d}{100}$
Q_i^{daf}	$(Q_i^r + 0,025W^r) \frac{100}{100 - W^r - A^r}$	$Q_i^d \frac{100}{100 - A^d}$	1

Примітка. Q_i^r – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

Q_i^d – нижча суха теплота згоряння палива, МДж/кг;

Q_i^{daf} – нижча горюча теплота згоряння палива, МДж/кг;

W^r – масовий вміст води в паливі на робочу масу, %;

A^r – масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %;

A^d – масовий вміст золи в паливі на суху масу, %.

При неповному окисленні вуглецю палива в установці спалювання величина Q_i' фактично зменшується на величину енергії палива, що не догоріло, а саме:

$$Q_i^{r*} = Q_i^r - Q_c(1 - \varepsilon_c), \quad (B.1)$$

- де Q_i^{r*} – нижча теплота згоряння палива з урахуванням механічного недопалу, МДж/кг;
 Q_i^r – нижча теплота згоряння палива, МДж/кг;
 Q_c – теплота згоряння вуглецю, МДж/кг, $Q_c = 32,657$ МДж/кг;
 ε_c – ступінь окислення вуглецю палива (формула (A.2) додатка А).

Додаток Г

(довідковий)

Склад і характеристики різних видів органічного палива

Тверде паливо

В таблиці Г.1 наведено орієнтовний елементний склад палива на горючу масу для найбільш поширених марок вугілля. Масовий елементний склад палива на робочу масу та нижча робоча теплота згоряння визначаються за даними таблиці Г.1, формулами перерахунку, наведеними у Додатку В, та даними технічного аналізу палива, зокрема, за інформацією про вміст вологи та золи у вугіллі (на робочу масу).

Таблиця Г.1 — Елементний склад вугілля (масовий вміст на горючу масу)¹⁾

Вугілля	C ^{daf} , %	H ^{daf} , %	S ^{daf} , %	O ^{daf} , %	N ^{daf} , %	V ^{daf} , %	Q _i ^{daf} , МДж/кг
Антрацитовий штиб АШ	93,5	1,8	2,4	1,5	0,8	4,0	33.24
Пісне вугілля ТР	89,0	4,2	3,3	2,1	1,5	12,0	34.29
Донецьке газове ГР	81,0	5,4	4,4	7,7	1,5	40,0	31.98
Донецьке довгополуменеве ДР	75,5	5,5	4,3	13,1	1,6	43,0	30.56
Львівсько-волинське (ЛВ) ГР	79,5	5,2	3,7	10,3	1,3	39,0	31.69
Олександрійське буре Б1Р	67,5	5,8	5,9	19,9	0,9	58,5	26.96

У таблиці Г.2 наведено інформацію про орієнтовний вміст основних важких металів у робочій масі вугілля родовищ України ²⁾³⁾.

Таблиця Г.2 — Вміст важких металів C_{вм} у енергетичному вугіллі, мг/кг

Вугілля	As	Cd	CrO ₃	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
Антрацитовий штиб АШ	20	0	90	29	0.28	26	20	0	40
Донецьке пісне ТР	20	0	90	29	0.20	26	18	0	40
Донецьке ГР	20	0	90	29	0.14	26	14	0	40
Донецьке довгополуменеве ДР	20	0	90	29	0.16	26	16	0	40
Львівсько-Волинське (ЛВ) ГР	20	0	90	29	0.16	26	16	0	40
Олександрійське буре Б1Р	20	0	90	29	0.16	26	14	0	40

Мазут

У таблиці Г.3 наведено орієнтовні дані характеристик основних марок мазуту, які використовується в енергетиці ¹⁾.

¹⁾ Энергетическое топливо СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий природный газ): Справочник / Под ред. Т.А. Зикеева. – М.: Энергия, 1968

²⁾ Справочник по содержанию малых элементов в товарной продукции угледобывающих и углеобогащающих предприятий Донецкого бассейна. – Днепропетровск, 1994. – 187 с.

³⁾ Какарека С.В., Хомич В.С. и др. Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: Опыт оценки удельных показателей – Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси. 1998. - 156 с.

Таблиця Г.3 — Склад енергетичних мазутів

Показники	Марка мазуту				
	високосірчистого			малосірчистого	
	40	100	200	40	100
Середні:					
$S^{daf}, \%$	2,50	2,70	3,00	0,40	0,40
$C^{daf}, \%$	85,50	85,70	85,90	87,50	87,50
$H^{daf}, \%$	11,20	10,60	10,20	11,50	11,10
$(O + N)^{daf}, \%$	0,80	1,00	0,90	0,60	1,00
$Q^{daf}, \text{МДж/кг}$	40,40	40,03	39,77	41,24	40,82
Граничні:					
$A^d, \%$	0,15	0,15	0,30	0,15	0,15
Мазутна зола (V_2O_5), мг/кг	600	600	1200	600	600
$W^r, \%$	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00

Природний газ

У таблиці Г.4 наведено орієнтовний склад (об'ємні частки в сухому газі, %), теплот згоряння та густину природного газу, який постачається з двох газопроводів: Уренгой Ужгород та Середня Азія – Центр¹.

Таблиця Г.4 — Характеристики природного газу для різних газопроводів

Газопровід	$CH_4, \%$	$C_2H_6, \%$	$C_3H_8, \%$	$C_4H_{10}, \%$	$C_5H_{12}, \%$	$CO_2, \%$	$N_2, \%$	$H_2S, \%$	$Q_i^d, \text{МДж/нм}^3$	$\rho_n, \text{кг/нм}^3$
Уренгой—Ужгород	98.90	0.12	0.011	0.01	0.00	0.06	0.90	0.00	33.08	0.723
Середня Азія—Центр	94.29	2.80	0.73	0.15	0.03	1.00	1.00	0.00	34.21	0.764

Штучні пальні гази

У таблиці Г.5 наведено орієнтовний склад (об'ємні частки в сухому газі, %), теплот згоряння та густину штучних пальних газів

Таблиця Г.5 — Характеристики штучних пальних газів²

Газ	$CO, \%$	$H_2, \%$	$CH_4, \%$	$C_mH_n, \%$	$H_2S, \%$	$CO_2, \%$	$O_2, \%$	$N_2, \%$	$Q_i^d, \text{МДж/нм}^3$	$\rho_n, \text{кг/нм}^3$
Коксовий очищений	6.8	57.5	22.5	1.9	0.4	2.3	0.8	7.8	16.61	0.483
Доменний	28,0	2.7	0.3	-	0.3	10.5	-	58.5	3.94	1.296

¹ Энергетическое топливо СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, мазут и горючий природный газ): Справочник / В.С. Вдовченко, М.И. Мартынова, Н.В. Новицкий, Г.Д. Юшина. – М.: Энергоатомиздат, 1991-184 с.

² Теплотехнический справочник под ред. В.Н. Юренева и П.Д. Лебедева. - М., «Энергия», 1976. - т.1, с.137, табл.4-8.

Деякі види палива

У таблиці Г.6 наведено орієнтовний масовий елементний склад (%) та нижча робоча теплота згоряння деяких видів палива

Таблиця Г.6 — Склад деяких видів палива¹

Паливо	C', %	H', %	S', %	O', %	N', %	A', %	W', %	Q _i ', МДж/кг
Дизельне паливо	86,7	12,6	0,2	0,3	0,1	0,01	0,09	42,62
Солома	42,7	5,3	0,1	36,9	0,5	4,5	10,0	15,70
Стебло бавовнику	40,0	5,0	0,1	36,0	0,5	3,4	15,0	14,53
Костриця льняна	43,5	5,4	0,1	36,6	0,5	2,9	11,0	15,93
Лузга соняшника	42,5	4,9	0,16	34,6	0,44	2,4	15,0	15,43
Лузга рисова	35,4	4,3	0,1	30,2	0,5	19,5	10,0	18,67
Відходи деревини	34,6	4,2	0,0	30,1	0,4	0,7	30,0	12,30

Додаток Д

(рекомендований)

До розділу 4.1 “Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок”

Таблиця Д.1 — Частка леткої золи $a_{\text{вин}}$ при різних технологіях спалювання палива ¹

Котел	Вугілля	Мазут
З твердим (сухим) шлаковидаленням	0,95	1,00
Відкрита топка з рідким шлаковидаленням	0,80	1,00
Напіввідкрита топка з рідким шлаковидаленням	0,70	1,00
Двокамерна топка:	0,55	1,00
З вертикальним передтопком	0,30	1,00
горизонтальна циклонна	0,15	1,00
З циркулюючим киплячим шаром	0,50	—
З бульбашковим киплячим шаром	0,20	—
З нерухомим шаром	0,15	—

Таблиця Д.2 — Значення параметру $a_{\text{вин}}/(100 - \Gamma_{\text{вин}})$ для малих котлів ²

Тип топки	Паливо	$a_{\text{вин}}/(100 - \Gamma_{\text{вин}})$
З нерухомою решіткою і ручним закиданням палива	Буре та кам'яне вугілля	0,0023
	Антрацит АС і АМ	0,0030
	Антрацит АРШ	0,0078
З пневмо-механічними накидачами і нерухомою решіткою	Буре та кам'яне вугілля	0,0026
	Антрацит АРШ	0,0088
	Антрацит АС і АМ	0,0020
З ланцюговою решіткою прямого ходу	Буре та кам'яне вугілля	0,0035
З накидачами і ланцюговою решіткою	Твердне паливо	0,0019
Шахтна	Торф кусковий	0,0019
Шахтно-ланцюгова	Сланці	0,0025
Похило-перештовхувальна	Дрова	0,0050
Шарові побутових теплогенераторів	Буре вугілля	0,0011
	Кам'яне вугілля	0,011
	Антрацит, пісне вугілля	
	Мазут	0,010
Камерна топка парового та водогрійного котла	Легке пічне паливо	0,010
Камерна топка побутового теплогенератора		

¹ Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под ред. Н.В. Кузнецова, В.В. Митора, И.И. Дубровского, Э.С. Карасиной. — М.: Энергия, 1973. — 295 с.; Тепловые и атомные электрические станции Справочник/ Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина.— М.: Энергоиздат, 1982.— 624 с.— (Теплотехника теплоэнергетика).

² Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 184 с.

Таблиця Д.3 — Розрахункові характеристики топок при спалюванні твердого палива в котлах продуктивністю понад 75 т/год¹

а) Спалювання пилоподібного палива, *тверде шлаковидалення*

Паливо	Коефіцієнт надлишку повітря на виході з топки α_T	Втрати тепла від недопалу, %	
		хімічного q_3	механічного q_4
Антрацитовий штиб	1,2-1,25*	0	6
Напівантрацити	1,2-1,25	0	4
Пісне вугілля	1,2-1,25	0	2
Кам'яне вугілля	1,2	0	1,0-1,5**
Відходи вуглезбагачення	1,2	0	2,0-3,0**
Буре вугілля	1,2	0	0,5-1,0**
Фрезерний торф	1,2	0	0,5-1,0**
Сланці	1,2	0	0,5-1,0**

* Більші значення – при транспорті пилу в топку гарячим повітрям.

** Менші значення – для малозольних палив, більші – для палив з підвищеною зольністю

Примітка: При зниженні паропроductивності до 70% номінальної величини Q_4 приймається за даною таблицею; при паропроductивності 50% величина Q_4 збільшується в 1,5 рази для усіх палив, окрім фрезерного торфу і сланців.

б) Спалювання в відкритих та напіввідкритих топках, *рідке шлаковидалення*

Тип топок	Паливо	Коефіцієнт надлишку повітря на виході з топки α_T	Втрати тепла від недопалу, %	
			хімічного q_3	механічного q_4
Відкриті	АШ і ПА	1,2-1,25*	0	3-4
	Пісне вугілля	1,2-1,25*	0	1,5
	Кам'яне вугілля	1,2	0	0,5
	Буре вугілля	1,2	0	0,5
Напіввідкриті з віджимом	АШ і ПА	1,2-1,25*	0	3-4
	Пісне вугілля	1,2-1,25*	0	1,0
	Кам'яне вугілля	1,2	0	0,5
	Буре вугілля	1,2	0	0,5

* Більші значення – при транспорті пилу в топку гарячим повітрям.

¹ Теплотехнический справочник. Под ред. В.Н.Юренева и П.Д.Лебедева. В двух томах. М. «Энергия», 1975. Т.2, с. 363, 365.

в) Спалювання в циклонних та двохкамерних топках, рідке шлаковидалення

Тип топок	Паливо	Коефіцієнт надлишку повітря на виході з топки α_t *	Втрати тепла від механічного недопалу в кінці топки q_4 , % **
Горизонтальні циклонні	Буре вугілля (дроблене, грубий пил)	1,1-1,2	0,2
	Кам'яне вугілля (дроблене, грубий пил)	1,1-1,2	0,8
З вертикальним передтопком	Буре вугілля	1,1-1,2	0,2
	Кам'яне вугілля	1,1-1,2	0,5
	Пісне вугілля	1,1-1,2	1,0
Двохкамерна	АШ	1,15-1,2	3,0
	Буре вугілля	1,15-1,2	0,3
	Кам'яне вугілля	1,15-1,2	0,5-1,0

* Менші значення – для схем з прямим вдуванням і при розімкнутій схемі пилоприготування, більші значення – для напіврозімкнутій схемі пилоприготування.

** Без урахування повернення золи.

Таблиця Д.4 — Характеристики топок котлів малої потужності ¹

Тип котла та топки	Паливо	Коефіцієнт надлишку α	Хімічний недопал q_3 , %	Механічний недопал q_4 , %
Топка з ланцюговою решіткою	Донецький антрацит	1,5-1,6	0,5	13,5/10
Шахтно-ланцюгова топка	Торф кусковий	1,3	1,0	2,0
	Вугілля кузнецьке	1,3-1,4	0,5-1,0	5,5/3
Топка з пневматичним накидачами та ланцюговою решіткою прямого ходу	Вугілля донецьке	1,3-1,4	0,5-1,0	6/3,5
	Буре вугілля	1,3-1,4	0,5-1,0	5,5/4
	Кам'яне вугілля	1,3-1,4	0,5-1,0	5,5/3
Топка з пневматичним накидачами та ланцюговою решіткою зворотного ходу	Буре вугілля	1,3-1,4	0,5-1,0	6,5/4,5
	Донецький антрацит	1,6-1,7	0,5-1,0	13,5/10
Топка з пневматичним накидачами та нерухомою решіткою	Кам'яне вугілля	1,4-1,5	0,5-1,0	5,5/3
	Буре вугілля	1,4-1,5	0,5-1,0	9/7,5
	Дрова, подрібнені відходи, тирса, торф кусковий	1,4	2	2
Топка швидкісного горіння	Дрова, тирса, щепа	1,3	1	4/2
Камерна топка з твердим шлаковидаленням	Кам'яне вугілля	1,2	0,5	5/3
	Буре вугілля	1,2	0,5	3/1,5
	Фрезерний торф	1,2	0,5	3/1,5
Камерна топка	Мазут	1,1	0	0,5
	Газ (природний)	1,1	0	0,5
	Доменний газ	1,1	0	0,5

Примітка: у 3-й колонці менші значення для парогенераторів продуктивністю більше 10 т/год; у 5 колонці більші значення – при відсутності засобів зменшення виносу, менші значення – при гострому дутті та наявності повернення виносу, а також для котлів паропроductивністю 25-35 т/год.

¹ Сборник методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л. Гидрометеиздат, 1986. – 184 с.

До розділу 4.2 “Діоксид сірки SO₂”

Таблиця Д.5 — Ефективність зв'язування оксидів сірки золю або сорбентом у топці

Технологія спалювання	η_1	Примітка
Ракельне спалювання вугілля в котлах з рідким шлаковидаленням	0,05	Зв'язування золю палива
Ракельне спалювання вугілля в котлах з твердим шлаковидаленням	0,10	Те саме
Ракельне спалювання мазуту в котлах	0,02	“
Спалювання в киплячому шарі	0,95	Зв'язування сорбентом у котлі при мольному відношенні $\text{Ca/S } m = 2,5$

Таблиця Д.6 — Ефективність та коефіцієнт роботи сіркоочисної установки ¹

Технологія десульфуризації димових газів	Параметри сіркоочисної установки	
	η_{II}	β
1	2	3
Мокре очищення – у скрубєрі з використанням вапняку (вапна) або доломіту з одержанням гіпсу	0,95	0,99
Мокре очищення – процес Веллмана—Лорда з використанням солей натрію	0,97	0,99
Мокре очищення – процес Вальтера з використанням аміачної води	0,88	0,99
Напівсухе очищення – розпилення крапель суспензії або розчину сорбенту в реакторі (технології ESOX, GSA, Niro Atomizer...)	0,90	0,99
Сухе очищення – інжекція сухого сорбенту (DSI)	0,45	0,98
Напівсухе очищення – процес LIFAC як розвиток процесу DSI з розпилом крапель води	0,80	0,98
Напівсухе очищення – процес Lurgi CFB (з використанням реактора циркулюючого киплячого шару) з розпилом крапель води	0,90	0,99
Сухе очищення – абсорбція активованим вугіллям	0,95	0,99
Каталітичне очищення від оксидів сірки і азоту (DESONOX, SNOX)	0,95	0,99

¹ CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе, 1997; Тепловые и атомные электрические станции: Справочник/ Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина.– М.: Энергоиздат, 1982.– 624 с.– (Теплотехника и теплоэнергетика).

Таблиця Д.7 — Ефективність уловлювання оксидів сірки η_{II} під час золоочищення за допомогою мокрого скрубера ¹

Приведений вміст сірки, %/(МДж/кг)	Лужність води на зрошення, мг-екв/дм ³		
	0	5	10
0,01	0,0250	0,1450	0,3000
0,02	0,0220	0,0850	0,1680
0,03	0,0195	0,0520	0,1010
0,04	0,0180	0,0390	0,0660
0,05	0,0175	0,0300	0,0520
0,06	0,0170	0,0260	0,0430
0,07	0,0165	0,0215	0,0350
0,08	0,0160	0,0200	0,0300
0,09	0,0155	0,0190	0,0275
0,10	0,0150	0,0180	0,0230
0,11	0,0145	0,0170	0,0205
0,12	0,0135	0,0160	0,0200
0,13	0,0130	0,0150	0,0185
0,18	0,0120	0,0120	0,0120

¹ Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под ред. Н.В. Кузнецова, В.В. Митора, И.Е. Дубровского, Э.С. Карасиной. – М.: Энергия, 1973. – 295 с.

До розділу 4.3 “Оксиди азоту NOx”

Таблиця Д.8 – Узагальнені показники емісії (питомі викиди) NOx для установок спалювання різної потужності, г/ГДж (без урахування методів зниження)

Технологія спалювання	Вид палива	Показник емісії, г/ГДж
Камерне спалювання		
Теплова потужність > 300 МВт ¹		
з рідким шлаковидаленням	антрацит	420
	кам'яне вугілля	250
з твердим шлаковидаленням	кам'яне вугілля	230
	мазут	200
	природний газ	150
Теплова потужність ≤ 300 МВт ¹		
з рідким шлаковидаленням	антрацит	250
з рідким шлаковидаленням	кам'яне вугілля	180
з твердим шлаковидаленням	кам'яне вугілля	160
з горизонтальною циклонною топкою для кам'яного вугілля	кам'яне вугілля	480
	мазут	140
	природний газ	100
Циркулюючий киплячий шар ¹	тверде паливо	70
Киплячий шар під тиском ¹	тверде паливо	100
Камера згоряння газової турбіни ¹	газотурбінне	150
	природний газ	120
Стаціонарний двигун ^{1, 2}	дизельне паливо	1000
	бензин	1000
Нерухомий шар ^{1, 2}	тверде паливо	100
	відходи деревини	200
	солома	88
	лузга соняшника	88
	костриця льняна	88
Камерне спалювання ^{1, 2}	кокосовий газ	150
	доменний газ	100
Котли малої потужності		
Теплова потужність	Показник емісії ³ , г/ГДж	
	кам'яне та буре вугілля	антрацит природний газ, мазут
≤ 50 > 10 МВт	260	150 95
1 – 10 МВт	230	125 90
0,1-1,0 МВт	175	90 85
< 0,1 МВт	120	70 70

Таблиця Д.9 — Значення емпіричного коефіцієнта z

Теплова потужність (паропродуктивність) котельної установки	Тверде паливо	Природний газ, мазут
Паровий котел 140 МВт і вище (200 т/год і вище)	1,15	1,25
Паровий котел від 22 до 140 МВт (від 30 до 200 т/год)	1,15	1,25
Водогрійний котел	1,15	1,25

¹ Міністерство палива та енергетики України. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ, 2002 (Чинний вид 01.07.2002).

² CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе; IPCC.

³ Сборник методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. 184 с.

Таблиця Д.10 — Ефективність первинних заходів η_I скорочення викиду NO_x ¹.

Тип первинних заходів	Ефективність η_I
Малотоксичні пальники	0,20
Ступенева подача повітря	0,30
Подача третинного повітря	0,20
Рециркуляція димових газів	0,10
Трьохступенева подача повітря та палива	0,35
Малотоксичні пальники + ступенева подача повітря	0,45
Малотоксичні пальники + подача третинного повітря	0,40
Малотоксичні пальники + рециркуляція димових газів	0,30
Ступенева подача повітря + подача третинного повітря	0,45
Ступенева подача повітря + рециркуляція димових газів	0,40
Малотоксичні пальники + ступенева подача повітря + рециркуляція димових газів	0,50
Малотоксичні пальники + ступенева подача повітря + подача третинного повітря	0,60

Таблиця Д.11 — Ефективність та коефіцієнт роботи азотоочисної установки NO_x ¹

Технологія очищення димових газів від NO_x	Ефективність η_{II}	Коефіцієнт роботи
Селективне некаталітичне відновлення (СНКВ)	0,50	0,99
Селективне каталітичне відновлення (СКВ)	0,80	0,99
Активоване вугілля	0,70	0,99
DESONOX – SNOX	0,95	0,99

Примітка. Технологія DESONOX і її різновид SNOX базуються на каталітичному очищенні димових газів одночасно від оксидів сірки та азоту.

До розділу 4.4 “Важкі метали”

Таблиця Д.12 — Коефіцієнт збагачення важких металів f_{36} після золоуловлювача ²

	Ступінь уловлення			
	$\eta \leq 0,7$	$0,7 < \eta \leq 0,99$	$0,97 < \eta \leq 0,99$	$\eta > 0,99$
Арсен (As)	1,0	$= 3,70 \cdot \eta - 1,59$	$= 195 \cdot \eta - 187$	5,5
Кадмій (Cd)	1,0	$= 7,04 \cdot \eta - 3,93$	$= 205 \cdot \eta - 196$	7,0
Мідь (Cu)	1,0	$= 0,37 \cdot \eta + 0,74$	$= 62,5 \cdot \eta - 59,5$	2,3
Хром (Cr)	1,0	1,0	1,0	1,0
Ртуть (Hg)	1,0	1,0	1,0	1,0
Нікель (Ni)	1,0	$= 1,48 \cdot \eta - 0,04$	$= 110 \cdot \eta - 105,5$	3,3
Селен (Se)	1,0	$= 7,78 \cdot \eta - 4,44$	$= 255 \cdot \eta - 245$	7,5
Свинець (Pb)	1,0	$= 5,56 \cdot \eta - 2,89$	$= 200 \cdot \eta - 192$	6,0
Цинк (Zn)	1,0	$= 7,04 \cdot \eta - 3,93$	$= 205 \cdot \eta - 196$	7,0

¹ CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе; Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. - М.: Энергоатомиздат, 1987.-144 с.

² Міністерство палива та енергетики України. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ, 2002 (Чинний вид 01.07.2002).

Таблиця Д.12-а — Коефіцієнт збагачення золи ВМ при різній ступіні золовловлювання¹

Коефіцієнт золовловлювання	Важкий метал					
	Нікель (Ni)	Мідь (Cu)	Цинк (Zn)	Ртуть (Hg)	Свинець (Pb)	Кадмій (Cd)
≤ 0.7	1	1	1	1	1	1
$0.7 < \eta \leq 0.9$	1.1	1	2.3	1	2	2.3
$0.9 < \eta \leq 0.97$	1.4	1.1	2.9	1	2.5	2.9
$0.97 < \eta \leq 0.99$	3.3	2.3	7	1	6	7

Таблиця Д.13 — Частка газоподібної фракції важкого металу під час спалювання вугілля²

Важкий метал	Частка газоподібної фракції
Арсен (As)	0,005
Ртуть (Hg)	0,900
Селен (Se)	0,150
Інші	0

Таблиця Д.14—Ефективність уловлювання газоподібної фракції важкого металу золоуловлювальною установкою під час спалювання твердого палива³

Золоуловлювальна установка	Ефективність
Тканинний фільтр	0,90
Електростатичний фільтр	0,36
Мокрий скрубєр	0,09
Інші	0

Таблиця Д.15—Значення частки ванадію (мазутної золи), яка осідає з суспендованими твердими частинками на поверхнях нагріву котлів

Котел	Значення
З проміжними пароперегрівачами, очищення поверхонь яких провадиться під час зупинки	0,07
Без проміжних пароперегрівачів (за тих самих умов очищення)	0,05

¹ Какарека С.В., Хомич В.С. и др. Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: Опыт оценки удельных показателей – Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси. 1998. - 156 с.

² CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе.

³ Лист Виконавчого органу з Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані ЕВ.AIR/WG.5/2002/6 від 04 липня 2002 р. "Боротьба з викидами ртуті з котлоагрегатів підприємств, які працюють на вугіллі"

Таблиця Д.16—Значення емпіричного коефіцієнта f_v (f_{v205}) для розрахунку ефективності уловлювання ванадію (мазутної золи) золоуловлювальною установкою, формула (11)

Золоуловлювальна установка	Емпіричний коефіцієнт
Електростатичний фільтр	0,6
Мокрий скрубер	0,5
Батарейний циклон	0,4

Емпірична формула розрахунку ефективності очищення димових газів від мазутної золи (у перерахунку на ванадій) $\eta_{zy(V)}$ в газомазутних котлах батарейними циклонами, спеціально застосовуються для цього, що діє в діапазоні значень ефективності пилоочищення циклону 0,65...0,85:

$$\eta_{zy(V)} = 3,1277\eta_{zy}^2 - 1,4948\eta_{zy} - 0,1412, \tag{Д.11}$$

де $\eta_{zy(V)}$ – ефективність очищення димових газів від мазутної золи;
 η_{zy} – ефективність очищення димових газів від суспендованих твердих частинок;
 (6.1).

Формула (Д.1) справедлива також і для визначення $\eta_{zy(V2O5)}$.

Таблиця Д.17—Показник емісії важкого металу під час спалювання природного газу (без урахування золоуловлювальної установки)¹⁾

Важкий метал	Показник емісії, г/ГДж
Ртуть (Hg)	$1 \cdot 10^{-4}$
Інші	0

Таблиця Д.18—Показник емісії важкого металу під час спалювання очищеного коксового газу (без урахування золоуловлювальної установки)

Важкий метал	Показник емісії, г/ГДж
Ртуть (Hg)	0.035
Інші	0

¹ CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе

До розділу 4.5 “Оксид вуглецю CO”

Таблиця Д.19—Узагальнені показники емісії оксиду вуглецю CO для установок різної потужності, г/ГДж (при відсутності механічного недопалу палива)

Технологія спалювання	Вид палива	Показник емісії, г/ГДж
Камерне спалювання		
Теплова потужність > 50 МВт¹		
з рідким шлаковидаленням	вугілля	11,4
з твердим шлаковидаленням	вугілля	11,4
	мазут	15
	природний газ	17
	тверде паливо	9,7
Киплячий шар¹	газотурбінне	15
Камера згоряння газової турбіни¹	природний газ	15
Стаціонарний двигун^{1,2}	газоподібне паливо	15
	рідке паливо	40
	відходи деревини	195
Нерухомий шар^{1,2}	солома	120
	лузга соняшника	120
	костриця льняна	120
Котли малої потужності³		
Шарове спалювання		
Топка з нерухомою решіткою та ручним закиданням палива	буре та кам'яне вугілля	1900
	антрацит АС, АМ	900
	антрацит АРШ	800
Топка з пневматичними накидачами і нерухомою решіткою	буре та кам'яне вугілля	700
	антрацит АРШ	600
Топка з ланцюговою решіткою прямого ходу	антрацит АС, АМ	400
Топка з накидачами і ланцюговою решіткою	буре та кам'яне вугілля	700
Шахтна топка	тверде паливо	2000
Шахтно-ланцюгова топка	торф	1000
Похило-перештовхувальна топка	сланці	2900
Топка побутового теплогенератора	дрова	14000
	буре вугілля	16000
	кам'яне вугілля	7000
	антрацит, пісне вугілля	3000
Камерне спалювання		
Парові та водогрійні котли	мазут	320
	газ природний, попутний і коксовий	250
	газ доменний	150
	газ природний	80
Побутові теплогенератори	легке рідке (пічне) паливо	160

¹ Міністерство палива та енергетики України. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ, 2002 (Чинний вид 01.07.2002).

² CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе; IPCC.

³ Сборник методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л.: Гидрометеоздат, 1986. 184 с.

До розділу 4.6 “Діоксид вуглецю CO₂”

Таблиця Д.20—Показник емісії вуглецю палива ¹ k_c, г/ГДж

Паливо	Значення
Вугілля:	
Антрацит	28 160
Пісне	26 050
Газове та довгополуменеве	25 180
Буре	25 630
Мазут	21 100
Природний газ	15 300

Таблиця Д.20-а—Показник емісії вуглецю палива ² k_c, г/ГДж

Паливо	Значення
Дизельне паливо	20 200
Коксовий газ	13 000
Доменний газ	66 000

Таблиця Д.20-б—Показник емісії вуглецю палива k_c для деяких видів палива ³, г/ГДж

Паливо	Значення
Солома	27 200
Костриця льняна	22 790
Лузга соняшника	22 220
Відходи деревини	28 130

До розділу 4.7 “Оксид діазоту N₂O”

Таблиця Д.21—Показник емісії оксиду діазоту ¹ N₂O, г/ГДж

Технологія і паливо	Значення
Вугілля (факельне спалювання)	1,4
Вугілля (киплячий шар)	56
Вугілля (нерухомий шар)	1,4
Мазут	0,6
Природний газ	0,1
Камера згоряння газової турбіни	2,5

¹ Викиди парникових газів. Підприємства Міністерства України. 1990 та 1999 роки. Ініціатива з питань зміни клімату 2000 – 62 стор. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

² CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе; IPCC.

³ Розраховано за складом палива (таблиця Г.6) по формулі (16).

Таблиця Д.21-а—Показник емісії оксиду діазоту N₂O для деяких видів палива ¹, г/ГДж

Технологія і паливо	Значення
Нерухомий шар	
Солома	5
Костриця льняна	5
Лузга соняшника	5
Відходи деревини	4
Камерне спалювання	
Газ коксовий	2
Газ доменний	2
Стационарний двигун	
Мазут	2,5
Природний газ	2

До розділу 4.8 “Метан CH₄”

Таблиця Д.22—Показник емісії метану ² CH₄, г/ГДж

Паливо	Значення
Вугілля	1,0
Мазут	3,0
Природний газ	1,0

Таблиця Д.22-а—Показник емісії метану CH₄ для деяких видів палива ¹, г/ГДж

Паливо	Значення
Солома	9
Костриця льняна	9
Лузга соняшника	9
Відходи деревини	5
Коксовий газ	1,0
Доменний газ	1,0

¹CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе; IPCC.
²Вириди парникових газів. Підприємства Міненерго України. 1990 та 1999 роки. Ініціатива з питань зміни клімату, 2000 – 62 стор. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

До розділу 4.9 “Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)”

Таблиця Д.23 – Показник емісії НМЛОС¹, г/ГДж

Технологія і паливо	Значення
Потужність > 50 МВт	
Вугілля (факельне спалювання)	16
Вугілля (нерухомий шар)	50
Мазут	10
Природний газ	5
Потужність < 50 МВт	
Вугілля (факельне спалювання)	600
Стаціонарний двигун:	
Мазут	50
Природний газ	200
Нерухомий шар	
Солома	50
Костриця льняна	50
Лузга соняшника	50
Відходи деревини	45

¹ CORINAIR Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе

II. ЧЁРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Источники информации

1. Андоньев С.М., Зайцев Ю.С., Филиппев О.В. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии. Изд. 3-е, исправленное и дополненное. Харьков, 1998.

2. ЕМЕП. Совместная Программа наблюдения и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе. CORINAIR. Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе. 1997.

3. Выбросы тяжёлых металлов в атмосферу. Опыт оценки удельных показателей. Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси. Метеорологический синтезирующий центр "Восток". Минск, 1998.

4. Архиреева С.И., Онушкевич А.Ф. Защита атмосферы от выбросов мартеновского производства. М., Металлургия, 1990, 96с.

5. Толочко А.И. и др. Очистка технологических и неорганизованных выбросов в черной металлургии. М. "Металлургия", 1986

АГЛОМЕРАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО (Код SNAP 030301)

Таблица II-1 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т агломерата [1]

Источник выброса	Загрязняющее вещество						
	Пыль		СО		SO ₂		NO _x
	выход	после коллек-тора	кириво-жские руды и концен-траты	керчен-ские руды	кириво-жские руды и концен-траты	керчен-ские руды	
Агломашины			22,6	51,2	2,0	6,5	0,35-0,60
Без охлаждения агломерата	24-26	4,7-15,0					
С охлаждением агломерата:							
Зона спекания	18-20	3-6,8					
Зона охлаждения	25-31	8-18					
Неорганизованные и аспирационные выбросы							
Головная часть охладителя:							
Грохот агломерата	2,5-55						
Дутьевые камеры	1-13						
Хвостовая часть охладителя:							
Грохот агломерата	7-85						
Дутьевые камеры	0,2-0,3						

Выбросы тяжёлых металлов

Удельные выбросы тяжёлых металлов рекомендуется определять по CORINAIR. В CORINAIR-2000 для стран СНГ рекомендуются коэффициенты эмиссии при значительных выбросах пыли, при неизвестных мерах по их снижению. В материалах [3] приводятся коэффициенты эмиссии в зависимости от эффективности очистки газов.

Таблица П-2- Удельные выбросы тяжёлых металлов, г/т агломерата

Тяжёлый металл	Коэффициент эмиссии, г/т агломерата или окатышей			
	По CORINAIR-2000	По [3] при эффективности пылеулавливания, %		
		70	87	95
Pb	8	8,97	3,89	1,50
Zn	1	1,97	0,85	0,33
Cu	0,4	1,72	0,74	0,29
Ni	0,2	0,57	0,24	0,09
Cr	0,2			
As	0,05			
Hg	0,05			
Cd	0,2	0,076	0,033	0,013

ОБЖИГ ОКАТЫШЕЙ (Код SNAP 030301)

Таблица П-3- Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т окатышей [1]

Источник выброса	Загрязняющее вещество			
	Пыль (до очистки)	CO	SO ₂	NO _x
Обжиговая машина	13,0	14 - max	6 - max	0.8 – max
Неорганизованные выбросы	Данных нет			

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО**Коды SNAP:****040202 – Загрузка доменной печи****040203 – Плавка чугуна и отливка чушек****030203 – Доменные воздухонагреватели****040210 - Рудный двор и бункерная эстакада, установки десульфурации чугуна, установки мокрой грануляции шлака****Плавка чугуна (Код SNAP 040203)****Таблица II-4 (справочная*) - Удельные выбросы загрязняющих веществ с колошниковыми газами, кг/т чугуна [1]**

Источник выброса	Загрязняющее вещество			
	Пыль	СО	H ₂ S	
			Малосернистый кокс	Высокосернистый кокс
Доменная печь	Вынос из печи 50-150 – при обычном давлении; 25-75 – при повышенном давлении	до 900	0,1-0,15 –выплавка передельного чугуна; 0,7-1,5 –литейного; 4-6 –ферросилиция; 5-7 -ферромарганца	0,4-0,5- выплавка передельного чугуна; 2,0-3,5 -литейного; 12-17 -ферросилиция; 15-20 - ферромарганца

* Колошниковый газ, отводимый из доменной печи, после высокоэффективной очистки от пыли и соединений серы используется на предприятии в качестве топлива. В атмосферный воздух поступают только неорганизованные выбросы колошникового газа при загрузке доменной печи, выпуске чугуна и шлака, а также при срабатывании предохранительного клапана колошникового газа. По данным АР-42, при срабатывании предохранительного клапана колошникового газа выбрасывается 39,5 кг пыли/т чугуна.

Загрузка доменной печи (Код SNAP 040202)**Таблица II-5 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т чугуна [1]**

Источник выброса	Загрязняющее вещество			
	Пыль*	СО	H ₂ S	
			Малосернистый кокс	Высокосернистый кокс
Межконусное пространство ДП:				
Основной режим работы	4	2	0,0005	0,003
Дополнительный режим работы	15	7		
Подбункерные помещения доменной печи объёмом, м ³				
930	1,2			
1033	1,15			
1386	1,0			
1513	0,9			
1719	0,8			
2000	0,09			
2700	0,09			
5000	0,09			

* - по данным CORINAIR-2000 удельные выбросы пыли при загрузке доменной печи составляют до 17,5 кг/т чугуна.

Литейный двор (Код SNAP 040203)**Таблица II-6 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т чугуна [1]**

Источник выброса	Загрязняющее вещество		
	Пыль	CO	SO ₂
Выпуск чугуна и шлака из доменной печи объёмом, м ³			
930	0,7	1,15	0,17
1033	0,7	1,1	0,165
1386	0,6	1,0	0,155
1513	0,6	0,95	0,15
1719	0,55	0,9	0,14
2000	0,5	0,85	0,13
2700	0,40	0,7	0,115
5000	0,40	0,7	0,11
Разливочные машины	0,04	0,06	

Установки мокрой грануляции шлака (Код SNAP 040210)**Таблица II-7 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т шлака [1, данные исследования оцениваются как ориентировочные]**

Источник выброса	Загрязняющее вещество		
Установки мокрой грануляции шлака	H ₂ S	SO ₂	H ₂ SO ₄
в летний период	0,500	0,050	0,040
в зимний период	0,600	0,130	0,013

Установки переработки шлака (Код SNAP 040210)**Таблица II-8 - Удельные выбросы загрязняющих веществ [1, рекомендуемые для расчета выбросов]**

Источник выброса	Загрязняющее вещество			
Установки переработки шлака	Пыль	CO	SO ₂	H ₂ S
кг/т чугуна*	0,020	0,008	0,020	0,050
кг/т шлака**	0,040	0,016	0,040	0,100

* Приведено в [1].

** Пересчитано с учетом того, что при выплавке 1 т чугуна образуется около 0,5 т шлака.

Воздухонагреватели доменных печей (код SNAP 030203)

Удельные выбросы загрязняющих веществ определяются по данным предприятий, на основании обобщения которых в дальнейшем будут определены рекомендуемые значения удельных выбросов.

Для справки в таблице II-9 приведены данные оценки (специалистами УкрНТЭК) удельных выбросов загрязняющих веществ доменными воздухонагревателями для 4-х металлургических комбинатов с использованием томов проектов ПДВ.

Таблица II-9 (справочная) - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т чугуна [оценка по данным 4-х предприятий]

Загрязняющее вещество	Выбросы, кг/т чугуна
CO	2,32-16,8
SO ₂	0,017-0,12
NO _x	0,078-0,10

Выбросы тяжёлых металлов

Удельные выбросы тяжёлых металлов в доменном производстве рекомендуется определять по CORINAIR-2000. В CORINAIR-2000 учтены данные [3].

Таблица II-10 - Удельные выбросы тяжёлых металлов, г/т чугуна, по CORINAIR-2000.

Тяжёлый металл	Коэффициенты выбросов, г/т чугуна					
	Выпуск чугуна и отливка чушек (код SNAP 040203)			Загрузка доменной печи (код SNAP 040202) при эффективности очистки, %		
	Суммарно	Без мер снижения выбросов	Тканевые фильтры	0	95,0	99,6
пыль	30,2	12,8	17,4			
Pb	0,015	0,006	0,009	0,028	0,001	0,0001
Zn	0,021	0,009	0,012	0,58	0,029	0,002
Cu	0,015	0,006	0,009	0,062	0,003	0,0002
Ni				0,052	0,003	0,0002
Cr	0,015	0,006	0,009			
As	0,0009	0,0003	0,0006			
Hg	0,0003	0,0001	0,0002			
Cd	0,0003	0,0001	0,0002	0,009	0,0004	0,00004

Установки десульфурации чугуна, код 040210

Обобщенные данные об удельных выбросах загрязняющих веществ от установок десульфурации чугуна отсутствуют. При заполнении формы 2-ТП (воздух) рекомендуется использовать данные предприятия.

Рудный двор и бункерная эстакада, код 040210

Удельные выбросы пыли рекомендуется принимать 0,050 кг/т чугуна [1].

МАРТЕНОВСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ (Код SNAP 040205)

Таблица II-11 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т стали [4]

Источник выброса	Загрязняющее вещество*							
	Твёрдые частицы (после очистки)		SO ₂		NO _x		CO	
1	2		3		4		5	
Организованные выбросы:								
Мартеновские печи обобщённо	0,6-1,7		0,2		0,7-30			
садкой 100 т обобщённо	1,3-1,7		0,12-1,0		1,87-30			
садкой 200 т обобщённо	0,8-1,05		0,13-0,35		1,75-28			
садкой 300 т обобщённо	0,8-0,98		0,11-0,345		1,7-25,6			
садкой 400 т обобщённо	0,7-0,9		0,10-0,32		1,5-24,4			
садкой 500 т обобщённо	0,65-0,8				1,4-19,6			
садкой 600 т обобщённо	0,65-0,8		0,07-0,26		1,3-19,6			
садкой 900 т обобщённо	0,6-0,76		0,051-0,242		1,3-18,1			
Мартеновские печи	Без применения кислорода				С применением кислорода			
	Твёрдые частицы	SO ₂	NO _x	CO	Твёрдые частицы	SO ₂	NO _x	CO
	1		1,0-2,4		кислород в факел			
					1,5		1,0-33	
					кислород в ванну			
				0,6-1,3		1,9-24,2		
Мартеновские печи садкой								
100 т	1,7		1,8-2,4		кислород в ванну			
					1,3		3,0-24,0	
150 т					кислород в факел			
					1,0	0,76	0,9-2,5	
200 т	1,05		1,75-2,35		кислород в ванну			
					0,8		2,8-24,2	
300 т	0,8		1,7-2,3		кислород в ванну			
					0,98		2,6-22,1	
400 т	0,9		1,5-2,1		кислород в ванну			
					0,7		2,55-20,9	
500 т	0,8		1,4-2,0		кислород в ванну			
					0,65		2,1-16,6	
600 т	0,8		1,3-1,8		кислород в ванну			
					0,65		2,1-17,7	
900 т	0,76		1,3-2,1		кислород в ванну			
					0,6		1,9-16,6	

1	2	3	4	5
	Твёрдые частицы	SO ₂	NO _x	CO
Двухванные сталеплавильные печи садкой 2х300 т	0,1-0,45	0,01-0,04	0,031-16,5	
Неорганизованные выбросы:				
Мартеновская печь (суммарно за плавку)	1,4-2,3 -		0,36	1,0-6,89
Двухванная сталеплавильная печь (суммарно за плавку)	4,6	0,02	0,12	2,5
Разливка стали	0,006-0,15			0,039
Миксер, ковш	0,06			0,37
Расшлакование чугуна				0,16-0,40
Установка десульфурации чугуна	0,2-0,3	0,0004	0,02	
Чистка изложниц	0,25-0,30			0,15-0,30

* - Удельные выбросы НМЛОС принимаются по данным CORINAIR-95 и CORINAIR-2000

Выбросы тяжёлых металлов

Удельные выбросы тяжёлых металлов в мартеновском производстве рекомендуется определять по CORINAIR-2000. В CORINAIR-2000 учтены данные [3]

Таблица II-12 - Удельные выбросы тяжёлых металлов, г/т мартеновской стали, по CORINAIR-2000.

Тяжёлый металл	Однованные печи				Двухванные печи	
	без применения кислорода		с продувкой кислородом			
	эффективность пылеулавливания, %					
	85	99	85	99	85	99
Cd	0,12	0,008	0,40	0,03	0,59	0,04
Pb	5,30	0,35	18,18	1,21	27,27	1,82
Zn	7,81	0,52	26,77	1,78	40,15	2,68
Ni	0,05	0,003	0,18	0,01	0,27	0,02
Cu	0,23	0,015	0,78	0,05	1,18	0,08

КОНВЕРТЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ (Код SNAP 040206)**Таблица II-13 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т стали [1]**

Источник выброса	Загрязняющее вещество			
	Твёрдые частицы (до очистки)	SO ₂	NO _x	CO
Конвертер	13-25 – при охлаждении плавки рудой; 21-32 – при охлаждении плавки ломом и рудой		0,050 – при дожигании в котле-охладителе; 0,030 – при сжигании на свече	
<i>Неорганизованные выбросы:</i>				
конвертерный пролет	-	0,030		0,280
разливочный пролет	0,2	0,030		0,360
пролет ремонта и сушки конвертеров	0,2	0,220		0,140
пролет ремонта и сушки ковшей	-	0,130		0,100
миксерное отделение	0,050	нет данных		0,366
двор изложниц	-	нет данных		0,250-0,300

Выбросы тяжёлых металлов

В настоящее время отсутствуют данные об удельных выбросах тяжёлых металлов конвертерном производстве на Украине. Рекомендуется принимать их по CORINAIR-2000 [2] и п [3]. Значения удельных выбросов тяжёлых металлов в конвертерном производстве по источникам [2] и [3] значительно отличаются. Выбор значений удельных выбросов из рекомендуемого диапазона выполняется в каждом конкретном случае с учётом состава передельного чугуна и переплавляемого скрапа.

Таблица II-14 - Удельные выбросы тяжёлых металлов, г/т конвертерной стали [2, 3]

Тяжёлый металл	Европейские значения по CORINAIR-2000 [2]		Для стран СНГ [3]		
	диапазон	рекомендуемые значения	диапазон	среднее без учёта неорганизованных выбросов	среднее с учётом неорганизованных выбросов
As	0,0001-0,02	0,015			
Cd	0,002-0,05	0,025			
Cr	0,026-0,5	0,1			
Cu	0,01-0,13	0,1	0,05-0,23	0,12	0,17
Hg	0,00033-0,004	0,003			
Ni	0,024-0,09	0,05	6,9-34,5*	17,3*	24,8*
Pb	0,08-4,6	1,5	2,0-10,2	5,1	7,3
Se	-	0,003			
Zn	0,4-6,4	4	8,1-40,5	20,2	29,0

* - при выплавке ферроникеля

ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО (Код SNAP 040207)

Таблица II-15 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т стали [1, 5]

Источник выброса	Загрязняющее вещество					
	Твёрдые частицы (до очистки)	CO	NO _x	SO _x	Цианиды	Фториды
Дуговая электропечь ёмкостью, т		1,350	0,270	0,0016	0,0284	0,00056
5	9,4					
10	8,8					
20	8,1					
40	7,0					
100	6,6					
Неорганизованные выбросы:						
Печь для сушки руды	0,01-0,38 кг/т руды					
Шихтовое отделение	0,02-0,1					
Разгрузка извести	1,5 кг/т извести					
Отделение очистки ковшей	0,015					
Ремонт и сушка футеровки	0,025-0,04					
Отделение очистки изложниц	0,004					
Разливочный пролет	0,006-0,16					
Обдирочное отделение	0,18-0,38					
Слив стали	0,28-0,43					
Зазоры вокруг электродов	0,15-0,25					

Выбросы тяжёлых металлов

В настоящее время в Украине отсутствуют данные об удельных выбросах тяжёлых металлов при производстве стали в дуговых электропечах. Рекомендуется принимать их по [3] и по CORINAIR-2000 [2]. Значения удельных выбросов тяжёлых металлов по источникам [2] и [3] достаточно хорошо совпадают.

Таблица II-16 - Удельные выбросы тяжёлых металлов при производстве стали в дуговых электропечах, г/т стали [2, 3]

Тяжёлый металл	Белорусский метзавод	Для стран СНГ [3]			Европейские значения CORINAIR-2000 [2]		
		Диапазон*	среднее		Углеродистая сталь	Нержавеющая сталь	Различные сорта стали
			*	**			
As					0,1	0,015	0,048-6/о 0,002-95%
Cd	0,33	0,059-0,59	0,30	0,52	0,25	0,07	0,004-0,39
Cr					1	15	0,12-7,9 0,03-95%
Cu	1,73	0,31-3,2	1,57	2,7	0,8	0,5	0,03-3,1
Hg	0,007	0,001-0,013	0,007	0,012	0,15	0,15	0,0002-1
Ni	0,30	0,055-0,55	0,27	0,48	0,25	5	0,086-6/о 0,004-95%
Pb	8,12	1,48-14,8	7,4	12,9	14	2,5	0,08-31
Se					0,05	0,05	-
Zn	111	20,18-201,8	100,9	176,5	50	6	0,37-190

* - без учёта неорганизованных выбросов;
** - с учётом неорганизованных выбросов.

ПРОИЗВОДСТВО ФЕРРОСПЛАВОВ (Код SNAP 040302)

В CORINAIR-2000 данные по коэффициентам эмиссии загрязняющих веществ при производстве ферросплавов отсутствуют, указаны только ведущие эксперты в этой области.

Рекомендуется использовать данные об удельных выбросах при производстве ферросплавов по [1].

РУДОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПЕЧИ

Выплавка «массовых» видов ферросплавов – ферросилиция, ферромарганца, феррохрома.

Таблица II-17 - Удельные выбросы загрязняющих веществ от рудовосстановительных печей, кг/т ферросплава [1]

Ферросплав	Режим работы печи	Удельные выбросы пыли, кг/т		Концентрация SO ₂ в газах, мг/м ³
		С технологическими газами от печи	С газовоздушной смесью через вытяжную шахту	
Ферросилиций:				
90%-ный	открытый	-	340-480	70-570
75%-ный	открытый	-	170	
45%-ный	открытый	-	40-55	
45%-ный	закрытый	15-30	3,4-6,0	
25%-ный	закрытый	Нет данных	Нет данных	
18%-ный	закрытый	4,5-6,5	2,4	
Кремний кристаллический	открытый	-	425-470	
Ферромарганец углеродистый	закрытый	3,0-4,0	Нет данных	0,2-0,5
Силикомарганец:				
товарный	закрытый	16-26	Нет данных	0,2-0,5
передельный	открытый	-	25,0	50-120
Бесфосфористый шлак	открытый	-	11,0	
То же	закрытый	0,9	-	
Силикокальций	открытый	-	170-570	
Силикохром:				
50	открытый	-	60,0	
30	открытый	-	50,0	
30	закрытый	6,0	0,9	
Феррохром:				
углеродистый	открытый	-	35-50	
углеродистый	закрытый	3,0-12,0	1,5	
передельный	открытый	-	20-35	

Примечание. Содержание CO+CO₂ в технологическом газе составляет 83-94% (для открытых печей - д сгорания)

РАФИНИРОВОЧНЫЕ ПЕЧИ

Выплавка малоуглеродистых и безуглеродистых марок ферромарганца, феррохрома и пр.

Таблица II-18 - Удельные выбросы загрязняющих веществ от рафинировочных печей, кг/т ферросплава [1]

Ферросплав	Удельные выбросы пыли, кг/т
Феррохром:	
рафинировочный	25-39
безуглеродистый	26-90
Ферровольфрам	40-230

АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКАЯ ПЛАВКА

Выплавка феррохрома, ферротитана и др.

Таблица II-19 - Удельные выбросы загрязняющих веществ при алюминотермической плавке, кг/т ферросплава [1]

Ферросплав	Удельные выбросы пыли, кг/т
Хром металлический	5
Феррохром безуглеродистый:	
расплавление	17,7
восстановление	2,5

ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

К основным источникам организованных технологических выбросов прокатных цехов в отнесены нагревательные колодцы, печи и машины огневой зачистки, к неорганизованным нагревательные колодцы во время открывания крышек, нагревательные печи при недостаточной тяге, рабочие клетки, ножницы для резки металла, огневая и механическая зачистка заготовок, удаление шлака в шлаковых коридорах у нагревательных устройств и др.

ОРГАНИЗОВАННЫЕ ВЫБРОСЫ ПРОКАТНЫХ ЦЕХОВ

Нагревательные устройства

Конкретных значений удельных выбросов загрязняющих веществ в кг/т продукции (или г/ГДж потребленного топлива) для нагревательных устройств в [1] не приводится. Выбросы двуокиси серы при сжигании серусодержащего топлива рекомендуется определять расчётным путем использованием данных "Стальпроекта" об удельном расходе топлива на 1 т проката. О выбросах оксидов азота сказано, что вопрос изучен недостаточно, но можно принимать содержание окиси азота (NO) в дымовых газах 100-150 мг/м³.

В CORINAIR приведены данные по коэффициентам эмиссии загрязняющих веществ для печей вторичного нагрева чугуна и стали (код SNAP 030302) в зависимости от вида сжигаемого топлива.

Таблица II-20 - Коэффициенты выбросов для печей вторичного нагрева при производстве чугуна и стали по CORINAIR [2]

Топливо		код по NAPFUE	Коэффициенты выбросов						
			SO ₂	NO _x	НМЛОС	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O
			[г/ГДж]	[г/ГДж]	[г/ГДж]	[г/ГДж]	[г/ГДж]	[кг/ГДж]	[г/ГДж]
уголь	коксующийся	101			15 ¹⁾³⁾	15 ¹⁾	12 ¹⁾	94 ¹⁾	3 ¹⁾
уголь	энергетический	102	992 ³⁾	150 ³⁾	15 ¹⁾	15 ¹⁾³⁾	120 ¹⁾ , 70 ³⁾	94 ¹⁾ , 98 ³⁾	14 ³⁾
уголь	полубитуминозный	103	1,267 ³⁾	100 ³⁾	4 ³⁾	4 ³⁾	20 ³⁾	52 ³⁾	3 ³⁾
уголь	бурый	105	2,358 ³⁾	150 ³⁾	20 ³⁾	100 ³⁾	18 ³⁾	86 ³⁾	3 ³⁾
кокс	уголь/лигнит	107	351 ³⁾	150 ³⁾	15 ¹⁾³⁾	15 ¹⁾³⁾	70 ¹⁾³⁾	108 ¹⁾ , 105 ³⁾	3 ¹⁾ , 14 ³⁾
кокс	коксовая печь	108	650 ³⁾	150 ³⁾	8 ³⁾	15 ¹⁾	18 ³⁾	86 ³⁾	3 ³⁾
кокс	коксовая печь нефтяной	110	2,000 ³⁾	300	1.5 ³⁾	1.5 ³⁾	70 ³⁾	97 ³⁾	10 ³⁾
нефть	мазут	203	1,323 ¹⁾ 143-1,503 ³⁾	100 - 240 ³⁾	3-5 ¹⁾ , 3 ³⁾	3-5 ¹⁾³⁾	15 ¹⁾ , 12-15 ³⁾	76-78 ¹⁾ 73-77 ³⁾	3-14 ¹⁾ 2-14 ³⁾
нефть	газойль	204	94-1,410 ³⁾	80-100 ³⁾	2.5 ¹⁾ , 1.5 ³⁾	2.5 ¹⁾ , 1.5 ³⁾	12 ¹⁾³⁾	74 ¹⁾ , 69-74 ³⁾	3 ¹⁾ , 2-14 ³⁾
нефть	сланцевый дёготь	211	503 ³⁾	158 ¹⁾			13 ¹⁾		
газ	природный	301	0.87-58 ¹⁾ 0.3-58 ³⁾	58-187 ¹⁾ 58-125 ³⁾	2.5-4 ¹⁾ , 1-4 ³⁾	2.5-4 ¹⁾ , 1-5 ³⁾	5.5-13 ¹⁾ 8-25 ³⁾	55-56 ¹⁾ 52-57 ³⁾	1.5-3 ¹⁾ 0.8-3 ³⁾
газ	сжиженный нефтяной газ	303	0.04 ³⁾	100 ³⁾	2.1 ³⁾	0.9 ³⁾	13 ³⁾	65 ³⁾	1-3 ³⁾
газ	коксов. печи	304	23-715 ¹⁾ , 60 ³⁾	84-207 ¹⁾ , 85 ³⁾	2.5 ¹⁾³⁾	2.5 ¹⁾³⁾	12-17 ¹⁾ 15 ³⁾	42-46 ¹⁾ 45 ³⁾	3 ¹⁾ , 1 ³⁾
газ	доменный	305	57-831 ¹⁾ , 18-830 ³⁾	145-831 ¹⁾ , 25-830 ³⁾	0.25-2.5 ³⁾		12-69 ³⁾ 10-14 ³⁾	92 ¹⁾³⁾ , 290 ³⁾	3 ¹⁾ , 1-2.4 ³⁾
газ	домашней и коксовой печи	306	0.53 ¹⁾	151 ¹⁾		0.25-2.5 ³⁾	14 ¹⁾	205 ¹⁾	
не указано		-	400 ²⁾	400 ²⁾	5 ²⁾				

1) данные CORINAIR90, точечные источники (предварительные данные)

2) EPA 1990 [4]

3) данные CORINAIR90, площадные источники (предварительные данные)

В случае использования статистических данных о производстве следует принимать внимание удельное потребление энергии (например, ГДж/т продукта). Удельное потребление энергии специфично для каждой страны; в CORINAIR'90 приводится величина 100 ГДж/т продукта.

Машины огневой зачистки металла (МОЗ)

Таблица II-21 - Удельные выбросы загрязняющих веществ (ориентировочно) *от машин огневой зачистки (МОЗ)*, отнесённые к 1 м^2 зачищаемой поверхности заготовки при глубине зачистки 1 мм, при объёме отсасываемых газов $13 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ мм})$ и расходе кислорода в период зачистки $3,3 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ мм})$, г/м^2 [1]

Источник	Загрязняющее вещество			
	пыль	СО	SO ₂	NO ₂
Машины огневой зачистки	40	0,8	0,4	0,5

НЕОРГАНИЗОВАННЫЕ ВЫБРОСЫ ПРОКАТНЫХ ЦЕХОВ, по [1]

Нагревательные устройства - цеха обжимной и рельсобалочный

Выбросы СО:

до 150 г/т – при открывании нагревательных колодцев;

до 200 г/т – с выбивающимися газами нагревательных печей

Выбросы пыли:

до 80 г/т – при прокатке слябов и блюмов

Рабочие клетки, ножницы для резки металла - цеха обжимной и рельсобалочный

Пыль - 30 г/т прокатываемого металла.

Нагревательные печи - цеха листопрокатный и крупносортовый

Выбросы СО:

До 200 г/т проката

Выбросы пыли:

до 100 г/т – при прокатке листа.

ТРАВИЛЬНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ ТРУБОСВАРОЧНЫХ И ЛИСТОПРОКАТНЫХ ЦЕХОВ [1]

Таблица II-22 - Удельные выбросы загрязняющих веществ при травлении металлов, мг/мин. м^2 [1]

Материал	Состав травильных растворов	Температура ванны, °С	Выбросы	
			состав	количество
1	2	3	4	5
Сталь 10	HCl 20%-ный	70-80	Соляная кислота	$26 \cdot 10^3$
Сталь 20	H ₂ SO ₄ 15%-ный (без ингибитора)	70	Аэрозоль серной кислоты	200
	H ₂ SO ₄ 15%-ный (с ингибитором ЧМ)	70	То же	30
79НМ	H ₂ SO ₄ 24%-ный, NaCl 8%-ный, NaNO ₃ 2%-ный	70	То же	350
ХН78Т				80
50НХС				245
ТБ1423				140
12Х18Н12Т	HNO ₃ 10-12%-ный	60	Окислы азота в пересчёте на N ₂ O ₃	4300

1	2	3	4	5
12X18H10T	HNO ₃ 4-5%-ный	60	Суммарный выброс (NO ₂ +HNO ₃) в пересчёте на N ₂ O ₃	4700
08X15H24B4TP			Фтористый водород (HF)	118
12X18H10T	HNO ₃ 15,5%-ный	50	Окислы азота в пересчёте на N ₂ O ₃	185
			Суммарный выброс (NO ₂ +HNO ₃) в пересчёте на N ₂ O ₃	940
12X18H10T	H ₂ SO ₄ 20-22%-ный	60	Суммарный выброс (SO ₃ + H ₂ SO ₄) в пересчёте на H ₂ SO ₄	53
08X18H10T			Хлористый водород (HCl)	16
15X25T	То же	60		
15X12BHMФ	То же			

МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК (МНЛЗ) [1]

Таблица II-23 - Удельные выбросы загрязняющих веществ на машинах непрерывного литья заготовок, г/т стали [1]*

Источник	Загрязняющее вещество			
	пыль	окись углерода	окислы азота	метан
МНЛЗ	240	120	88	360
Склад слябов	150	75	55	

* - Приведенные значения удельных выбросов рекомендуются для МНЛЗ всех конструкций и всех сечений отливаемых слитков

В CORINAIR представлена также информация об удельных выбросах прокатных станов (организованных и неорганизованных), кроме той, что представлена для источников «Печи вторичного нагрева в производстве чугуна и стали» - код SNAP 030302.

ПРОКАТНЫЕ СТАНЫ (Код SNAP 040208)

Таблица II-24 - Удельные выбросы загрязняющих веществ *прокатных станов* по CORINAIR, г/т проката [2]

Процесс	Загрязняющее вещество	Удельный выброс, г/т
Травление	Соляная кислота	2
Горячая прокатка, заготовки квадратного сечения	ЛОС	1
Сжигание топлива (1-1,2 ГДж/т)	NO _x	80-120
	CO	100-120
Горячая прокатка, заготовки	Смазочное масло	2-5
Сжигание топлива (1,5-2 ГДж/т)	NO _x	100-150
	CO	220-250
Холодная прокатка	Смазочное масло	10-100
	ЛОС	20-30
	Продукты распада масла	10-20
топливо - природный газ (0,4-2 ГДж/т)	NO _x	40-100
	CO	40-200
топливо – VHO-газ - газ плавильной печи, обогащённый коксовым газом (1-2 ГДж/т)	NO _x	20-50
	CO	0,3-1
	SO ₂	30-60
Отжиг	ПАУ	1,7

ПРОИЗВОДСТВО ОГНЕУПОРОВ (Код SNAP)**Таблица II-25** - Усреднённые удельные выбросы загрязняющих веществ из вращающихся печей при обжиге глины на шамот, кг/т [1]

Вид используемого топлива	Загрязняющее вещество		
	NO ₂	SO ₂ *	пыль
Мазут, 110-140 кг у.т./т	0,8	21,0	-
Природный газ, 110-140 кг у.т./т	0,72	0,9-7,5	35-200

* - Из топлива в продукты сгорания переходит органическая и колчеданная сера; сульфатная сера удаляется с пылью и остаётся в обожжённом продукте

Таблица II-26 - Удельные выбросы загрязняющих веществ из шахтных печей при обжиге глины на шамот, кг/т [1]

Вид используемого топлива	Загрязняющее вещество		
	NO ₂	SO ₂ *	пыль
Твёрдое, 90 кг у.т./т	данных нет	определяется расчётом	78

* - Из топлива в продукты сгорания переходит органическая и колчеданная сера; сульфатная сера удаляется с пылью и остаётся в обожжённом продукте

Таблица II-27 - Усреднённые удельные выбросы загрязняющих веществ из вращающихся печей при обжиге доломита, кг/т [1]

Вид используемого топлива	Загрязняющее вещество		
	NO ₂	SO ₂ *	пыль
435-450 90 кг у.т./т Коксовый газ; природный газ; мазут; угольная пыль	4,2	определяется расчётом	170-400

* - Из топлива в продукты сгорания переходит органическая и колчеданная сера; сульфатная сера удаляется с пылью и остаётся в обожжённом продукте

Таблица II-28 - Удельные выбросы загрязняющих веществ из шахтных печей при обжиге доломита, кг/т [1]

Вид используемого топлива	Загрязняющее вещество		
	NO ₂	SO ₂ *	пыль
Твёрдое, 350 кг у.т./т	данных нет	определяется расчётом	15,75

* - Из топлива в продукты сгорания переходит органическая и колчеданная сера; сульфатная сера удаляется с пылью и остаётся в обожжённом продукте

Таблица II-29 - Удельные выбросы загрязняющих веществ из вагранок при обжиге доломита, кг/т [1]

Вид используемого топлива	Загрязняющее вещество		
	NO ₂	SO ₂ *	пыль
Твёрдое, 450 кг у.т./т		определяется расчётом	48,0

* - Из топлива в продукты сгорания переходит органическая и колчеданная сера; сульфатная сера удаляется с пылью и остаётся в обожжённом продукте

Таблица II-30 - Усреднённые удельные выбросы загрязняющих веществ из вращающихся печей при обжиге магнезита и рапной гидроокиси магния, кг/т [1]

Топливо – природный газ и мазут, 450-500 кг у.т./т

Технологический процесс	Загрязняющее вещество				
	NO ₂	SO ₂	пыль	HF	HCl
Обжиг магнезитового порошка	4,5-6,0	определяется расчётом	70	-	-
Обжиг рапной гидроокиси магния	1,6	определяется расчётом	160-200	0,25	7,3

Таблица II-31 - Усреднённые удельные выбросы загрязняющих веществ из шахтных печей при обжиге магнезита, кг/т [1]

Расход топлива 250 кг у.т./т

Технологический процесс	Загрязняющее вещество		
	NO ₂	SO ₂	пыль
Обжиг магнезитового порошка	данных нет	определяется расчётом	51

Таблица II-32 - Удельные выбросы загрязняющих веществ из электродуговых печей для плавки магнезита, кг/т [1]

Источник	Загрязняющее вещество		
	NO ₂	SO ₂	пыль
Электродуговая печь открытого типа	0,04	1,6	20-100

Таблица II-33 - Неорганизованные удельные выбросы загрязняющих веществ при переработке сырьевых материалов и изготовлении огнеупорных изделий, кг/т продукта[1]

Наименование сырья или изделий	Удельные выбросы
<i>Сырьё</i>	
магнезитовый порошок	8,5
обожённый доломит	8,5
кусовой шамот	5,0
дунит	8,5
<i>Изделия</i>	
алюмосиликатные	10,0
динасовые	нет данных
магнезиальные	10,0
форстеритовые	10,0
смолодоломитовые	15,0
<i>Мертели</i>	10,0

ПРОИЗВОДСТВО ИЗВЕСТИ (Код SNAP 030312)

В [1] приведены обобщённые данные по удельным выбросам загрязняющих веществ при производстве извести во вращающихся печах при использовании в качестве топлива природного газа и мазута. Расход топлива - 230-250 кг у.т./т обожжённой извести, т.е. $(1,61-1,75) \cdot 10^6$ ккал/т извести = $(6,74-7,33) \cdot 10^6$ кДж/т извести = $(6,74-7,33)$ ГДж/т извести).

Таблица II-34 - Удельные выбросы загрязняющих веществ из вращающихся печей для обжига извести, кг/т [1]

Источник	Загрязняющее вещество	
	NO ₂	пыль
Вращающаяся печь для обжига извести	2,1-2,4	42,3-84,6

В CORINAIR приведены более полные данные по удельным выбросам загрязняющих веществ при производстве извести.

Таблица II-35 - Коэффициенты выбросов ряда загрязняющих воздух веществ, выделяющихся в процессе производства извести, кг/т произведённой извести, Ecnomopoulos (1993) [2]

Операция	Общее количество взвешенных частиц	SO ₂	NO _x	CO
1	2	3	4	5
Хранение и переработка угля (если уголь используется как топливо)				
Хранение угля				
Открытые штабели	0.5			
Полузакрытые штабели	0.25			
Изолированное хранение	0.1			
Бункеры	0.1			
Дробление и просеивание угля				
Без очистки	0.18			
Тканевые фильтры	0.002			
Измельчение угля				
(Полу) прямая система обжига	0.0			
Непрямая система обжига				
Без очистки	10.0			
Тканевые фильтры	0.1			
Хранение сырья	0.16			
Измельчение и просеивание				
Без очистки	1.5			
Тканевые фильтры	0.0005			
Хранение измельченного материала				
Открытые штабели	1.0			
Полузакрытые штабели	0.5			
Изолированное хранение	0.2			
Бункеры	0.2			
Транспортировка сырья				
Без очистки	1.2			
Тканевые фильтры	0.01			
Обжиг сырья				
Печь с вертикальной шахтой	3.0	0.9 S	0.1	2.0
Без очистки	1.0	0.9 S	0.1	2.0
Циклон	0.75	0.9 S	0.1	2.0
Мультициклоны				

1	2	3	4	5
Вертикальные двойные наклонные печи				
Без очистки	10.5	0.9 S	0.1	2.0
Циклон	3.6	0.9 S	0.1	2.0
Мультициклоны	2.6	0.9 S	0.1	2.0
Прямоток/противоток				
Без очистки	8.0	0.9 S	0.1	2.0
Циклон	2.8	0.9 S	0.1	2.0
Мультициклоны	2.0	0.9 S	0.1	2.0
Кольцевые печи				
Без очистки	12.0	0.9 S	0.1	2.0
Циклон	4.2	0.9 S	0.1	2.0
Мультициклоны	3.0	0.9 S	0.1	2.0
Вращающаяся короткая печь/ воздушная суспензия				
Без очистки	40.0	0.36 S	1.5	1.0
Циклон	14.0	0.36 S	1.5	1.0
Мультициклоны	9.0	0.36 S	1.5	1.0
Электроосадители	0.6	0.36 S	1.5	1.0
Тканевые фильтры	0.2	0.36 S	1.5	1.0
Вращающаяся длинная печь				
Без очистки	140.0	0.36 S	1.5	1.0
Циклон	49.0	0.36 S	1.5	1.0
Мультициклоны	35.0	0.36 S	1.5	1.0
Электроосадители	2.0	0.36 S	1.5	1.0
Тканевые фильтры	0.4	0.36 S	1.5	1.0
Обжиговая печь				
Без очистки	25.0	0.9 S	0.1	1.0
Циклон	8.7	0.9 S	0.1	1.0
Мультициклоны	6.2	0.9 S	0.1	1.0
Охлаждение извести				
Колосниковый холодильник				
Без очистки	20.0			
Циклон	4.0			
Мультициклоны	2.0			
Тканевые фильтры	0.1			
Планетарная, вращающаяся или вертикальная шахта	0.0			
Упаковка извести/перевозка	0.12			
Гашение извести				
Без очистки	35.0			
Скрубберы	0.04			

"S" процентное содержание серы в топливе

В таблице П-36 приводятся коэффициенты выбросов для топлива при производстве извести, при использовании данных CORINAIR-90 в [г/ГДж]. Коэффициенты выбросов для технических средств приводятся в других единицах (например, г/т продукта) и перечислены в примечаниях к таблице. В случае использования производственных статистических данных следует учитывать конкретное потребление энергии (например, ГДж/т продукта), которое присуще только данному процессу и данной стране. По данным CORINAIR-90 для потребления энергии дается величина в диапазоне от 3 до 4.7 ГДж/т продукта.

Внимание! При пользовании данными табл. 62 следует самостоятельно переводить выбросы из г/ГДж потреблённого топлива в г/т продукта, исходя из потребления топлива (в ГДж/т продукта) на конкретном предприятии. Если таких данных нет, можно принимать расход топлива 7 ГДж/т извести по [1]. Не пользоваться данными примечаний к таблице!

Таблица П-36 - Коэффициенты выбросов для заводов по производству извести⁸⁾

Топливо		код по NAPFU Е	Коэффициенты выбросов						
			SO ₂ ²⁾	NO _x ³⁾	НМЛЮС ⁴⁾	CH ₄ ⁷⁾	CO ⁶⁾	CO ₂	N ₂ O
			[г/ГДж]	[г/ГДж]	[г/ГДж]	[г/ГДж]	[г/ГДж]	[кг/ГДж]	[г/ГДж]
уголь	энергетический	102	33-786 ¹⁾	150-340 ¹⁾	15-40 ¹⁾	0.3-15 ¹⁾	100-6000 ¹⁾	92-98 ¹⁾	4-14 ¹⁾
уголь	бурый	105	25 - 80 ²⁾	140 ¹⁾ , 300 ²⁾	15 ¹⁾²⁾	15 ¹⁾²⁾	100 ¹⁾ , 15 ²⁾	113 ¹⁾ , 100 ²⁾	3.5 ¹⁾ , 3
уголь	уголь/лигнит	106	11 ¹⁾	140 ¹⁾	15 ¹⁾	15 ¹⁾	6000 ¹⁾	95-98 ¹⁾	3.5 ¹⁾
уголь	брикеты	107	25-400 ¹⁾	40-300 ¹⁾	0.5-15 ¹⁾	0.5-15 ¹⁾	70-6000 ¹⁾	45-200 ¹⁾	4-12 ¹⁾
кокс	кокс.печь	108	650 ¹⁾	220 ¹⁾	5 ¹⁾	15 ¹⁾	90 ¹⁾	86 ¹⁾	3 ¹⁾
кокс	кокс.печь	110	275 ¹⁾	300 ¹⁾	1.5 ¹⁾	1.5 ¹⁾	70-75 ¹⁾	97-99 ¹⁾	10-14 ¹⁾
кокс	нефть	110	120-2,852 ²⁾	200-300 ²⁾	1.5-112 ²⁾	1.5-15 ²⁾	10-133 ²⁾	95-105 ²⁾	3-14 ²⁾
биомасса	древесина	111	5.2 ¹⁾	103-200 ¹⁾	48-50 ¹⁾	30-32 ²⁾	1430-6772 ¹⁾	92 ¹⁾	4 - 14 ¹⁾
отходы	промышленные	116	5.2 ¹⁾	115 ¹⁾	48 ¹⁾	32 ¹⁾	1430 ¹⁾ , 15 ²⁾	83 ¹⁾ , 76-92 ¹⁾	4.6-14
нефть	мазут	203	47-1,470 ¹⁾ , 94-1,712 ²⁾	100-310 ¹⁾ , 170-215 ²⁾	3-4 ¹⁾ , 3- 46 ²⁾	3-8 ¹⁾ , 1-3 ²⁾	12-6000 ¹⁾ , 7-94 ²⁾	73-78 ¹⁾ , 75-78 ²⁾	2-14 ¹⁾ , 2.5-14
нефть	газойль	204	85-305 ¹⁾ , 26 ²⁾	70-310 ¹⁾ , 313 ²⁾	1.5-2.5 ¹⁾	1.8 ¹⁾	10-20 ¹⁾ , 76 ²⁾	72-74 ¹⁾	2-14 ¹⁾
газ	природный	301	0.1-8 ¹⁾ , 0.9 ²⁾	50-1111 ¹⁾ , 14-100 ²⁾	2.5-10 ¹⁾ , 2.5 ²⁾	0.4-4 ¹⁾	20-6000 ¹⁾ , 13-17 ²⁾	55-56 ¹⁾ , 53 ²⁾	1-3.7 ¹⁾ , 1.5 ²⁾
газ	кокс.печь	304	15 ²⁾	83 ²⁾			84 ²⁾		
газ	доменная печь	305	63 ²⁾	286 ²⁾		2.5 ²⁾	286 ²⁾		
газ	кокс.печь и доменная печь	306	328 ²⁾	250 ²⁾	0.8 ²⁾	0.8 ³⁾	15 ²⁾	205 ²⁾	3 ²⁾

1) данные CORINAIR90, площадные источники

2) данные CORINAIR90, точечные источники

3) SO_x: 4,100 г/т продукта Обжигание, вертикальная сушильная печь [EPA, 1990]

2,550 г/т продукта Обжигание, роторная сушильная печь [EPA, 1990]

4,100 г/т продукта Многоподовый кальцинатор [EPA, 1990]

4) NO_x: 1,500 г/т продукта Общий [Bouscaren, 1992]

1,400 г/т продукта Обжигание: вертикальная сушильная печь, роторная сушильная печь и многоподовый кальцинатор

1,111 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: природный газ [IPCC, 1995]

527 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: нефть [IPCC, 1995]

527 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: уголь [IPCC, 1995]

5) VOC: 10 г/т продукта Обжигание: вертикальная сушильная печь [EPA, 1990]

30 г/т продукта Обжигание: роторная сушильная печь [EPA, 1990]

10 г/т продукта Обжигание: многоподовый кальцинатор [EPA, 1990]

6) CH₄: 1.1 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: природный газ [IPCC, 1995]

1.0 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: нефть [IPCC, 1995]

1.0 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: уголь [IPCC, 1995]

7) CO: 83 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: природный газ [IPCC, 1995]

79 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: нефть [IPCC, 1995]

79 г/ГДж Производство цемента/извести, сушильные печи: уголь [IPCC, 1995]

8) Предполагается, что коэффициенты выбросов, приведенные в таблице, относятся к источникам сжигания на заводах производящих известь. Примечания могут также включать коэффициенты выбросов для выбросов от других процессов.

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
(Код SNAP 030303)

СТАЛЕЛИТЕЙНЫЙ ЦЕХ

Удельные выбросы по данным [1]:

Электропечи для стального литья

Удельные выбросы для электропечей приведены по данным раздела «Электросталеплавильное производство» (код SNAP 040207)

Таблица II-37 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т стали [1, 5]

Источник выброса	Загрязняющее вещество					
	Твёрдые частицы (до очистки)	CO	NO _x	SO _x	Цианиды	Фториды
Дуговая электропечь ёмкостью, т		1,350	0,270	0,0016	0,0284	0,00056
5	9,4					
10	8,8					
20	8,1					
40	7,0					
100	6,6					

Смесеприготовительное отделение

Вынос пыли от бегунов

Типа 111, 112, 113 и 114 - 22,5 кг/т металла;

Типа 115, 116, 117 - 6,0 кг/т металла.

Участок выбивки отливок

Выбивная решетка, пыль - 30кг/т

Чистовая зачистка отливок:

Пыль, кг/т литья

Очистные барабаны, 4-7

Наждачные точила, 0,4-7

Дробемётные аппараты 0,08

ЧУГУНОЛИТЕЙНЫЙ ЦЕХ

Вагранки

Таблица II-38 - Удельные выбросы загрязняющих веществ из вагранок, кг/т металла [1, 5]

Источник	Загрязняющее вещество	
	СО	Пыль*
Вагранка производительностью, т/ч		
5	170-200	(18-22)/(12-14)
10	170-190	(18-20)/(12-13)
15	150-175	(16-18)/(11-12)
20	155-190	(17-20)/(10-13)
Выпуск чугуна	СО	Пыль графитовая
	0,128	0,020

* - В числителе приведено количество пыли в колошниковых газах до искрогасителя, в знаменателе – по искрогасителю

Выбросы сернистого ангидрида с ваграночными газами определяют расчётным путем условия, что с ними уносится 12-13% серы, внесённой с чугуном, ломом и коксом.

Разливка чугуна в формы

Таблица II-39 - Удельные выбросы загрязняющих веществ при разливке чугуна в формы, кг/т [1]

Разливка чугуна в формы	Загрязняющее вещество	
	СО	SO ₂
Для отливок массой, т		0,2-0,25
0,3	1,00	
0,5	0,90	
1	0,75	
2	0,62	
5	0,53	
10	0,46	
20	0,42	
30	0,36	

Сушка форм и стержней

Таблица II-40 - Удельные выбросы загрязняющих веществ при сушке форм и стержней, г/кг [1]

Сушка форм и стержней	Загрязняющее вещество	
	СО	SO ₂
Твёрдое топливо	250-300	15-20
Жидкое топливо	30-50	40-60
Газ (полное сгорание)	не более 0,75	нет

III. КОКСОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Міністр охорони навколишнього
природного середовища України

_____ С.В. Поляков

« 16 » серпня 2004 р.

**«ПОКАЗНИКИ ЕМІСІЇ (ПИТОМІ ВИКИДИ)
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ОСНОВНИХ
ВИРОБНИЦТВ КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ»**

УГОДЖЕНО:

Українська науково-промислова

асоціація "Укркокс"

Генеральний директор,

д.т.н., проф. Старовойт А.Г.

листом ВР - 14 від 20.01.2004 р.

РОЗРОБЛЕНО:

Український державний

науково-дослідний

вуглехімічний інститут

(УХІН)

Директор, д.т.н., заслуж. діяч науки

_____ С.Т. Ковальов

« ____ » _____ 2004 р.

Харків

2004 р.

ПЕРЕДМОВА

1. ЗАМОВНИК : Коксохімічні підприємства України
2. РОЗРОБЛЕНО: Українським державним науково-дослідним вуглехімічним інститутом (УХІН)
3. РОЗРОБНИКИ: Малиш О.С., Борисенко О.Л., Банніков Л.П., Григор'єва Т.І., Дубічинська І.М., Мельнікова Л.В., Зеленський І.М.
4. ВВЕДЕНО У ДІЮ: «____» _____ 2004 р.
5. ТЕРМІН ПЕРЕГЛЯДУ: 2007 р.

ЗМІСТ

I. ПОКАЗНИКИ ЕМІСІЇ (ПИТОМІ ВИКИДИ) ОСНОВНИХ ВИРОБНИЦТВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	71
Вступ	73
1. Основні положення	73
1.1. Короткий опис технології виробництва	73
1.2. Основна сировина, яка використовується на коксохімічних заводах і перелік продукції, що випускається	75
1.3. Внесок основних технологічних процесів у валові викиди	77
2. Класифікація джерел викидів відповідно до кодів "CORINAIR"	79
3. Спрощена методика встановлення показників емісії (питомих викидів)	79
4. Деталізована методика визначення викидів	79
5. Статистичні дані	79
6. Критерії точкового джерела	79
7. Основні природоохоронні заходи і обов'язкові вимоги з метою зменшення викидів в атмосферу для коксохімічних підприємств	79
7.1. Заходи, що рекомендуються з метою зменшення викидів в атмосферу	79
7.2. Обов'язкові вимоги для технологічного устаткування з метою зменшення викидів забруднюючих речовин для коксохімічних підприємств	80
8. Показники емісії (питомі викиди)	80
8.1 Коксовий цех	80
8.1.1. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин із димових труб коксових батарей	80
8.1.2. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від коксової батареї (неорганізовані джерела)	82
8.1.3. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин при видачі коксу	83
8.1.4. Показники емісії (питомі викиди) важких металів	84
8.1.5. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин при гасінні коксу	84
8.2. Показники емісії (питомі викиди) при зберіганні, транспортуванні та дробленні вугілля	85
8.2.1. Показники емісії (питомі викиди) від гаражів розморожування при згорянні коксового газу	85
8.3. Цех уловлювання хімічних продуктів коксування	85
8.3.1. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин цеху уловлювання хімічних продуктів коксування	85
8.3.2. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин із градирні кінцевого охолодження коксового газу	86
8.4. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин цеху сіркоочищення	86
8.5. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин цеху ректифікації	86
8.6. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин смолопереробного цеху	87
8.7. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від пекококсових батарей	87
8.8 Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від виробництва фталевого ангідриду	87
8.9. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від біохімічистки	87
8.10. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин для трубчастих печей	87
8.11. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин для димових труб пекококсових печей	88
8.12. Показники емісії (питомі викиди) від котлоагрегатів	88
8.13. Показники емісії (питомі викиди) для НВО "Інкор і К ^о ", КХВ "Фенольний завод"	88
9. Склад хімічних сполук	91
10. Оцінка похибки	91
11. Недоліки/шляхи поліпшення запропонованої методики	91
12. Критерії тимчасового розподілу	92

- 13. Додаткові коментарі
- 14. Додаткові документи
- 15. Методи верифікації
- 16. Бібліографічні дані

II. РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВСТАНОВЛЕННЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ НОРМАТИВІВ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

- 2.1. Загальні положення
 - 2.2. Технологічні нормативи, загальні вимоги
 - 2.3. Методи вимірів
 - 2.4. Перелік установок і устаткування, для яких рекомендується розробка технологічних нормативів для коксохімічних підприємств
 - 2.4.1. Перелік установок (джерел)
 - 2.4.2. Порядок встановлення технологічних нормативів викидів
 - 2.4.3. Контроль за встановленими нормативами
 - 2.4.4. Кратність контролю
 - 2.4.5. Перелік забруднюючих речовин, для яких встановлюються технологічні нормативи
 - 2.4.6. Форма надання матеріалів
- Додатки

І. ПОКАЗНИКИ ЕМІСІЇ (ПИТОМІ ВИКИДИ) ОСНОВНИХ ВИРОБНИЦТВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Вступ

Метою даної роботи є розробка:

- спрощеної методики для оцінки викидів забруднюючих речовин за показниками емісії на коксохімічних підприємствах;

- рекомендацій по встановленню технологічних нормативів викидів забруднюючих речовин.

Виробництво коксу на Україні здійснюється на 13 коксохімічних заводах і пов'язано з досить великою кількістю джерел викидів, що носять як організований характер (димові труби, воздушники й ін.), так і неорганізований характер (процеси завантаження шихти, видачі, гасіння, навантаження коксу).

Коксохімічний завод, який складається з 4-х коксових батарей, має більш ніж 150 джерел викидів і біля 15 найменувань забруднюючих речовин. Основні забруднюючі речовини - це оксид вуглецю, оксиди азоту, діоксид сірки, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (пил вугільних концентратів, пил коксовий) і сажа, аміак, сірководень, ціаністий водень, фенол, бензолні вуглеводні, нафталін та бенз/а/пірен.

При розробці показників емісії нами використовувалися раніше розроблені і затверджені в Міністерстві охорони навколишнього природного середовища [1] питомі викиди для неорганізованих джерел викидів, а також дані прямих інструментальних вимірів, отримані при проведенні інвентаризації викидів забруднюючих речовин на коксохімічних заводах [2-9].

Результати цієї роботи можуть бути використані для упорядкування звітності по викидам забруднюючих речовин за формою 2-ТП (повітря) і при проведенні інвентаризації викидів, коли прямі виміри утруднені, а також при розробці технологічних нормативів викидів забруднюючих речовин.

Структура документа побудована з дотриманням вимог ДСТУ 1.5.2000 "Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів". Виклад основних положень і відомостей щодо методів визначення забруднюючих речовин, що підлягають обліку, дається відповідно до вимог, прийнятих у Європейській системі "CORINAIR".

Сфера застосування

Нормативний документ, призначений для визначення обсягів валових викидів (т/рік) забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Використовується фахівцями коксохімічних підприємств, органів державного санітарного і природоохоронного контролю й інших органів, установ і організацій, пов'язаних з діяльністю, яка передбачає визначення обсягів викидів забруднюючих речовин від устаткування для виробництва коксу.

Нормативні посилання

У цій інструкції використані посилання на наступні нормативні документи:

- Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". Затв. Пост. Верховної Ради України від 25.06.1991 №1264-ХІІ;

- Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища". Затв. Пост. Верховної Ради України від 05.02.1998. №186/98-ВР;

- Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про охорону атмосферного повітря". Затв. Пост. Верховної Ради України від 21.06.2001. № 2556-ІІІ;

- Постанова Кабінету Міністрів України від 13 грудня 2001 р. № 1655 "Про затвердження Порядку ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря";

- Постанова Кабінету Міністрів України від 28.12.2001 р. № 1780 "Про затвердження Порядку розробки та затвердження нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел".

Визначення понять, позначення, скорочення

Забруднення атмосферного повітря - змінення складу і властивостей атмосферного повітря в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища.

Забруднююча речовина - речовина хімічного або біологічного походження, що присутня або надходить в атмосферне повітря і може прямо або опосередковано справляти негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища.

Технологічний норматив допустимого викиду забруднюючої речовини – гранично допустимий викид забруднюючої речовини або суміші цих речовин, який визначається в місці його виходу з устаткування.

Показник емісії (питомий викид) - величина, що встановлює залежність між величиною забруднюючої речовини (або їх суміші), що викидається в атмосферу, і діяльністю, яка пов'язана з цим викидом (виробництвом продукції, що випускається).

Джерело викидів - об'єкт (підприємство, цех, агрегат, установка, транспортний засіб тощо), з якого надходить в атмосферне повітря забруднююча речовина або суміш таких речовин.

Промислове виробництво – сукупність організованих у систему виробничих процесів створення з предметів праці за допомогою засобів праці промислової продукції певного призначення.

Виробничий процес - систематичне та цілеспрямоване змінювання в часі та просторі кількісних та якісних характеристик засобів виробництва і робочої сили для отримання готової продукції з вихідної сировини згідно із заданою програмою.

Технологічний процес - частина виробничого процесу, яка складається з дій, спрямованих на зміну та (чи) визначення стану предмета праці.

Технологічне устаткування - засоби технологічного спорядження, в яких для виконання певної частини технологічного процесу розміщують матеріали або заготовки, засоби дії на них, а також технологічне оснащення.

CO – вуглецю оксид;

SO₂ – сірки діоксид;

NO_x – азоту оксиди;

NH₃ – аміак;

H₂S – сірководень;

HCN – водню ціанід;

C₆H₆ – бензол;

C₆H₅OH – фенол;

C₁₀H₈ – нафталін;

H₂SO₄ – кислота сірчана;

NO₂ – діоксид азоту;

CS₂ – сірковуглець;

CH₄ – метан;

CO₂ – вуглецю діоксид

N₂O – діазоту оксид.

1. Основні положення

Виробництво коксу супроводжується здійсненням викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на різних технологічних етапах - це оброблення вугілля і його зберігання, завантаження коксової печі, коксування вугілля, видача коксу, його гасіння й очищення коксового газу, що утворюється при виробництві коксу з наступним його використанням для опалювання коксових батарей і інших установок, які використовують паливо.

Для визначення валових викидів забруднюючих речовин, які утворені в конкретних технологічних процесах, використовуються значення питомих викидів і обсягу продукції, що виробляється, установок, що використовують паливо - кількість палива, яке використовують.

1.1. Короткий опис технології виробництва

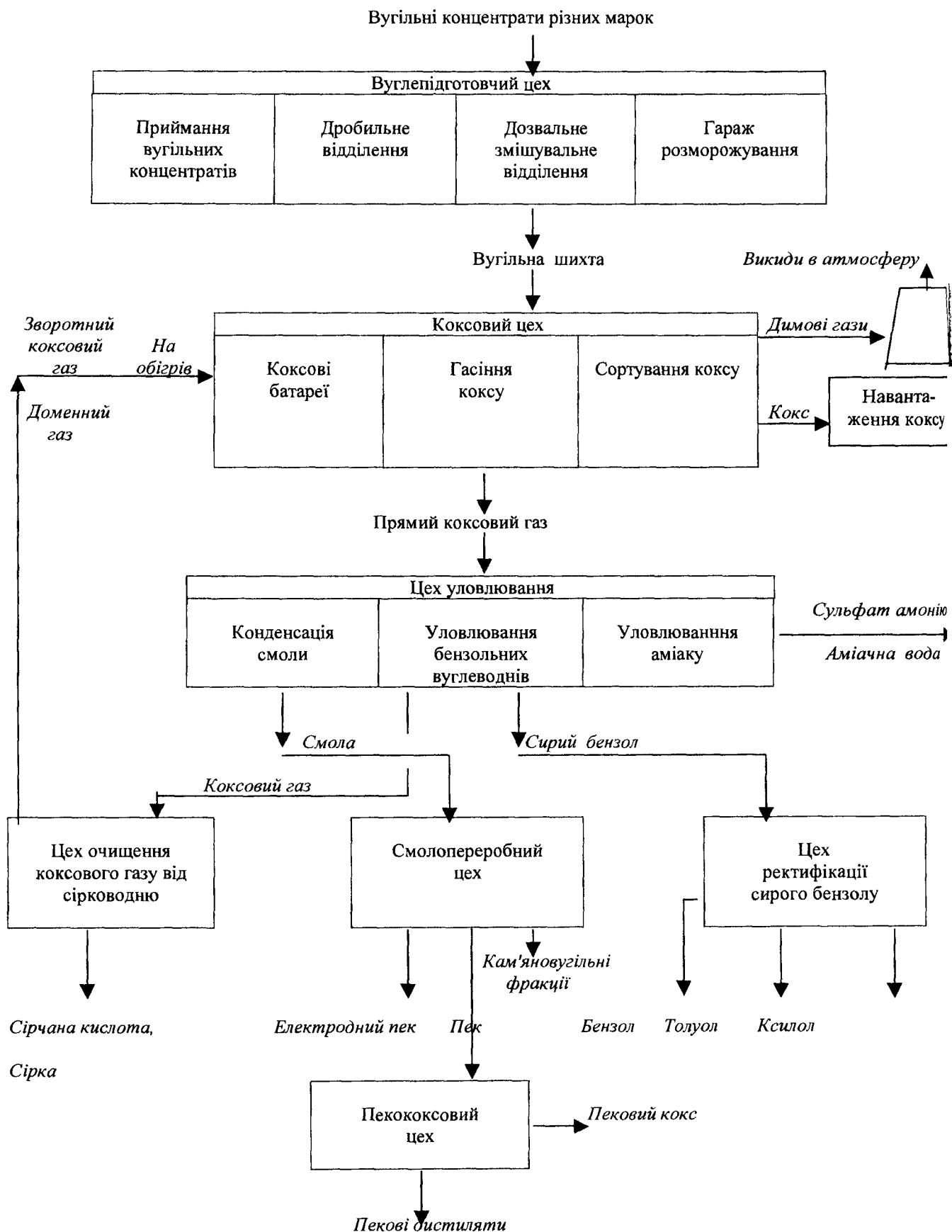
Для виробництва коксу різні марки вугільних концентратів подрібнюються, змішуються у визначеному співвідношенні, потім вугільна шихта транспортується у вугільні башти, звідки завантажується в коксові печі.

Виробництво коксу здійснюється при нагріванні вугільної шихти визначеного складу в коксових печах (камерах коксування) при температурі 1000 - 1050 °C без доступу повітря. Нагрівання вугільної шихти здійснюється через обігрівальні канали уздовж камер коксування продуктами згоряння коксового газу, що утворюється при виробництві коксу і проходить відповідне очищення.

Продукти горіння коксового газу викидаються в атмосферне повітря через димові труби коксових батарей.

Готовий кокс видається з камер коксування в коксовозні вагони, потім охолоджується на гасильній башті очищеною стічною водою або на установку сухого гасіння коксу.

Далі охолоджений кокс сортується за розміром кусків і відправляється споживачу. Коксовий газ, який одержується одночасно з коксом, містить смолисті речовини, аміак, сірководень, безольні вуглеводні, ціаністий водень, фенол, нафталін. З камер коксування через газозбірник коксовий газ надходить на охолодження й очищення від перерахованих вище хімічних речовин.



Мал. 1. Технологічна схема коксохімічного виробництва

Зворотний коксовий газ повертається в коксові батареї для спалювання, частина його використовується в інших установках, що використовують паливо (трубчасті печі, котлоагрегати й ін.).

Загальна кількість викидів забруднюючих речовин від усіх коксохімічних заводів України складає ~ 90 тис. т/рік, із них ~ 70 тис. т/рік складають викиди діоксиду сірки, оксидів азоту, оксиду вуглецю і близько 15 тис. тонн речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, тобто 90 % викидів забруднюючих речовин складають 4 вищевказаних компоненти.

Технологія виробництва коксу на всіх заводах ідентична.

Коксохімічні заводи відрізняються за складом цехів, кількістю коксових батарей і обсягом виробництва. Усього на коксохімічних заводах України експлуатується 57 коксових батарей.

Важливими відмінними ознаками, що впливають на викиди забруднюючих речовин, є термін служби коксових батарей, стан кладки, герметичність опалювальної системи, конструктивні особливості коксових печей, наявність природоохоронних заходів, а також склад опалювального газу, що надходить на обігрів коксових батарей (основний показник - вміст сірководню в коксовому газі).

На більшості коксохімічних заводів у якості опалювального газу використовується очищений коксовий газ. На ВАТ "Маркохім" частка коксових батарей опалюється сумішшю коксового і доменного газів.

На ВАТ "Дніпродзержинський КХЗ", ЗАТ "Макіївкокс", ЗАТ "Єнакіївський коксохімпром" і АТЗТ "Харківський коксовий завод" відсутні установки по очищенню коксового газу від сірководню, тому опалювання коксових батарей здійснюється коксовим газом із підвищеним вмістом сірководню.

Структура хімічних цехів, які пов'язані з технологією охолодження коксового газу, уловлюванням з нього хімічних речовин і їхньої переробки, також має різницю.

Так, на одних заводах проводиться тільки уловлювання хімічних компонентів коксового газу і відсутня їх переробка, на інших заводах є технологічні процеси по переробці кам'яновугільної смоли і бензолних вуглеводнів.

Смолопереробні цехи мають ВАТ "Авдіївський КХЗ", ЗАТ "Єнакіївський коксохімпром", ЗАТ "Макіївкокс", ВАТ "Дніпродзержинський КХЗ" і ВАТ "Запорожжкокс".

Крім того, в Україні працюють два самостійних смолопереробних заводи - Горловський і Стахановський.

Цехи по переробці бензолу працюють на таких заводах: ВАТ "Макіївкокс", ВАТ "Ясинівський КХЗ", ВАТ "Баглійкокс", ВАТ "Дніпродзержинський КХЗ", ВАТ "Дніпрококс" і ВАТ "Запорожжкокс". Очищення сирого бензолу від сірчаних сполук на ВАТ „Ясинівський КХЗ” виконується на установці „гідроочищення” (воднем під високим тиском).

На двох коксохімічних заводах є цехи по виробництву з кам'яновугільної смоли пекового коксу - ВАТ "Запорожжкокс" і ВАТ "Авдіївський КХЗ".

Також ВАТ "Авдіївський КХЗ" має цех по виробництву фталевого ангідриду.

У зв'язку з вищевикладеним, показники емісії коксохімічних підприємств мають відмінності.

На коксохімічних заводах є котельні установки або ТЕЦ, що виробляють пару та електричну енергію для власних потреб. Опалюються вони в основному коксовим газом, або сумішшю коксового з доменним. На деяких заводах у невеликих кількостях використовується природний газ, енергомасло і вугілля.

1.2. Основна сировина, яка використовується на коксохімічних заводах, і перелік продукції, що випускається

Основною сировиною коксохімічних заводів являються вугільні концентрати спеціальних марок, що придатні для коксування.

З вугільних концентратів різних марок складаються вугільні шихти.

Найбільш поширений марочний склад шихти такий: газовий (Г), 30-45 %; жирний (Ж), 20-40 %, коксовий (К), 10-30 %; що спіснено-спікливий (СС), 5-6 %; пісний (П), 0,02-0,09 %.

По ТУ У 322-00190443-130-97 вугільна шихта характеризується наступними показниками:

волога - не більше 11,0 %;

зольність - не більше 9,0 %

вихід летких речовин - не більше 31,0 %;

вміст сірки загальної - не більше 2,3 %.

Перелік основної продукції, що випускається коксохімічними підприємствами

Найменування продукції	ТУ, ДСТ, інші нормативні документи на продукцію, що випускається	Склад по основній речовині, %
1	2	3
Кокс доменний	ТУ У 322-00190443-114-96	С 96,5 - 97,5
Газ коксовий очищений	ТУ У 322-00190443-101-99	H ₂ 53,0 - 60,0 CH ₄ 20,0 - 25,0
Смола кам'яновугільна	ТУ У 322-00190443-100-97	Волога. 2,5 - 4,0 Вільний вуглець 3,0 - 7,0 Нафталін 7,0-10,0 Фенол 1,7-3,0
Бензол сирий кам'яновугільний	ТУ У 24.1-00190443-003-2003	Бензол 65,0 - 75,0 Толуол 12,0-15,0
Сульфат амонію	ГОСТ 9097-82 ТУ У 322-00190443-067-97	Азот (у перерах. на суху речовину) 20,0-21,0
Масло кам'яновугільне вбирне	ТУ У 322-00190443-117-97	Вода 0,5 Фенол 1,0 Нафталін 1,3
Масло антраценове	ТУ У 322-00190443-063-97	Нафталін 1,0-4,0 Фенантрен, антрацен 6,0-23,0 Карбазол 1,0 - 5,0 Флуорантен 5,0-8,0
Масло фенольне кам'яновугільне	ТУ У 322-00190443-127-96	Фенол 30,0 Вода 2,5 Нафталін 30,0
Масло кам'яновугільне нафталінове	ТУ У 322-00190443-134-99	Нафталін 50,0 - 68,0
Пек кам'яновугільний електродний	ГОСТ 10200-83	Метиленхризены, фенилантрацены, бензофлуорантены- 7,2 Антрацен, фенантрен - 4,5
Кислота сірчана технічна	ГОСТ 2184-77	Сірчана кислота (H ₂ SO ₄) не менше 65,0 - 75,0
Сірка технічна газова коксохімічного виробництва	ТУ У 322-00190443-006-2001	Сірка 96,0 - 99,6
Сірка колоїдна-паста	ТУ У 322-00190443-092-2000	Сірка 92,0 - 95,0

1.3. Внесок основних технологічних процесів у валові викиди

Основними технологічними процесами, що дають найбільший внесок у викиди на коксохімічних заводах, є: опалювання коксових батарей (викиди з димових труб), гасіння коксу (викиди з гасильної башти) і кінцеве охолодження коксового газу (градирня КГО). Викиди від цих трьох джерел складають ~ 80-85 % усіх викидів коксохімічних заводів.

Основними забруднюючими речовинами на коксохімічних заводах є діоксид сірки (SO_2), оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x), речовини у вигляді суспендованих твердих часток (пил вугільних концентратів, пил коксу) і сажа. Їхня кількість ~ 90 % від усіх викидів.

Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС) (бензол, толуол, ксилол, нафталін, фенол) складають ~ 4,5 %.

Викиди аміаку, ціаністого водню і сірководню складають ~ 4,5 %.

Таблиця 1.3.1 Внесок основних технологічних процесів і технологічного устаткування у валові викиди

Найменування технологічного процесу	Відсоток від загальних викидів, %	Забруднюючі речовини
1	2	3
Основне виробництво. 1. Транспортування вугільних концентратів, їхнє зберігання, дроблення, дозування і подача на коксові печі.	1,5 - 2,0	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок
2. Процес виробництва коксу. 2.1. Неорганізовані викиди від процесів завантаження коксових печей шихтою, видачі коксу, його гасіння, сортування, навантаження, газування коксових дверей, люків і стояків.	15-20	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, оксиди азоту (у перерахуванні на діоксид азоту), діоксид сірки, оксид вуглецю, аміак, сірководень, водню ціанід, фенол, бензол, нафталін, бенз/а/пірен
2.2. Організовані викиди з димових труб коксових батарей.	60-65	Оксид вуглецю, оксиди азоту (у перерахуванні на діоксид азоту), діоксид сірки, сажа, бенз/а/пірен
3. Обробка коксового газу, що відходить від коксових печей, його охолодження, виділення смоли, уловлювання аміаку, бензольних вуглеводнів, сірководню, переробка кам'яновугільної смоли	15-18	Аміак, сірководень, сірковуглець водню ціанід, фенол, піридин, бензол, нафталін, бенз/а/пірен

Таблиця 1.3.2. Перелік основних забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферу і внесок їх у сумарні викиди

Код речовини	Найменування речовини	Відсоток від загальних викидів (середній по всіх заводах), %	ГДК _{м.р.} (ОБРВ), мг/м ³	Клас небезпеки
	<u>Найбільш поширені забруднюючі речовини</u>			
04001	Діоксид азоту	9,5	0,085	2
07001	Вуглецю оксид	25,0*	5,0	4
05001	Сірки діоксид	40,0	0,5	3
03000	Речовини, у вигляді суспендованих твердих частинок (пил вугільних концентратів, пил коксу) і сажа	15	0,5	3
04003	<u>Небезпечні забруднюючі речовини</u>	2,0	0,2	4
11008	Аміак	2,2	1,5	2
11034	Бензол	1,4	0,003	4
17001	Нафталін	1,1	0,2	2
05002	Водню ціанід	1,5	0,008	2
11048	Сірководень	0,6	0,01	2
05003	Фенол	0,02	0,03	2
	<u>Сірковуглець</u>	98,32		
	<u>Усього</u>	1,68		
11035	<u>Інші забруднюючі речовини, у т.ч.:</u>		0,08	2
05004	Піридин		0,3	2
	Кислота сірчана			
01001	Важкі метали, що входять до складу пилу коксу і вугільних концентратів		0,00000	2
01004	Арсен та його сполуки (у перерахунку на арсен)		0,00000	1
01005	Кадмій та його сполуки (у перерахунку на кадмій)		-	2
01006	Мідь та її сполуки (у перерахунку на мідь)		0,00000	1
01007	Нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель)		0,00000	1
01009	Ртуть та її сполуки (у перерахунку на ртуть)		0,001	1
01010	Свинець та його сполуки (у перерахунку на свинець)		-	1
01011	Хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому)		0,00000	2
	Цинк та його сполуки (у перерахунку на цинк)	100		
	<u>Разом</u>			

* CO має більш високий % від загальних викидів, а SO₂ більш низький, для заводів, що використовують доменний газ для обігріву коксових батарей, або інших установок, які використовують паливо.

2. Класифікація джерел викидів відповідно до кодів "CORINAIR"

Викиди забруднюючих речовин від виробництв, технологічних процесів і устаткування класифікуються по наступних кодах відповідно до "Переліку установок і виробництв, для яких проводиться визначення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря".

Код 010406 - Коксові печі (викиди з димових труб коксових батарей);

Код 040201 - Коксові батареї (неорганізовані викиди від коксової батареї і гасіння коксу);

Код 040210 - інші (всі інші технологічні процеси коксохімічного виробництва - обробка вугілля і його зберігання, охолодження й очищення коксового газу, переробка хімічних продуктів, що виділяються з коксового газу).

Код 030103 (або 030102) - показники емісії від котлоагрегатів у залежності від їхньої потужності.

3. Спрощена методика встановлення показників емісії

Показники емісії для коксохімічного виробництва складені для основних установок і устаткування на основі аналізу даних, отриманих експериментальним шляхом при багаторазових проведених інвентаризаціях викидів забруднюючих речовин [2-9] і узагальнені у виді діапазону значень в залежності від наявних відмінностей в окремих технологічних процесах, терміну експлуатації і природоохоронних заходів.

Значення показників емісії для коксового цеху наведені з урахуванням наявності природоохоронних заходів (бездимне завантаження, безпилова видача коксу, ущільнення дверей, люків, стояків, гасіння коксу очищеною стічною водою).

По цехах уловлювання і переробки хімічних продуктів коксування показники емісії наведені без урахування очистки тому, що очистка викидів забруднюючих речовин цієї категорії джерел на більшості заводів відсутня, або є частково на окремих джерелах.

4. Деталізована методика визначення показників емісії

Визначення показників емісії забруднюючих речовин в атмосферне повітря за допомогою деталізованого методу допускає використання питомих викидів для кожного конкретного заводу з використанням даних інструментальних вимірів по кожному джерелу та індивідуальної технологічної характеристики процесу і технічного стану устаткування.

5. Статистичні дані

При розробці показників емісії використовувалися статистичні дані по виробництву коксу на коксохімічних заводах України і дані по викидах забруднюючих речовин, які отримані при проведенні інвентаризацій.

6. Критерії точкового джерела

Відповідно до методології "CORINAIR 90" коксохімічні заводи розглядаються як точкові джерела.

7. Основні природоохоронні заходи і обов'язкові вимоги з метою зменшення викидів в атмосферу для коксохімічних підприємств

7.1 Заходи, що рекомендуються з метою зменшення викидів в атмосферу

Для вугленідготовчого цеху:

1. Окожушування ротора вагоноопрокида з аспірацією і очищенням запиленого повітря.
2. Аспірація запиленого повітря в місцях дроблення вугілля і транспортування з наступним його очищенням.

Для коксового цеху:

1. Бездимне завантаження шихти.
2. Безпилова видача коксу.

3. Встановлення гідрофікованих кришок стояків.
4. Застосування газощільних дверей.
5. Герметизація кришок завантажувальних люків.
6. Гасіння коксу очищеною стічною водою.
7. Оптимізація режиму опалювання коксових батарей.
8. Укриття місць сортування і навантажування коксу з підключенням відсосів. від укриттів до аспіраційних систем.
9. Встановлення каплевідбійників на баштах гасіння коксу.

Для цехів уловлювання і переробки коксового газу:

1. Встановлення дихальних гідравлічних клапанів на воздушках емкостей і сховищ, або об'єднання їх у колекторну систему з передачею в газопровід прямого коксового газу.
2. Закриття циклу кінцевого охолодження коксового газу.
3. Аспірація викидів із наступною очисткою при сушінні і навантажуванні сульфату амонію.
4. Модернізація цехів сіркоочищення з метою збільшення ступеня уловлювання сірководню з коксового газу.

Для установки біохімічного очищення стічних вод:

1. Забезпечення 100 % передавання стічних вод на БХУ.
2. Будівництво установок по нітри- та денітрифікації.

7.2. Обов'язкові вимоги для технологічного устаткування з метою зменшення викидів забруднюючих речовин для коксохімічних підприємств

1. Бездимне завантажування вугільної шихти з відсосом газів завантажування в газозбірник за допомогою гідроінжекції або пароінжекції, що забезпечує ступінь ефективності не менше 90 %.
2. Герметизації кришок завантажувальних люків шляхом їх заливання розчином глини. Допускається газування не більше 10 %.
3. Ущільнення дверей коксових батарей і регулярне очищення місць ущільнення. Допускається газування дверей не більше 10 % від їхньої загальної кількості в батареї.
4. Ущільнення кришок стояків із застосуванням водяного затвора. Допускається газування не більше 10 %.
5. Наявність установки для відсосу й уловлювання пилу при видачі коксу (УБВК).
6. Гасіння коксу очищеною стічною водою у баштах гасіння конфузorno-дифузornoго типу або встановлення в звичайних баштах каплевідбійників. Вміст фенолів у воді на гасіння не більше 5 мг/л.
7. Обмежений вміст сірководню в зворотному коксовому газі - не більше 3,5 г/м³ до 2010 р. і не більше 1 г/м³ з 2010 р., або використання сировинної вугільної бази з низьким вмістом сірки.
8. Установлення дихальних клапанів на емкостях і сховищах або установка колекторної системи збору викидів із воздушників із наступною подачею їх у газопровід коксового газу або на очищення. Ці заходи забезпечують зниження викидів забруднюючих речовин на 90 %.

8. Показники емісії (питомі викиди)

8.1. Коксовий цех (код 010406, 040201)

8.1.1. Показники емісії забруднюючих речовин із димових труб коксових батарей, г/т коксу *)

Джерело викиду	Газ опалювання	Забруднююча речовина				
		CO	SO ₂	NO _x	Сажа	Бенз/а пірен
Димові труби коксових батарей	<i>Коксовий</i>	300-1250	450-1800	250-600	25,0-200,0	0,001-0,0015
	<i>Доменний</i>	2500-6500	80-120	200-350	30-100	0,001-0,0015

*) Тут і далі кокс 6% вологості.

Викиди CO_2 при спалюванні коксового і доменного газів складають 800-850 г/м³ газу, що спалюється (приведеного до 20°C, тиску - 101,3 кПа та теплотворної здатності 16,8 МДж/м³ (4000 ккал/м³)).

Валові викиди CO_2 можна розрахувати за формулою:

$$E_{\text{CO}_2} = 850 \cdot 10^{-6} \cdot V, \text{ т/рік},$$

де V - кількість коксового газу, що спалюється, м³/рік;

або за формулою:

$$E_{\text{CO}_2} = 1,9 \cdot V, \text{ т/рік},$$

де V - кількість коксового газу, що спалюється, т/рік.

Примітка. Викиди діоксиду сірки залежать від вмісту сірководню в коксовому газі. Діапазон питомих викидів наведений для концентрацій сірководню в зворотному коксовому газі від 1,0 до 3,5 г/м³, що характерно для більшості коксохімічних підприємств. Для підприємств, котрі не мають цехів сіркоочищення, або які мають іншу концентрацію сірководню в зворотному коксовому газі, питомий викид по діоксиду сірки розраховується за формулою:

$$g_{\text{SO}_2} = C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot 1,88 \cdot V, \text{ г/т коксу},$$

де $C_{\text{H}_2\text{S}}$ - концентрація сірководню в зворотному коксовому газі, г/м³;

1,88 - перевідний коефіцієнт H_2S у SO_2 .

V - витрата коксового газу на виробництво 1 тонни коксу, м³/т.

Викиди CO і NO_x залежать від віку коксових батарей, стану опалювальної системи і якості опалювального газу. Для коксових батарей, термін експлуатації яких до 10 років (а також понад 20 років, на яких проведено відбудовний ремонт) і опалюваних очищеним коксовим газом, приймаються нижні значення показників, для батарей, термін експлуатації котрих понад 20 років - верхні. Для інших коксових батарей приймаються проміжні величини, які встановлені за даними інструментальних вимірів конкретно кожним заводом.

Показник емісії NO_x на коксових батареях, термін експлуатації котрих понад 20 років може мати більш низьке значення при наявності рециркуляції в опалювальній системі. Тоді приймається конкретна величина показника емісії щодо NO_x .

8.1.2. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від коксової батареї (неорганізовані джерела), г/т коксу

Джерело викиду	Забруднюючі речовини										
	Реч-ни у вигл. суспен-дованих тв. частинок	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	H ₂ S	HCN	C ₆ H ₆	C ₆ H ₅ OH	C ₁₀ H ₈	Бенз/а/пірен
1.Завантажування шихти з іскрогазів завантаження (90%)	5,0-15,0	1,0-5,0	1,5-4,0	1,2-3,0	1,0-2,5	0,5-1,0	0,05-0,2	1,0-2,0	0,05-0,2	-	0,0001
2. Видача коксу при відсутності установки безпилевого вивантаження	200-350	10,0-30,0	10,0-20,0	10,0-15,0	1,0-3,0	0,5-2,0	0,5-1,5	2,0-5,0	0,5-1,5	0,3-1,0	0,0005-0,001
3. Стояки, люки (нешільності)	-	0,5-2,0	1,0-1,5	0,5-2,0	0,2-1,0	0,1-0,7	0,1-0,2	0,1-0,5	0,05-0,2	-	0,0003-0,0005
4. Двері коксових батарей (нешільності)	0,1-0,5	3,0-5,0	0,1-0,5	1,0-1,5	0,5-1,0	0,5-1,0	0,1-0,3	1,0-1,5	0,3-0,6	0,5-1,0	0,0001-0,0005
5. При русі гасільного вагону з коксом**)	0,5-2,5	1,0-2,0	0,5	1,0	0,1	0,1	0,05	0,5	0,005-0,1	0,1-0,3	-
6. Коксова рампа	-	0,5	0,1	-	0,05	0,01	0,01	-	0,01-0,03	-	-
7. Коксортування	3,0-15,0*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Завантаження коксу в вагони	1,0-5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сума	207,6-378,0 209,6-388,0	19,0-73,0	13,2-27,5	13,7-22,5	2,8-7,65	1,71-4,81	0,81-2,26	4,6-10,0	0,915-2,63	0,9-2,3	0,001-0,0021

*) Питомі викиди коксортування для сухого гасіння коксу (ВАТ “Авдіївський КХЗ”) – 850 г/т коксу (без очищення).

**) Питомі викиди з гасільного вагону можуть бути об'єднані з гасінням коксу.

Примітка. Нижні значення питомих величин по п. 1-6 приймаються для коксових батарей, термін експлуатації яких до 10 років, верхні - понад 20 років. При наявності на даних джерелах викидів додаткових природоохоронних заходів питомий викид встановлюється з урахуванням ефективності останнього за формулою:

$$g_i' = g_i \cdot (1 - \eta),$$

де g_i' - питомий викид з урахуванням природоохоронних заходів, г/т коксу;

g_i - питомий викид із таблиці 8.1.2;

η – коефіцієнт очищення.

Викиди на коксортуванні та завантаженні коксу також залежать від наявності та ефективності природоохоронних заходів і можуть бути уточнені конкретним підприємством за вищезазначеною формулою.

8.1.3. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин при безпилової видачі коксу

Джерело викиду	Забруднюючі речовини										
	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	H ₂ S	HCN	C ₆ H ₆	C ₆ H ₅ OH	C ₁₀ H ₈	Бенз/а/пірен
Видача коксу 20 % (не локалізується)	40,0-70,0	2,0-6,0	2,0-4,0	2,0-3,0	0,2-0,6	0,1-0,4	0,1-0,2	0,5-1,5	0,1-0,3	0,05-0,3	0,00006-0,0001
Після очищення на УБВК	16,0-80,0	8,0-24,0	8,0-16,0	8,0-12,0	0,8-2,4	0,4-1,6	0,4-0,8	1,5-3,5	0,3-0,8	0,2-0,7	0,00004-0,00008
Сума	56,0-150	10,0-30,0	10,0-20,0	10,0-15,0	1,0-3,0	0,5-2,0	0,5-1,0	2,0-5,0	0,4-1,1	0,25-1,0	0,0001-0,00018

Примітки.

1. Викиди таких забруднюючих речовин, як аміак, сірководень, бензол, фенол, нафталін по УБВК можна не враховувати, тому що дані інструментальних вимірів цих речовин при низьких концентраціях (2 - 5 мг/м³) мають досить високу похибку.

При наявності більш високого ступеня локалізації або більш низького, або при іншій ефективності очищення газів значення по речовинах у вигляді суспендованих твердих частинок і бенз/а/пірену можуть бути скореговані на конкретному підприємстві.

2. Показники емісії при видачі коксу наведені у г/т коксу:

- з врахуванням установки безпилової видачі;
- при умові 70-80 % відсосу газів видачі на очищення;
- ефективності очищення від пилу 90 %.

Вугільний і коксовий пил, що викидається, включає важкі метали.

8.1.4. Показники емісії (питомі викиди) важких металів, г/т коксу [11]

Найменування важкого металу	Питомий викид
Арсен	0,009
Кадмій	0,023
Хром	0,250
Мідь	0,070
Ртуть	0,012
Нікель	0,014
Свинець	0,220
Цинк	0,360

8.1.5. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин при гасінні коксу, г/т коксу

Джерело викиду	Найменування забруднюючої речовини							
Гасильна башта *)	H ₂ S	NH ₃	HCN	C ₆ H ₅ OH	CO	SO ₂	Пил	Бенз/аі ірен
1. При наявності каплевідбійників (ефективність 25 %)	1,0-7,5	20,0-90,0	1,0-3,5	1,0-7,5	25,0-35,0	0,6-1,2	7,5-35	0,00025
2. Без каплевідбійників	1,5-10,0	30,0-120,0	2,0-4,5	2,5-10,0	25,0-35,0	0,6-1,2	10,0-50,0	0,0003
3. Конфузорно-дифузорні (ефективність 35 %)	0,9-6,5	15,0-80,0	1,3-3,0	1,5-6,5	25,0-35,0	0,6-1,2	6,5-25	0,00025
4. Установка сухого гасіння коксу (УСГК)	-	-	-	NO _x - 1,6	600-800	50,0-65,0	150-180	-

*) Викиди H₂S, NH₃, HCN, C₆H₅OH залежать від складу води, яка надходить на гасіння коксу та можуть бути більш точно розраховані на основі [1] (див. додаток).

8.2. Показники емісії (питомі викиди) при зберіганні, транспортуванні та дробленні вугілля, г/т коксу (код 040210)

№ п/п	Джерело викиду	Найменування забруднюючої речовини	
		Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (пил вугільних концентратів)	
		При вологості вугілля до 10 %	При вологості вугілля 10 % і більше
1.	Вагоноопрокид	5,0	1,0-3,0
2.	Відкритий склад вугілля	15,0-20,0*)	5,0-10,0*)
3.	Закритий склад вугілля	5,0-8,0**)	3,0-5,0**)
4.	Попереднє дроблення	3,0-5,0**)	1,0-3,0**)
5.	Остаточне дроблення	3,0-5,0**)	1,0-3,0**)
6.	Транспортування вугільної шихти	3,0-10,0**)	1,0-3,0**)
Сума :			
- з відкритим вугільним складом;		29,0-45,0	9,0-22,0
- із закритим вугільним складом		19,0-33,0	7,0-17,0

*) Залежить від розмірів відкритих складів вугілля та ступеню їх захищеності від зовнішнього впливу. Може бути виведений для кожного заводу власний показник на основі [1] (див.додаток).

**) Залежить від ефективності роботи газоочисного устаткування. Для кожного заводу на основі інструментальних вимірів може бути виведений власний показник емісії.

8.2.1. Показники емісії (питомі викиди) від гаражів розморожування при згорянні коксового газу, г/м³ газу, що спалюється

Джерело викиду	Од.ви м.	Найменування забруднюючої речовини		
		CO	SO ₂	NO _x
Гараж розморожування	г/м ³	0,5-1,0	1,0-6,5	0,5-1,5

8.3. Цех уловлювання хімічних продуктів коксування (код 040210)

8.3.1. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин цеху вловлювання хімічних продуктів коксування, г/т коксу

Відділення	Найменування забруднюючої речовини							
	H ₂ S	NH ₃	HCN	C ₆ H ₅ OH	БТК*)	C ₆ H ₅ N	C ₁₀ H ₈	Пилсульфатуamo- нію
Конденсація	1,5-4,0	4,0-6,5	0,5-1,5	0,5-1,5	3,0-6,0	-	3,0-10,0	-
Сульфатне	0,5-2,0	0,4-1,0	0,2-0,6	0,05-0,15	-	0,3-0,5	-	1,5-3,0
Аміачно-зкефено- лююче	0,1-0,2	0,2-0,5	0,01-0,02	0,2-0,5	0,1-0,2	0,05-0,3	-	-
Хімічна установка	0,4-1,5	0,9-2,0	0,25-0,5	0,2-0,3	1,0-1,5	0,003- 0,005	0,5-1,0	-
Бензольне	1,0-1,5	0,6-1,1	0,3-0,75	0,4-0,9	5,0-15,0	-	0,5-2,0	-
Сума	4,5-9,0	6,1-11,1	1,3-3,5	1,3-3,5	9,0-22,0	0,35-0,9	4,0-13,0	1,5-3,0

*) Аббревіатура бензол, толуол, ксилол

Примітка. Дані по питомим викидам забруднюючих речовин наведені без урахування заходів по зниженню викидів забруднюючих речовин.

Кожний завод може скорегувати питомі викиди від цехів уловлювання та переробки хімічних продуктів коксування конкретно для свого підприємства з урахуванням кількості сховищ і ємкостей, які обладнані дихальними клапанами або іншими засобами по зниженню викидів забруднюючих речовин у вказаних межах.

8.3.2. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин із градирні кінцевого охолодження коксового газу, г/т коксу

Джерело викиду	Найменування забруднюючої речовини					
	H ₂ S	NH ₃	HCN	C ₆ H ₅ OH	C ₆ H ₆	C ₁₀ H ₈
Градирня кінцевого охолодження газу:						
- зимовий період	10,0-25,0	15,0-25,0	20,0-40,0	1,0-5,0	20,0-50,0	15,0-20,0
- літній період	25,0-35,0	30,0-50,0	40,0-60,0	10,0-20,0	50,0-100,0	30,0-50,0

Примітка. Для одержання більш детальних значень показників по викидам забруднюючих речовин після градирні для конкретного заводу розрахунок може бути виконаний за методикою, яка викладена в "Методических рекомендациях по проведению инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на коксохимических заводах" [1] на основі даних по аналізу води до і після градирні (див. додаток).

8.4. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин цеху сіркоочищення, г/т коксу (код 040210)

	Найменування забруднюючої речовини						
	H ₂ S	Моно-етаноламін	SO ₂	HCN	H ₂ SO ₄	NO ₂	Сірка елемен
Вакуум-карбонатний метод	0,2-1,5		50-150	0,01-0,1	0,1-2,5	0,3-0,7	-
Арсено-содовий метод	0,2-1,5	-	1,0-5,0	0,01-0,1	0,05-0,1	-	0,5-1,0
Моноетаноламіно-вий метод	3,0-7,5	0,3-1,5	200-300	0,5-2,5	0,5-2,0	-	-

Примітка. Питомі викиди залежать від ступені оснащеності технологічного устаткування засобами по зниженню викидів забруднюючих речовин і навантаження обладнання.

8.5. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин цеху ректифікації, г/т сирого бензолу (код 040210)

Найменування забруднюючої речовини					
H ₂ S	CS ₂	Бензол	Толуол	Ксилол	Нафталін
10,0-20,0	120,0-200,0	245,0-650,0	75,0-200,0	40,0-100,0	5,0-10,0

Примітка. Дані по питомим викидам забруднюючих речовин наведені без урахування заходів по зниженню викидів забруднюючих речовин.

Кожний завод може скорегувати (у вказаних межах) питомі викиди від цехів переробки хімічних продуктів коксування конкретно для свого підприємства з урахуванням кількості сховищ і

емкостей, які обладнані дихальними клапанами або іншими засобами по зниженню викидів забруднюючих речовин.

8.6. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин смолопереробного цеху, г/т смоли (код 040210)

Найменування забруднюючої речовини					
H ₂ S	NH ₃	HCN	C ₆ H ₅ OH	C ₆ H ₆	C ₁₀ H ₈
5,0-10,0	3,0-10,0	3,0-5,0	4,0-7,5	10,0-30,0	10,0-30,0

Примітка. Смолопереробні цехи є на п'яти коксохімічних заводах, які мають різні технологічні схеми, а також мають різні газоочисні установки. При наявності в смолопереробному цехі технології виробництва пресованого нафталіну показники емісії (питомі викиди) по нафталіну збільшуються до 1000 г/т смоли. Крім того, в Україні існує два самостійних смолопереробних заводи (Горловський і Стахановський). Для вищеперелічених виробництв потрібна розробка показників емісії індивідуально для кожного заводу.

8.7. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від пекококсових батарей, г/т пекового коксу (код 040210)

Найменування забруднюючої речовини		
Пекококсівий пил	Оксид вуглецю	Бенз/а/пірен
60,0-120,0	150,0-400,0	0,1-0,3

Примітка. Питомі викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пекококсового виробництва наведені без урахування засобів по зниженню викидів.

8.8. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від виробництва фталевого ангідриду, г/т фталевого ангідриду (код 040210)

Виробництво фталевого ангідриду	Найменування забруднюючих речовин		
	Малеїновий ангідрид	Нафтохінон	Фталевий ангідрид
	2100-2300	2500-3000	15000-17000

Примітка. Нижні значення питомих величин приймаються при неповному навантаженні обладнання, верхні – при максимальному навантаженні обладнання.

8.9. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від біохімічистки, г/т коксу (код 040210)

Найменування забруднюючих речовин				
H ₂ S	NH ₃	HCN	C ₆ H ₅ OH	Бензол
0,46-1,5	0,6-1,8	0,15-0,75	0,20-0,85	0,1-0,3

Примітка. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин наведені для закритих емкостей.

8.10. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин для трубчастих печей, г/м³ коксового газу, що спалюється (код 040210)

Найменування джерела	Найменування забруднюючої речовини, г/м ³ газу, що спалюється		
	CO	SO ₂	NO _x
Димові труби трубчастих печей	0,5 - 1,0	1,0 - 6,5	1,5 - 2,5

8.11. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин для димових труб пекококсових печей, г/м³ коксового газу, що спалюється (код 040210)

Найменування джерела	Найменування забруднюючої речовини, г/м ³ коксового газу, що спалюється			
	CO	SO ₂	NO _x	Сажа
Димові труби пекококсових печей	0,5 - 2,5	1,0 - 6,5	1,5 - 2,5	25,0-50,0

8.12. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин в атмосферне повітря від котлоагрегатів (код 030103 або 030102)

Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин для димових труб котлоагрегатів, г/м³ коксового газу, що спалюється

Найменування джерела	Найменування забруднюючої речовини, г/м ³ коксового газу, що спалюється		
	CO	SO ₂	NO _x
При опаленні коксовим газом	0,5 - 1,0	1,0 - 6,5	2,5 - 4,0
При опаленні доменним газом	1,0 - 1,5	0,1-0,5	0,5 - 1,0

Примітка до розділів 8.2.1, 8.10, 8.11, 8.12. Викиди діоксиду сірки залежать від вмісту сірководню у коксовому газі. Діапазон показників емісії наведений для концентрацій сірководню в зворотному коксовому газі від 1,0 до 3,5 г/м³. Для підприємств, котрі не мають цехів сіркоочищення, або які мають іншу величину сірководню в зворотному коксовому газі, показник емісії по діоксиду сірки розраховується, як в розділі 8.1.1.

При використанні неочищеного коксового газу (що має місце на ВАТ «Дніпродзержинський КХЗ», ЗАТ «Макіївкокс» і ЗАТ «Єнакіївський коксохімпром») викиди NO_x збільшуються і визначаються інструментальними вимірами або розраховуються, виходячи з вмісту сполук азоту в зворотному коксовому газі для конкретного підприємства.

Показники емісії (питомі викиди) парникових газів, г/м³ газу, що спалюється

Найменування джерела	Найменування парникового газу, г/м ³ газу, що спалюється		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
При опаленні коксовим газом	800 - 850	0,015 - 0,02	0,0015 - 0,002
При опаленні доменним газом	900 - 950	0,003 - 0,005	0,0003 - 0,0005

Викиди забруднюючих речовин від **допоміжних цехів** (ремонтно-механічні /РМЦ/, будівельні, електрозварювання та інші) розраховуються за питомими викидами, вказаними у документах:

1. Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий машиностроения и военно-промышленного комплекса. Харьков, 1999 г. 1 и 2 тома.
2. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від процесів електро-, газозварювання, наплавлювання, електро-, газорізання та напилювання металів. Київ, 2003 р.

Вважаємо доцільним не урахувати малозначимі джерела викидів, які викидають забруднюючі речовини 3-го і 4-го класів небезпеки обсягом менше 50 кг на рік.

8.13. Показники емісії (питомі викиди) для НВО "Інкор и К^о", КХВ "Фенольний завод" (код 040210)

КХВ "Фенольний завод" є специфічним серед інших коксохімічних підприємств, що входять до складу УНПА "Укркокс". Він здійснює переробку хімічних продуктів коксування, що поставляються іншими коксохімічними підприємствами.

8.13.1. Характеристика технології хімічного виробництва КХВ "Фенольний завод"

У структуру КХВ "Фенольний завод" входять фенольне і нафталінове виробництва.

Завод переробляє такі види сировини: масло кам'яновугільне нафталінове, масло кам'яновугільне фенольне, сольвент-нафта чорна, феноляти середні, феноляти лужні, масло кам'яновугільне легкосереднє та ін.

Завод виробляє таку продукцію: фенол кам'яновугільний, фенол очищений, дикрезол технічний, ортокресол технічний, трикресол очищений, фракцію ксиленолів, феноли збезводнені, нафталін технічний, нафталін очищений, енергомасло, пластифікатори "Дофен" для бетону.

У фенольному виробництві здійснюються процеси знефенолення й знепіридинення масел, очищення фенолятів і ректифікації сирих фенолів.

Фенольне виробництво включає:

- відділення складу сировини і готової продукції;
- відділення редистиляції;
- відділення сирих фенолів;
- відділення ТПО;
- відділення чистого піридину;
- відділення ректифікації фенолів;
- відділення каустифікації.

У нафталіновому виробництві здійснюються процеси ректифікації нафталінвмісної сировини, з одержанням нафталінової фракції, пресування і кристалізації нафталінової фракції, періодичного кислотного-формальдегідного очищення нафталіну.

Нафталінове виробництво включає:

- відділення ректифікації ЦПНФ (централізованої переробки нафталінової фракції),
- відділення ректифікації нафталіну;
- відділення "Дофен";
- склад сировини і проміжних продуктів ЦПНФ;
- відділення шламонакопичувачів;
- пресове відділення;
- відділення розливу хімічних продуктів і фасовки продукції.

На підприємстві є теплосиловий цех із парокотельною. Парокотельна призначена для забезпечення внутрішніх енергетичних потреб заводу і потреб селища в теплі. Працюють 6 котлів із виробництвом 50-60 т пари в годину в зимовий час. У літню пору котли працюють на 1/3 навантаження. Паливо, яке використовують - природний газ і енергомасло.

8.13.2. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин у атмосферне повітря КХВ "Фенольний завод".

Таблиця 8.13. 2.1

Найменування виробництва, відділення	Найменування забруднюючих речовин	Питомий викид, г/т феноло-кресолів
Фенольне виробництво		
1. Розвантаження, зберігання і підготування сировини	фенол	0,2-0,5
	нафталін	1,3-1,5
	бензол	1,4-1,6
	толуол	0,4-0,5
	ксилол	0,15-0,2

2. Одержання феноло-крезолів	фенол бензол ксилол толуол нафталін сірководень	440-470 200-300 3,0-5,0 130-150 50,0-70,0 50,0-70,0
3. Навантаження і зберігання готової продукції	фенол	5,0-8,0
4. Редистиляція а) переробка кубових залишків від ректифікації фенолів б) переробка фенольної смоли	фенол фенол	6,0-8,0 0,05-0,1
5. Каустифікація	бензол ксилол толуол нафталін фенол вапно	25,0-30,0 25,0-30,0 28,0-32,0 20,0-25,0 3,0-5,0 3,0-5,0
Найменування виробництва, відділення	Найменування забруднюючих речовин	Питомий викид, г/т феноло-крезолів
6. Пропарювання цистерн	бензол толуол ксилол нафталін фенол	0,2-0,5 0,5-1,5 0,2-0,3 1,0-2,0 0,1-0,2
7. Одержання котельного і пічного палива	бензол ксилол нафталін фенол	1,0-2,1 1,5-2,5 1,5-2,5 1,2-2,2

Таблиця 8.13. 2. 2

Найменування виробництва, відділення	Найменування забруднюючих речовин	Питомий викид
Нафталінове виробництво		
1. Розвантаження, зберігання сировини	нафталін	0,8-1,0 г/т сировини
2. Пресове відділення	нафталін сірководень	650-750 г/т пресов. нафталіну 2,0-3,0 г/т пресов. нафталіну
3. ЦПНФ	бензол толуол ксилол нафталін	0,6-0,8 г/т нафтал. фракції 0,1-0,2 г/т нафтал. фракції 0,1-0,2 г/т нафтал. фракції 0,3-0,3 г/т нафтал. фракції
4. Хімоочищення нафталіну, ректифікація нафталіну, зберігання та наванта-ження	нафталін сірчана кислота формальдегід	20,0-25,0 г/т ректиф.нафталіну 0,05-0,1 г/т ректифік.нафталіну 0,5-0,71 г/т ректифик.нафталіну

5. Перекристалізація нафталіну	нафталін	100-420 г/т перекристалізованого. нафталіну
6. Розфасування нафта-ліну і майданчик зберігання	нафталін	370-450 г/т нафталіну в порошку

Таблиця 8.13. 2. 3

Найменування виробництва, відділення	Найменування забруднюючих речовин	Показник емісії
Установки , що використовують паливо		
1. Парокотельна при опалюванні природним газом	Оксиди азоту (у перерахунку на NO ₂) Оксид вуглецю Ртуть	*
2. Парокотельна при опалюванні енергомаслом	Оксиди азоту (у перерахунку на NO ₂) Оксид вуглецю Діоксид сірки	3500-3600 г/т масла 550-600 г/т масла 4000-4100 г/т масла
3. Трубчаста піч на редистиляції фенолу	Оксиди азоту (у перерахунку на NO ₂) Оксид вуглецю	5,0-7,0 г/м ³ природного газу 5,0-6,0 г/ м ³ природного газу
4. Трубчаста піч ЦПНФ	Оксиди азоту (у перерахунку на NO ₂) Оксид вуглецю	4,0-4,2 г/ м ³ природного газу 6,5-7,0 г/ м ³ природного газу

*Примітка. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок здійснюється згідно з ГДК 34.02.305-2002.

9. Склад хімічних сполук

Перелік хімічних сполук, що виділяються в атмосферне повітря , наведений у таблиці 1.3.2

10. Оцінка похибки

Відповідно до шкали якості (А - Е) "Посібник з інвентаризації атмосферних викидів (Corinair)" - код якості оцінюється від В до С.

Примітка.

В - розрахунок оснований на значній кількості вимірів, проведених на великій кількості установок, що представляють більшу частину сектора.

С - розрахунок оснований на ряді вимірів, проведених на невеликій кількості характерних установок, або технічний висновок, снований на ряді наявних фактів.

11. Недоліки/шляхи поліпшення запропонованої методики

Показники емісії мають широкий діапазон значень, що є наслідком нестабільності сировини, яка надходить, що було характерно в попередні роки, а також питомі показники емісії залежать від режимів процесу коксування, терміну служби коксових батарей, наявності газоочисного обладнання і його ефективності.

Показники емісії по бенз/а/пірену визначені на основі окремих інструментальних вимірів, проведених на деяких коксохімічних заводах інститутом гігієни і медичної екології (ІГМЕ) ім. А.М. Марзеєва Академії медичних наук України.

Термін перегляду показників емісії - 2007 р.

12. Критерії тимчасового розподілу

Виробництво коксу можна вважати безперервним процесом.

13. Додаткові коментарі

1. При визначенні обсягів валових викидів приймаються значення показників емісії забруднюючих речовин в атмосферне повітря у вказаних межах, у відповідності з примітками до розділів.
2. У випадку, якщо показники емісії менші або більші від затверджених, їх необхідно погодити індивідуально для конкретного підприємства з галузевим інститутом та Мінприроди України в установленому порядку. При цьому необхідно мати обґрунтовуючі матеріали.
3. Забруднюючі речовини від допоміжних цехів, викиди яких складають менше 10% від загального обсягу, включаються до основного виробництва при заповненні звіту за формою 2-тп(повітря).

14. Додаткові документи

"Посібник з інвентаризації атмосферних викидів (Corinair)", SNAP КОД 010406, 040201, коксові печі, коксові батареї.

15. Методи верифікації

Верифікацію оцінок можна зробити, використовуючи дані вимірів.

16. Бібліографічні дані

1. Методичні рекомендації по проведенню інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу на коксохімічних заводах. - Харків: УХІН, 1996 р.

2. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу ВАТ "Донецьккокс", УХІН, 1998 р.

3. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу ВАТ "Ясинівський КХЗ", УХІН, 1999 р.

4. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу Фенольного заводу", УХІН, 2000 р.

5. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу ВАТ "Алчевськкокс", УХІН, 2000 р.

6. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу ВАТ "Макіївський КХЗ", УХІН, 2000 р.

7. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу ВАТ "Запорожжкокс", УХІН, 2001 р.

8. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу ВАТ "Дніпродзержинський КХЗ", УХІН, 2002 р.

9. Звіт по НДР "Інвентаризація викидів забруднюючих речовин в атмосферу ВАТ "Дніпрококс", УХІН, 2003 р.

10. Питомі показники утворення шкідливих речовин, що виділяються в атмосферу від основних видів технологічного устаткування підприємств машинобудування і військово-промислового комплексу. Харків, 1999 р. 1 і 2 томи.

11. Методичні вказівки по проведенню інвентаризації викидів важких металів в атмосферне повітря. Минекоресурсів України. Управління атмосферного повітря. Київ, 2001 р.

12. Міністерство палива та енергетики України. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ, 2002 (Чинний вид 01.07. 2002)

13. Збірник методик розрахунку вмісту забруднюючих речовин у викидах від неорганізованих джерел забруднення атмосфери. Донецьк, 2000.

II. РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВСТАНОВЛЕННЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ НОРМАТИВІВ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

2.1. Загальні положення

Рекомендації по встановленню технологічних нормативів викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел розроблені відповідно до:

- ст. 7 Закону України "Про внесення змін у Закон України про охорону атмосферного повітря";
- Постанові Кабінету Міністрів України №1780 від 28.12.2001 р. "Про затвердження Порядку розробки і затвердження нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел".

Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин та їх сукупності встановлюються з метою забезпечення дотримання нормативів екологічної безпеки амтосферного повітря з урахуванням економічної доцільності, рівня технологічних процесів, технічного стану обладнання, газоочисних установок, вимог національного законодавства і законодавства Європейського Союзу.

До складу нормативів граничнодопустимих викидів відносяться:

нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин, що надходять в амосферне повітря від стаціонарного джерела незалежно від типу технологічного та іншого обладнання;

технологічні нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин, які відводяться в амосферне повітря від окремих типів технологічного та іншого обладнання;

нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарного джерела на одиницю маси за одиницю часу;

норматив граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарного джерелана одиницю продукції чи сировини.

Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин, що надходять в амосферне повітря встановлюються:

для діючих окремих типів обладнання, споруд на рівні підприємств з найкращою існуючою технологією виробництва аналогічних за потужністю технологічних процесів;

для нових і таких, що проектується, будуються або модернізуються, окремих типів обладнання, споруд з урахуванням передових вітчизняних і світових досягнень у відповідній сфері.

2.2. Технологічні нормативи, загальні вимоги

Технологічні нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин являються складовою частиною нормативів граничнодопустимих викидів і встановлюються для окремого технологічного обладнання у вигляді масової концентрації (мг/м³).

Технологічні нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин визначаються у місці їх виходу із устаткування, а при наявності газоочисної установки після нього.

При їх визначенні використовуються дані, які одержані прямими інструментальними вимірами після пилогазоочисного обладнання. Вимірювання вмісту забруднювальних речовин та витрати димових газів мають супроводжуватись вимірюванням вмісту кисню та вологі у димових газах, а також їх температури та тиску з метою приведення виміряних значень вмісту забруднювальних речовин та витрати димових газів до нормальних умов газу та стандартного вмісту кисню.

Якщо рівень викидів залежить від вмісту кисню в газах, що відходять, то величина викидів розраховується за формулою:

$$E_v = (21 - O_v) / (21 - O_m) \cdot E_m,$$

де E_m – виміряні викиди;

E_v – величина, яка приведена до стандартного вмісту кисню (6 %);

O_m – виміряний вміст кисню;

O_v – вміст кисню при нормальному спалюванні.

Граничні масові концентрації забруднюючих речовин у газах, які відходять, не перевищують нормативи, якщо 95 % усіх середніх значень, виміряних за двадцятихвилинний інтервал, не перевищують 1, 2 встановленого значення масової концентрації.

2.3. Методики вимірів

Нормативи викидів розробляються за даними відбору проб на джерелах відповідно до "Переліка методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб довкілля, викидів, відхоїв і скидів тимчасово допущених до виконання Мінекоресурсів України", або використовується система моніторингу викидів з використанням газоаналізаторів для вимірювання таких речовин, як CO , SO_2 , NO_x .

2.4. Перелік установок і устаткування, для яких рекомендується розробка технологічних нормативів для коксохімічних підприємств

2.4.1. Перелік установок (джерел).

На підставі раніше наведених даних про кількісні показники викидів забруднюючих речовин (розділ 1.3), рекомендується розробка технологічного нормативу викидів для наступних установок:

по основному виробництву:

кокові батареї – димові труби;
пекококові батареї - димові труби;
трубчасті печі – димові труби;
гараж розморожування – димові труби;
інші установки, що використовують паливо – димові труби.

по допоміжному виробництву:

парокотельні установки, що працюють на коксовому газі
або доменному газі (або суміші цих газів) - димові труби.

Технологічні нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин встановлюються в місці їхнього виходу у вигляді концентрації (мг/м^3), яка приведена до вмісту кисню 6 %.

Для коксових батарей місцем виходу газів, що відходять, варто вважати загальний боров або основу димової труби (на висоті 1,5 - 2,0 м від землі).

Для котлоагрегатів місце виходу газів, що відходять, встановлюється після кожного котла.

Для газоочисного устаткування гарантовані розроблювачем і заводом-виготовлювачем концентрації забруднюючих речовин на виході з апаратів або ступінь очищення газів при фіксованій концентрації забруднюючої речовини на вході також можна розглядати як технологічні нормативи.

При визначенні нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин технологічне устаткування і система газочисного обладнання розглядаються комплексно, нормативи визначаються після очисних споруд.

2.4.2. Порядок встановлення технологічних нормативів викидів.

В якості технологічних нормативів будуть прийняті середні показники прямих вимірів по викидах оксидів азоту, оксидів вуглецю, діоксиду сірки і речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, які одержані при обстеженні коксових батарей на п'яти найкращих підприємствах у залежності від конструкції печних камер, терміну служби коксових батарей і режиму коксування у наступній градації:

термін служби коксових батарей:

до 10 років;

10-20 років;

більше 20 років.

висота печних камер

6 м і більше;

менше 6 м

температура в опалювальних простінках

1250 °C

1300 °C

1350 °C

В якості технологічних нормативів котлоагрегатів, що працюють на коксовому або доменному газі, використовуються дані, які отримані при проведенні еколого-теплотехнічних іспитів котлів після проведення налагоджувальних робіт із найкращих показників, внесених у режимні карти для кожного типу котла.

Розробка технологічних нормативів викидів робиться галузевим інститутом.

Для котельних установок, що працюють на природному газі або вугіллі, використовуються граничні значення викидів забруднюючих речовин відповідно до нормативних документів, що діють у даний час на території України.

2.4.3. Контроль за встановленими нормативами

Контроль за дотриманням установлених технологічних нормативів забруднюючих речовин із димових труб коксових батарей та інших установок, що використовують паливо, здійснюється за даними прямих вимірів по методиках, атестованих органами стандартизації.

2.4.4. Кратність контролю

За дотриманням установлених технологічних нормативів здійснюється контроль:

- димові труби коксових батарей - 1 раз у 2 місяці;
- димові труби котлоагрегатів - 1 раз у квартал;
- димові труби трубчастих печей і інших установок, що використовують паливо - 1 раз у квартал.

2.4.5. Перелік забруднюючих речовин, для яких установлюються технологічні нормативи

На підставі проведеного аналізу по обсягу викидів забруднюючих речовин (таблиця 1.3.1) і зважаючи на те, що ~ 90 % викидів забруднюючих речовин коксохімічних заводів відбувається за рахунок 4 основних речовин, рекомендується розробку технологічних нормативів здійснювати для таких компонентів:

1. Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок.
2. Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту).
3. Оксид вуглецю.
4. Діоксид сірки.

2.4.6. Форма надання матеріалів

1. Титульний лист

На титульному листі слід розмістити назву та повне позначення документу. Зверху справа розташовується гриф затвердження Мінприроди України, внизу - назва організації, яка розробила документ.

2. Передмова

Вказується організація - замовник, розробник, виконавці, орган, який погодив нормативний документ, термін надання чинності, відомості про нормативний документ.

3. Зміст

4. Вступ

Викладається обґрунтування необхідності розробки і розробки і введення в дію цього документу, призначення, відповідність іншим діючим нормативним документам, міжнародним вимогам.

5. Галузь використання

Цей розділ визначає сферу застосування та межі поширення.

6. Джерела викидів

Приводиться перелік типів устаткування, джерел викидів та утворення забруднюючих речовин, що відводяться в атмосферне повітря при експлуатації технологічного та іншого обладнання, споруд та об'єктів для яких визначаються нормативи графічнодопустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

7. Термін експлуатації технологічного обладнання та пилогазоочисного обладнання.

8. Обґрунтування запропонованих нормативів.

9. Таблиця даних по технологічним нормативам викидів забруднюючих речовин.

ДОДАТКИ

1. Визначення валових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря із відкритого складу вугілля

Викиди речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в атмосферу відкритими складами вугілля визначають як суму викидів при формуванні складів і при здуванні з їхньої поверхні.

Кількість твердих частинок, що виділяються в процесі формування відкритого складу вугілля визначається за формулою:

$$G_{\text{Ф}} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot q_{\text{уд}} \cdot P_y \cdot (1 - n) \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік,}$$

де K_0 - коефіцієнт, що враховує вологість вугілля, визначають по табл. 1.1;

K_1 - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, визначають по табл. 1.2;

K_4 - коефіцієнт, що враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла від зовнішніх впливів, визначають по табл. 1.3;

K_5 - коефіцієнт, що враховує висоту пересипання матеріалу, визначають по по табл. 1.4;

$q_{\text{уд}}$ - питоме виділення твердих частинок із тонни вугілля, що надходить на склад, г/т

($q_{\text{уд}} = 3,0 \text{ г/т}$);

P_y - кількість вугілля, що надходить на склад, т/рік;

n - ефективність застосовуваних засобів пилоподавлювання, визначається експериментально, частки.

Таблиця 1.1
Значення коефіцієнта K_0

Вологість, %	K_0
До 0,5	2,0
0,5 - 1,0	1,5
1,0 - 3,0	1,3
3,0 - 5,0	1,2
5,0 - 7,0	1,0
7,0 - 8,0	0,7
8,0 - 9,0	0,3
9,0 - 10,0	0,2
10,0	0,1

Таблиця 1.2
Значення коефіцієнта K_1

Швидкість вітру, м/с	K_1
до 2,0	1,0
до 5,0	1,2
до 7,0	1,4
до 10,0	1,7

Таблиця 1.3
Значення коефіцієнта K_4

Склади, сховища відкриті	K_4
з 4-х сторін цілком	1,0
з 3-х сторін цілком	0,8
з 2-х сторін цілком	0,6
з 2-х сторін частково	0,5
з 1-ї сторони	0,1
Завантажувальний рукав	0,2
Закритий із 4-х сторін	0,1

Таблиця 1.4
Значення коефіцієнта K_5

Висота падіння матеріалу, м	K_5
0,5	0,4
1,0	0,5
1,5	0,6
2,0	0,7
4,0	1,0
6,0	1,5
8,0	2,0
10,0	2,5

Кількість твердих частинок, які здуваються з поверхні відкритих складів вугілля, визначається по формулі:

$$G_c = 31,5 \cdot K_0 \cdot K_1 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot W_{\text{ш}} \cdot \gamma_{\text{ш}} \cdot S_{\text{ш}} \cdot (1-n) \cdot 10^3, \text{ т/рік}$$

де K_6 - коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу, який складують,

$$K_6 = \frac{S_{\text{факт}}}{S_{\text{ш}}}$$

де $S_{\text{факт}}$ - фактична поверхня складу, м^2 ;

$S_{\text{ш}}$ - площа основи штабелів вугілля, м^2 ;

$K_6 = 1,3-1,6$;

$W_{\text{ш}}$ - питома здуваємість твердих частинок із поверхні штабеля вугілля

($W_{\text{ш}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^2\text{с}$);

$\gamma_{\text{ш}}$ - коефіцієнт подрібнення гірської маси ($\gamma_{\text{ш}} = 0,1$);

31,536 - коефіцієнт переведу г/с в т/рік.

При підстановці $W_{\text{ш}}$ і $\gamma_{\text{ш}}$ одержуємо:

$$G_c = 31,536 \cdot K_0 \cdot K_1 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot S_{\text{ш}} \cdot (1-n) \cdot 10^{-4}, \text{ т/рік}$$

Сумарна кількість твердих частинок, що виділяються від відкритого складу вугілля:

$$G = G_{\text{ф}} + G_c;$$

2. Визначення валових викидів забруднюючих речовин ватмосферне повітря при гасінні коксу

Викиди забруднюючих речовин при мокрому гасінні коксу визначаються на основі результатів вимірів концентрації шкідливих речовин у конденсаті, що стікає у відстійник гасильної башти і балансових даних про кількість води, що випаровується, ($0,3-0,6 \text{ м}^3$ на тонну коксу).

У розрахунку необхідно враховувати тип гасильної башти. Так, за даними досліджень у баштах конфузотно-дифузотно-го типу на гасіння 1 т коксу витрачається $0,35 \text{ м}^3$ води, а на башті типової конструкції $0,51-0,55 \text{ м}^3$, при наявності каплевідбійників - $0,4 \text{ м}^3$.

$$G_1 = C_1 \cdot V_{\text{п}} \cdot \Pi \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік},$$

де C_1 - концентрація і-тої речовини в конденсаті, що стікає у відстійник гасильної башти, г/м^3 ;

$V_{\text{п}}$ - об'єм води, що випаровується при гасінні 1 т коксу, м^3 ;

Π - кількість коксу, яка надходить на гасіння, т/рік (сухий валовий кокс).

3. Розрахунок валових викидів на градирні води циклу кінцевих газових холодильників

Валовий викид забруднюючих речовин на градирні визначають по балансу і-ої шкідливої речовини у воді, що надходить на градирню, і після градирни:

$$G_1 = V_1 \cdot C_1 - (V_1 - \Delta V) \cdot C_2, \text{ г/с},$$

де V_1 - витрата води, що надходить на градирню, л/с;

ΔV - втрати води на градирні, л/с;

C_1 і C_2 - концентрація забруднюючих речовин у воді до і після градирні, г/л.

Сульфіді і ціаніди, що містяться у воді, в присутності кисню повітря переходять у роданіди. Це необхідно врахувати в розрахунку. Так, якщо початкова концентрація $C_{1\text{CNS}} < C_{2\text{CNS}}$, розрахунок викидів сірководню і ціаністого водню слід проводити по формулах:

$$G_{HCN} = V_1 \cdot C_1 - (V_1 - \Delta V) \cdot C_2 - \frac{26}{28} \cdot (V_2 \cdot C_{2CNS} - \Delta V \cdot C_{2CNS} - V_1 \cdot C_{1CNS}), \text{ г/с,}$$

$$G_{H_2S} = V_1 \cdot C_1 - (V_1 - \Delta V) \cdot C_2 - \frac{32}{58} \cdot (V_2 \cdot C_{2CNS} - \Delta V \cdot C_{2CNS} - V_1 \cdot C_{1CNS}), \text{ г/с.}$$

Феноли інтенсивно окислюються киснем повітря, тому величину викиду фенолів в атмосферу визначають по формулі:

$$G_{\phi} = \frac{C_{\phi} \times Q}{K_p}, \text{ г/с,}$$

де C_{ϕ} - концентрація фенолу у воді, г/м³;
 Q - кількість холодної води, м³/с;
 K_p - коефіцієнт розподілу фенолу між повітрям і водою при даній температурі, визначається по табл.3.1.

Таблица 3.1
Залежність коефіцієнта K_p від температури води

Температура води, °С	Коефіцієнт розподілу фенолу, K_p
20	$63 \cdot 10^3$
25	$40 \cdot 10^3$
30	$30 \cdot 10^3$
40	$20 \cdot 10^3$
50	$8 \cdot 10^3$

Валовий річний викид і-ої забруднюючої речовини розраховується по формулі:

$$G_i = 31,536 \cdot g_i, \text{ т/рік,}$$

де 31,536 - коефіцієнт переводу г/с в т/рік.

Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин для димових труб котлоагрегатів, г/ГДж

Найменування джерела	Забруднюючих речовин, г/ГДж		
	CO	SO2	NOx
При опаленні коксовим газом	20,0 - 30,0	60,0 - 400,0	150,0 - 250,0
При опаленні доменним газом	25,0 - 35,0	25,0 - 120,0	120,0 - 240,0

Показники емісії (питомі викиди) парникових газів, г/ГДж

Найменування джерела	Парникові гази, г/ГДж		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
При опаленні коксовим газом	48000-50000	0,9 - 1,2	0,09 – 0,12
При опаленні доменним газом	215000-225000	0,7 – 1,2	0,07 – 0,12

IV. ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Источники информации

1. Сборник методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л.: Гидрометеиздат, 1986.
2. ЕМЕП. Совместная Программа наблюдения и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих веществ в Европе. CORINAIR. Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе. 1997.

Данные об удельных показателях выбросов загрязняющих веществ при плавке и литье цветных металлов и сплавов приводятся по Приложению к письму Главной геофизической обсерватории им.А.И.Воейкова № 879/23 от 27.11.87 (письмо касается Исправлений опечаток и редакционных погрешностей в Сборнике [1]).

Таблица IV-1 - Ориентировочные показатели выделения вредных веществ при плавке цветных металлов и сплавов (Гипроавтопром, НИИОгаз)

Тип печи	Емкость печи, т	Расчетная производи- тельность, т/ч	Расчетный объем отсас. воздуха через зонт или кольцевой отсос, м3/ч	Масса выделившихся вредных веществ							
				Взвешенные частицы		Оксид углерода		Оксиды азота		Прочие	
				кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Плавка сплавов на медной основе*</i>											
Дуговые печи типа ДМК, ДМБ	0,25	0,35	1500	0,91-1,02	2,61-2,92	0,65-0,78	1,86-2,24	0,24-0,42	0,68-1,21	0,09-0,28	0,25-0,81
	0,50	0,50	2500	1,29-1,45	2,58-2,84	0,89-1,08	1,75-2,18	0,32-0,58	0,65-1,17	0,12-0,46	0,24-0,93
	1,0	0,70	4600	1,71-1,95	2,45-2,78	1,17-1,42	1,68-2,03	0,43-0,80	0,61-1,14	0,15-0,60	0,22-0,85
Индукционные тигельные печи промышленной частоты типа ИЛТ	1,0	0,6-0,9	3500	0,25-0,64	0,42-0,71	0,07-0,15	0,12-0,17	0,31-0,69	0,51-0,77	0,07-0,18	0,11-0,21
	2,5	1,4-1,8	6000	0,60-1,35	0,43-0,75	0,15-0,27	0,11-0,15	0,70-1,40	0,50-0,78	0,14-0,36	0,10-0,20
	6,0	2,1-2,8	8500	0,88-1,90	0,42-0,68	0,23-0,42	0,11-0,15	1,05-2,38	0,50-0,78	0,19-0,51	0,09-0,18
	10,0	3,2-3,7	14000	0,86-2,55	0,41-0,69	0,25-0,59	0,12-0,16	1,03-2,77	0,49-0,75	0,19-0,67	0,09-0,19
	25,0	6,6-7,5	21000	2,38-4,35	0,36-0,58	0,72-1,20	0,11-0,16	3,17-5,62	0,48-0,75	0,59-1,35	0,09-0,18
Индукционные каналные печи типа ИЛК	1,0-16,0	0,8-10,0	-	-	Удельные выделения вредных веществ приблизительно на 4 -5 % ниже тигельных печей типа ИЛТ. Объемы аспирации аналогичны ИЛТ.						
Печи сопротивления типа СМБ	-	-	-	-	0,8-1,27	-	0,2-0,5	-	0,3-0,7	-	0,2-0,3
<i>Плавка алюминиевых сплавов**</i>											
Индукционные тигельные печи промышленной частоты типа ИАТ	0,25 *	0,15	1000	0,04-0,08	0,24-0,57	0,01-0,02	0,09-0,13	0,02-0,04	0,17-0,24	0,02-0,03	0,12-0,19
	0,4	0,28	1800	0,07-0,16	0,24-0,57	0,02-0,04	0,09-0,13	0,05-0,07	0,17-0,24	0,03-0,06	0,12-0,19
	0,60	0,36	1200	0,09-0,20	0,24-0,57	0,03-0,05	0,09-0,13	0,06-0,08	0,16-0,23	0,05-0,07	0,13-0,20
	1,0	0,55	3000	0,13-0,31	0,25-0,56	0,05-0,07	0,09-0,13	0,08-0,11	0,15-0,20	0,06-0,10	0,11-0,18
	2,5	1,55	6000	0,32-0,84	0,21-0,54	0,12-0,19	0,08-0,12	0,23-0,29	0,15-0,19	0,17-0,28	0,11-0,18
	6,0	1,95	7200	0,39-0,99	0,20-0,51	0,16-0,23	0,08-0,12	0,25-0,33	0,13-0,17	0,19-0,33	0,10-0,17
Тигельные печи сопротивления типа САТ	0,15	0,05		0,03-0,05	0,53-1,08	0,01-0,02	0,15-0,38	0,01-0,02	0,22-0,30	0,01	0,14-0,22
	0,25	0,08		0,04-0,09	0,53-1,08	0,02-0,03	0,15-0,38	0,02-0,03	0,22-0,30	0,01-0,02	0,14-0,22
	0,5	0,125		0,06-0,13	0,52-1,05	0,03-0,05	0,15-0,38	0,03-0,04	0,22-0,30	0,02-0,03	0,14-0,22
	Расход топлива, кг/ч										
Тигельные газовые печи типа ТГП	0,18	30		0,10-0,16	1,51-2,33	0,03-0,05	0,47-0,70	0,01-0,02	0,23-0,29	0,01	0,26-0,31
	0,25	40		0,13-0,19	1,51-2,33	0,04-0,06	0,58-0,81	0,02-0,03	0,25-0,31	0,01	0,27-0,33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Отражательные***	1,0	50		1,32-1,61	2,57-3,26	1,03-1,15	2,03-2,25	0,15-0,18	0,30-0,36	1,47-1,51	2,80-2,96
плазменные мазутные печи	2,0	90		2,87-2,66	2,59-3,31	3,59-3,82	3,54-3,77	0,41-0,47	0,39-0,48	5,18-5,21	5,08-5,16
	3,5	90		3,49-5,67	2,56-3,18	4,96-5,28	3,54-3,77	0,53-0,66	0,39-0,48	6,96-7,07	5,08-5,16
	7,0	100		6,95-9,42	2,48-3,06	10,98-11,62	3,92-4,15	1,20-1,37	0,43-0,49	15,76-15,99	5,63-5,71
	12,0	140		11,74-16,35	2,51-3,12	25,52-26,60	5,43-5,66	2,44-2,73	0,52-0,58	36,80-37,16	7,83-7,91
Объемы аспирации аналогичны плавке медных сплавов в индукционных печах: взвешенных частиц – 0,04-1,86 кг/т; фтористого водорода – 0,07-0,14 кг/т; хлористого водорода – 50,0-77,4 кг/т; фреона – 4,0-5,1 кг/т.											
Плавка магниевых**** сплавов в индукционных печах под слоем флюса											
Раздаточные печи (миксеры)-				0,38-1,18		0,06-0,86		0,09-0,39		0,07-0,62	
Плавильно-заливочные участки:				0,01-0,02		0,33-1,51		0,04-0,21		0,12-1,21 – оксид серы 0,28-2,07 – аммиак	
литья цветных металлов	Объемы аспирации через отсос в виде панели по всей длине конвейера или участка 2000 м ³ /ч на 1 м длины конвейера для участка; отсос через зонт – 1500 м ³ /ч на 1 м горизонтальной проекции зонта.										
литья алюминиевых сплавов	Взвешенных частиц – 0,06-0,09 кг/т; фтористого водорода – до 0,002 кг/т; хлористого водорода – до 1,21 кг/т										
магниевых сплавов	Взвешенных частиц – 0,01-0,37 кг/т; фтористого водорода – 0,01-0,03 кг/т; хлористого водорода – 0,05-0,25 кг/т, фреона – до 0,56 кг/т.										
Слив и очистка технологического остатка при плавке магниевых сплавов	Взвешенных частиц – 0,01-0,23 кг/т; фтористого водорода – до 0,006-0,015 кг/т; хлористого водорода – до 7,5 кг/т										

Примечания:

- * - при плавке сплавов с высокой температурой плавления (титановые, никелевые и др.) масса выделившихся вредных компонентов увеличивается на 15-20%. При плавке с флюсами выделение вредных веществ увеличивается на 10-15 %;
- ** - при плавке металлов с флюсами выделение вредных веществ увеличивается на 10-15 %. В составе прочих вредных веществ выделяются: фториды – до 0,12 кг/т и хлориды – до 0,23 кг/т.
- *** - основную долю в прочих выделениях печей с мазутным топливом составляют оксиды серы, достигающие 2,7-7,7 кг/т;
- **** - Расход фреона для создания защитной атмосферы при плавке составляет 130 л/ч, а при литье – 400 л/ч..

Таблица IV-2– Удельные выделения вредных веществ от печей цветного литья по данным СПКИ

Тип печи	Марка печи	Тип сплава	Тип состава, применяемого при рафинировании	Количество выделяющихся вредных веществ													
				пыль						Углерода оксид		Азота оксиды		Хлористый водород		Серы диоксид	
				Общее количество	В т.ч.												
					Алюминия оксид		Кремния диоксид										
				г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Индукционные тигельные печи промышленной частоты	ИАТ-ТМ	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7	Хлористый цинк ZnCl ₂	0,33	2,10	0,069	0,43	0,006	0,04	0,19	1,25	0,004	0,03	*	*	0,021	0,14
	ИАТ-1,5	Алюминиевый сплав АК9	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	0,17	1,60	0,021	0,20	0,003	0,03	0,11	1,00	0,021	0,20	*	*	0,011	0,10
	ИАТ-2,5	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	0,14	0,90	0,025	0,14	0,003	0,014	0,08	0,60	0,014	0,08	*	*	0,014	0,08
	ИАТ-6	Алюминиевый сплав АЛ10В	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	0,53	1,30	0,058	0,14	0,005	0,01	0,32	0,80	0,036	0,09	*	*	0,028	0,07
Газовая отражательная	ВНИИТ МАШ	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7	Состав МХЗ NaCl-54% KCl-32% Na ₂ SiF ₆ -14%	0,14	1,00	0,009	0,07	0,014	0,10	0,46	3,30	0,092	0,70	0,006	0,04	0,028	0,20
Тигельно-газовая	«Колеман»	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7, АЛ10В	ZnCl ₂ + MgCl ₂	0,04	1,40	0,006	0,20	*	*	0,03	1,20	0,006	0,20	0,004	0,14	0,004	0,16
Тигельная	САТ-2,5	Алюминиевый сплав АК21	KCl-25% P ₄ S ₁₀ -30% C ₂ Cl ₆ -38% K ₂ TiF ₆ -7%	0,07	1,60	0,021	0,50	*	*	0,04	1,00	0,014	0,30	0,14	0,30	0,002	0,05
Печи сопротивления	САН-2,5	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	0,08	2,00	0,021	0,50	*	*	0,04	1,00	0,014	0,30	0,014	0,030	0,0003	0,07
	AR 20000	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	0,04	0,40	0,013	0,12	*	*	0,06	0,60	0,013	0,012	*	*	0,004	0,04
	AR 60000	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	0,06	0,40	0,022	0,16	*	*	0,07	0,50	0,014	0,03	*	*	0,004	0,03

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	НО-136	Алюминиевый сплав АК5М7	Хлористый цинк $ZnCl_2$	0,02	1,60	0,006	0,50	*	*	0,02	1,20	0,092	0,70	0,006	0,50	0,003	0,25
Дуговая печь	ДМК-0,5	Бронзовый сплав ОЦ9	Фосфористая медь МФ3	0,81	5,80	*	*	*	*	8,47	76,00	0,021	1,97	*	*	*	*
Печь сопротивления	НО-195	Бронза БрО5Ц5С5	Фтористая медь МФ3	0,03	1,20	-	-	*	*	0,02	0,65	0,012	0,45	-	-	-	-

Продолжение Таблицы IV-2 (графы 19-26)

Тип печи	Марка печи	Тип сплава	Тип состава, применяемого при рафинировании	Количество выделяющихся вредных веществ							
				сероводород		углеводороды		хлор		Фосфорный ангидрид	
				г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья	г/с	г/кг литья
				19	20	21	22	23	24	25	26
Индукционные тигельные печи промышленной частоты	ИАТ-ТМ	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7	Хлористый цинк $ZnCl_2$	0,040	0,30	0,19	1,25	*	*	*	*
	ИАТ-1,5	Алюминиевый сплав АК9	Гексахлорэтан C_2Cl_6	*	*	0,05	0,50	следы	следы	*	*
	ИАТ-2,5	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C_2Cl_6	*	*	0,26	1,50	*	*	*	*
	ИАТ-6	Алюминиевый сплав АЛ10В	Гексахлорэтан C_2Cl_6	*	*	0,22	0,50	*	*	*	*
Газовая отражательная	ВНИИТ МАШ	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7	Состав МХЗ $NaCl$ -54% KCl -32% Na_2SiF_6 -14%	-	-	-	-	-	-	*	*
Тигельно-газовая	«Колеман»	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7, АЛ10В	$ZnCl_2 + MgCl_2$	-	-	-	-	-	-	*	*

Тигельная	CAT-2,5	Алюминиевый сплав АК21	KCl-25% P ₄ S ₁₀ -30% C ₂ Cl ₆ -38% K ₂ TiF ₆ -7%	0,014	0,30	-	-	-	-	0,028	0,76
Печи сопротивления	CAH-2,5	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	0,014	0,30	-	-	-	-	*	*
	AR 20000	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	*	*	*	*	следы	следы	*	*
	AR 60000	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан C ₂ Cl ₆	*	*	*	*	следы	следы	*	*
	HO-136	Алюминиевый сплав АК5М7	Хлористый цинк ZnCl ₂	-	-	-	-	-	-	*	*
				19	20	21	22	23	24	25	26
Дуговая печь	ДМК-0,5	Бронзовый сплав ОЦ9	Фосфористая медь МФ3	*	*	*	*	*	*	*	*
Печь сопротивления	HO-195	Бронза BrO5Ц5С5	Фтористая медь МФ3	*	*	-	-	-	-	0,012	0,44

* - измерения не проводились;

-- вредное вещество отсутствует.

V. СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Источники информации:

1 Показатели эмиссии (удельные выбросы) загрязняющих веществ от процессов электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления металлов. Институт гигиены и медицинской экологии им.А.Н.Марзеева Академии медицинских наук Украины. Утверждено Министерством экологии и природных ресурсов Украины 11 января 2003г.

2 Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий машиностроения и военно-промышленного комплекса. I и II том. Министерство машиностроения, военно-промышленного комплекса и конверсии Украины. Харьковский Государственный проектный институт. г.Харьков, 1997.

Рекомендуется определять выбросы загрязняющих веществ от сварочного производства по источнику информации [1]. Выбросы загрязняющих веществ по источнику информации [2] приведены справочно.

При дуговой, газовой, плазменной сварке, наплавке и резке металлов в атмосферу выделяются оксиды металлов, азота, углерода, фтористый водород.

Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от основных видов сварочного оборудования приведены в таблицах V4 – V6.

Министерство охраны здоровья Украины
Академия медицинских наук
Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н.Марзеева

**ПОКАЗАТЕЛИ ЭМИССИИ (УДЕЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ)
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРО-, ГАЗОСВАРКИ,
НАПЛАВКИ, ЭЛЕКТРО-, ГАЗОРЕЗКИ И НАПЫЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ**

Киев - 2003

УТВЕРЖДАЮ:
Министр экологии и природных
ресурсов Украины

11.01.03 2003 г.

ПОКАЗАТЕЛИ ЭМИССИИ (УДЕЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ)
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПРОЦЕССОВ ЕЛЕКТРО-, ГАЗОСВАРКИ,
НАПЛАВКИ, ЭЛЕКТРО-, ГАЗОРЕЗКИ И НАПЫЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Разработчик

Директор ИГМЭ им.А.Н.Марзеева,
докт.мед.наук, проф.,
член-кор.АМН Украины

Подписи

А.М.Сердюк

Ответственный исполнитель:
докт.мед.наук, ст.н.с.

В.Е.Присяжнюк

Исполнители:

канд.мед.наук, ст.н.с.

Л.М.Шмаргун

н.с.

А.П.Федоришин

канд.мед.наук

В.М.Доценко

канд.хим.наук

Т.А.Синенко

докт.мед.наук, ст.н.с.

О.Г.Левченко

Предисловие

1. ЗАКАЗАНО: ООО НПФ “ЭКОСТ, ЛТД”, г. Запорожье
2. РАЗРАБОТАНО: Институтом гигиены и медицинской экологии (ИГМЭ) им.А.Н.Марзеева Академии медицинских наук Украины
3. ИСПОЛНИТЕЛИ: В.Е.Присяжнюк, Л.М.Шмаргун, В.М.Доценко, Т.А.Синенко, А.П.Федоришин (ИГМЭ АМН Украины), О.Г.Левченко (Институт электросварки им.Е.О.Патона НАН Украины)
4. УТВЕРЖДЕНО: Министр экологии и природных ресурсов Украины
“ 11 ” января 2003 г.
5. ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ: “ 11 ” января 2003 г.
6. ВЗАМЕН: “Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ремонтно-обслуживающих предприятий и машиностроительных заводов агропромышленного комплекса” (Государственная Комиссия Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам, Ленинград, 1991 г.), раздел 3.3 “Сварка, наплавка, напыление, металлизация, газовая и плазменная резка металлов”, с.31-56.
- “Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий машиностроения и военно-промышленного комплекса” (утверждено зам. Министра машиностроения, военно-промышленного комплекса и конверсии Украины 16.11.94), Харьков, 1994, раздел “Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу при сварке и наплавке металлов”, с.122-149.
- “Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами (согласовано с Управлением нормирования и надзора за выбросами в природную среду Госкомгидромета СССР), Ленинград, 1986 г., раздел 3.4 “Цеха и участки сварки и резки металлов”, с.45-56.
- “Нормативные показатели удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий отрасли” (утверждено Главным управлением проектирования и капитального строительства Министерства связи СССР 29.01.91, Харьков, 1991), раздел 7 “Сварочное производство”, с.87-117.
- “Временная методика по определению выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями отрасли”, Москва, 1990, (Министерство радиопромышленности СССР), раздел “Удельные выделения вредных веществ при сварке и наплавке металлов”, с.73-87.
7. СРОК ПЕРВОГО ПЕРЕСМОТРА: 2007 год

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	С.
1. Область применения	
2. Нормативные ссылки	
3. Определения	
4. Обозначения и сокращения	
5. Основные положения	
6. Общая информация	
7. Показатели эмиссии (удельные выбросы)	
8. Мероприятия по снижению выбросов	
9. Оценка погрешности	
10. Библиографические данные	
Приложение А Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при сварке и наплавке металлов	
Приложение Б Удельные выбросы загрязняющих веществ при резке металлов и сплавов	
Приложение В Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при различных процессах сварки и напыления металлов и сплавов	

ВВЕДЕНИЕ

Процессы электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления металлов относятся к наиболее распространенным технологическим процессам, которые используются в народном хозяйстве. Аппараты и установки, применяемые для ведения этих процессов, являются важными источниками выбросов в атмосферу сварочных аэрозолей – многокомпонентных смесей химических веществ. Смесей представлены веществами, относящимися к твердой (ТССА) и газовой (ГССА) составляющим сварочного аэрозоля. Вещества в виде взвешенных твердых частиц – это главным образом, оксиды соответствующих металлов, газообразные – наиболее распространенные химические загрязняющие вещества: оксиды азота, оксиды углерода и фтористый водород.

Структура документа построена с соблюдением требований ДСТУ 1.5.2000 “Правила построения, изложения, оформления и требования к содержанию стандартов”. Изложение основных положений и сведений о методах определения загрязняющих веществ, подлежащих учету, представлены в соответствии с требованиями, принятыми в Европейской системе “Corinair”.

1. Область применения..

Нормативный документ предназначен для определения объемов валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Используется специалистами предприятий разных отраслей промышленности, проектных учреждений и организаций, органов государственного санитарного и природоохранного надзора и других органов, учреждений и организаций, связанных с деятельностью, которая предусматривает определение объемов выбросов загрязняющих веществ от оборудования для электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления металлов.

2. Нормативные ссылки.

В этом документе имеются ссылки на такие нормативные документы:

- Закон Украины “Об охране окружающей природной среды” - Утв. Пост. Верховной Рады Украины от 25.06.91 № 1264-XII;

- Закон Украины “О внесении изменений в Закон Украины “Об охране окружающей природной среды”. - Утв. Пост. Верховной Рады Украины от 05.02.1998г. № 186/98-ВР;

Закон Украины “О внесении изменений в Закон Украины “Об охране атмосферного воздуха”. - Утв. Пост. Верховной Рады Украины от 21.06.2001 № 2556-III;

Постановление Кабинета Министров Украины от 13 декабря 2001 г. № 1655 “Об утверждении Порядка ведения государственного учета в области охраны атмосферного воздуха”.

3. Определения.

Показатель эмиссии (удельный выброс) – величина, которая устанавливает зависимость между количеством загрязняющего вещества (или их смеси), которая выбрасывается в атмосферный воздух, и деятельностью, связанной с этим выбросом.

Сварочный аэрозоль – пылегазовая смесь, которая состоит из взвешенных мелкодисперсных твердых частиц оксидов металлов и газообразных веществ – преимущественно оксидов азота, оксида углерода или фтористого водорода – в разных качественных и количественных соотношениях.

4. Обозначения и сокращения.

ГССА – газовая составная сварочного аэрозоля.

ТССА – твердая составная сварочного аэрозоля.

5. Основные положения.

Сварка, наплавка, напыление, резка металлов и их сплавов с помощью аппаратов и установок, работающих на электрической энергии или газовом топливе, является одним из наиболее распространенных технологических процессов, которые используются в разных отраслях народного хозяйства. Электро-, газосварка, наплавка, электро-, газорезка и напыление металлов

сопровождаются выделением в окружающую среду аэрозолей, химический состав которых зависит от свариваемых металлов, используемых марок электродов, аппаратов или установок сварки, резки или наплавки и других условий.

В основу определения объемов выбросов загрязняющих веществ, входящих в состав аэрозоля, образовавшихся при конкретных технологических условиях, положены значения удельных выбросов этих веществ и длительность процесса.

6. Общая информация – код 030343.

Показатели эмиссии (удельные выбросы) загрязняющих веществ от процессов электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления металлов.

6.1. Общее описание технологических процессов электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления металлов и их сплавов с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха.

Технологические процессы электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления металлов и их сплавов относятся, главным образом, к вспомогательным производствам на предприятиях и других объектах различных отраслей промышленности.

На территории Украины широко применяется ручная дуговая электросварка и наплавка стали штучными электродами свыше 90 марок, ручная дуговая электросварка и наплавка чугуна, ручная и полуавтоматическая электросварка цветных металлов и их сплавов (алюминия, меди, титана и др.) в среде азота, аргона и гелия, полуавтоматическая сварка стали в среде углекислого газа, автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка металлов под флюсами свыше 28 марок, ручная электродуговая наплавка и напыление литых твердых сплавов, ручная газовая наплавка, ручная аргонодуговая наплавка вольфрамовым электродом медно-никелевых сплавов, оловянистых бронз, полуавтоматическая наплавка плавленым электродом в среде аргона оловянистых бронз, плазменная сварка металлов.

Не менее широкое применение имеют процессы резки стали и сплавов, электродуговая резка алюминиевых сплавов, воздушно-дуговая строжка металлов и их сплавов, контактная, стыковая и линейная электросварка стыковыми машинами, машинами точечной электросварки, контактная рельефная сварка, сварка трением, газовая сварка ацетилен-кислородным пламенем, пропан-бутановой смесью, радиочастотная сварка, плазменное напыление и др. Каждый из упомянутых технологических процессов осуществляется с помощью соответствующих аппаратов, машин и установок, с соблюдением технологических режимов и условий, предусмотренных технической документацией на них, использованием соответствующих материалов (электродов, сварочного провода, наплавочных материалов, флюсов и др.). Соответственно этим условиям определяется конкретный качественный и количественный состав сварочного аэрозоля. Источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются отдельные посты сварки или резки, аппараты и установки для полуавтоматической электросварки, машины точечной электросварки, стыковые машины и другие устройства. На основе изучения качественного и количественного состава выбросов в ряде ведомств бывшего СССР были установлены значения удельных выбросов для веществ – составляющих сварочных аэрозолей, которые образуются при соответствующих конкретных технологических условиях.

В соответствии с требованиями законодательства по охране окружающей природной среды (Законы Украины “Об охране окружающей природной среды” – 1991 г.; “О внесении изменений в Закон Украины “Об охране окружающей природной среды” – 1998 г.; “О внесении изменений в Закон Украины “Об охране атмосферного воздуха” – 2001 г.; Постановление Кабинета Министров Украины от 13 декабря 2001 г. № 1655 “Об утверждении Порядка ведения государственного учета в области охраны атмосферного воздуха”) появилась необходимость создания единого документа уточненных показателей удельных выбросов загрязняющих веществ от аппаратов и установок электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки или напыления металлов и их сплавов, учитывая их межотраслевое использование.

7. Показатели эмиссии (удельные выбросы).

На основе анализа ведомственных нормативных документов составлен перечень уточненных значений удельных выбросов в атмосферу основных загрязняющих веществ для конкретных

технологических процессов электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления металлов по соответствующим другим технологическим условиям (данные приведены в таблицах №№ V-1, V-2, V-3, приложения А, Б, В). Указанные значения удельных выбросов загрязняющих веществ определены без учета их очистки в фильтровентиляционных агрегатах.

8. Мероприятия по снижению выбросов.

Для уменьшения выбросов в атмосферу от аппаратов и установок электро-, газосварки, наплавки, электро-, газорезки и напыления применяются фильтровентиляционные агрегаты, обеспечивающие улавливание, главным образом, твердой составной сварочного аэрозоля (ТССА). В частности, фильтровентиляционные агрегаты отечественного производства “Темп-2000”, “Темп-МТ”, “Шмель-1500” рассчитаны на улавливание ТССА со степенью очистки выбросов от оксидов металлов до 98-99,5 %. Выбор указанных агрегатов для применения в каждом конкретном случае обосновывается в проектной документации.

9. Оценка погрешности.

В соответствии со шкалой качества (А-Е) “Руководства по инвентаризации атмосферных выбросов (Corinair)” код качества оценивается как “С”.

10. Библиографические данные.

1. Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ремонтно-обслуживающих предприятий и машиностроительных заводов агропромышленного комплекса/ Государственная Комиссия Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам, ВНИИ природы, Ленинград, 1991. – С.31-57.

2. Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий машиностроения и военно-промышленного комплекса. Харьков, 1994. - С.122-149.

3. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами/ Ленинград, Гидрометеиздат, 1986. - С.45-56.

4. Временная методика по определению выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями отрасли/ Министерство радиопромышленности СССР, Москва, 1990. - С.72-87.

5. Нормативные показатели удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий отрасли/ Министерство связи СССР, Харьков, 1991. - С.87-117.

6. Методические указания по определению вредных веществ в сварочном аэрозоле: № 4925 – 88/ МЗ СССР, ВНИИОТ, М., 1990. – 109 с.

7. Информационно-поисковая система гигиенических характеристик сварочных аэрозолей /Демченко В.Ф., Левченко О.Г., Метлицкий В.А., Козлитина С.С., // Сварочное производство. – 2001. - № 8. –С. 41-45.

8. Закс И.А. Электроды для дуговой сварки сталей и никелевых сплавов: Справочное пособие. – СПб.: “WELCOME”, 1996. – 384 с.

Таблица V-1 Показатели эмиссии (удельные выбросы) загрязняющих веществ в атмосферу при сварке и наплавке металлов

Наименование технологического процесса, сварочный или наплавочный материал и его марка		Количество выделяющихся загрязняющих веществ, г/кг расходуемых сварочных, наплавочных или напыляемых материалов								
		Твердые частицы					Газообразные вещества			
		Железа (III) оксид Fe ₂ O ₃	Марганца (IV) оксид MnO ₂	Хрома (VI) оксид Cr ₂ O ₃	Кремния оксид (SiO ₂)	Прочие	Водород фтористый (HF)	Азота (II) оксид (в пересчете на NO ₂)	Углерода (II) оксид (CO)	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами									
1.1.	Электроды АНВ-17	11,98	0,71	1,35	1,43	Никеля оксид	0,72	2,70	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	1,14/6,50			
1.2.	Электроды АНВ-23	9,21	-	0,76	-	Никеля оксид	1,19	0,27	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,45/0,33			
1.3.	Электроды АНВ-27	10,43	5,9	1,67	1,16	Никеля оксид	1,34	1,42	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,63/4,26			
1.4.	Электроды АНВ-29	6,97	-	1,12	0,41	Никеля оксид	0,26	0,73	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,36/1,96			
1.5.	Электроды АНВ-35	8,54	0,55	0,93	0,55	Никеля оксид	0,27	0,60	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,28/1,73			

Продолжение таблицы V-1

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.6.	Электроды АНВ-65	9,92	0,56	1,16	0,50	Никеля оксид	0,28	0,59	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,35/1,83			
1.7.	АНЖР-1	1,71	0,31	1,20	-	Никеля оксид	0,95	0,52	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,31/1,10			
1.8.	АНЖР-2	2,89	0,33	2,61	-	Никеля оксид	1,08	0,83	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,59/2,03			
1.9.	АНВП-60	6,70	0,92	3,11	0,16	Никеля оксид	0,14	-	-	-
1.10.	АНВП-100	4,96	0,85	2,19	0,18	Никеля оксид	0,09	-	-	-
1.11.	АНО-1	6,67	0,43	-	-	-	-	2,13	-	-
1.12.	АНО-3	5,05	0,35	-	-	-	-	-	-	-
1.13.	АНО-4	5,41	0,59	-	-	-	-	-	-	-
1.14.	АНО-5	12,53	1,87	-	-	-	-	-	-	-
1.15.	АНО-6	14,35	1,95	-	-	-	-	-	-	-
1.16.	АНО-7	10,95	1,45	-	-	-	-	-	-	-
1.17.	АНО-9	12,90	0,9	-	-	Фториды хорошо/плохо растворимые	0,05/0,08	0,47	-	-
1.18.	АНО-11	15,60	0,87	-	-	- " -	-	1,52/1,10	0,96	-
1.19.	АНО-12	10,40	0,65	-	0,25	- " -	-	0,65/1,5	0,02	-
1.20.	АНО-13	5,21	0,87	-	0,98	- " -	-	-	-	-
1.21.	АНО-15	14,20	0,99	-	-	- " -	-	1,18/1,16	0,43	-
1.22.	АНО-18	4,49	0,67	-	1,18	-	-	-	-	-
1.23.	АНО-19 М	5,05	0,48	-	0,85	-	-	-	-	-
1.24.	АНО-21	6,00	1,63	-	1,77	Титана оксид	0,49	-	-	-
1.25.	АНО-24	13,43	0,92	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.26.	АНО-29	7,35	0,83	-	1,09	-	-	-	-
1.27	АНО-33	7,50	0,75	-	0,28	Фториды хорошо/плохо растворимые	0,60/1,40	0,03	-
1.28.	АНО-ТМ	5,20	0,54	-	0,58	- " -	0,24/1,04	0,02	-
1.29.	АНО-ТМ/СХ	5,12	0,53	-	0,56	- " -	0,23/1,03	0,18	-
1.30.	АНП-8	9,68	1,05	0,57	2,69	- " -	1,34/1,75	0,70	-
1.31.	АНП-9	9,79	1,14	0,13	2,52	Фториды хорошо/плохо растворимые	2,18/2,92	0,80	-
1.32.	АНП-10	2,62	0,81	-	1,46	- " -	2,07/5,04	0,92	-
1.33.	АНП-11	2,03	1,08	0,48	0,78	- " -	2,34/4,19	0,83	-
1.34.	АНТМ-17	7,70	0,29	0,54	2,25	- " -	1,20/1,48	0,01	-
1.35.	УОНИ-13/45	10,69	0,51	-	1,40	- " -	4,40/2,20	1,00	-
1.36.	УОНИ-13/55	14,90	1,09	-	1,00	- " -	4,80/2,70	1,26	2,70
1.37	УОНИ-13/65	4,49	1,41	-	0,80	- " -	0,70/0,80	1,17	-
1.38.	УОНИ-13/80	8,32	0,78	-	1,05	- " -	0,95/1,05	1,14	-
1.39.	УОНИ-13/85	9,80	0,60	-	1,30	- " -	1,18/1,30	1,10	-
1.40.	ЗА-606/11	9,72	0,68	0,60	-	-	-	0,004	1,30
1.41.	ЗА-395/9	15,47	1,10	0,43	-	-	-	-	-
1.42.	ЗА-981/15	8,08	0,70	0,72	-	-	-	0,80	-
1.43.	СМА-2	8,37	0,83	-	-	-	-	-	-
1.44.	1КНЗ-32	10,04	1,36	-	-	-	-	-	-
1.45.	ОЗС-3	14,88	0,42	-	-	-	-	-	-
1.46.	ОЗС-4	9,63	1,27	-	-	-	-	-	-
1.47.	ОЗС-6	12,94	0,86	-	-	-	-	1,53	-
1.48.	Э48-М/18	8,57	1,00	1,43	-	Фториды хорошо/плохо растворимые	0,75/1,50	0,001	-
1.49.	ВИ-10-6	14,84	0,31	0,45	-	-	-	0,39	-
1.50.	ВИ-ИМ-1	5,26	0,42	0,12	-	Никеля оксид	0,60	0,63	-
1.51.	ЭА-400/10У	5,02	0,43	0,25	-	-	-	0,54	-

Продолжение таблицы V-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.52.	ЭА-303/12	22,20	2,80	-	-	-	-	-	-
1.53.	ЭА-48М/22	6,10	0,80	1,30	-	Фториды хорошо/плохо растворимые	0,80/1,50	0,001	0,70
1.54.	ЭА-686/11	11,80	0,80	0,40	-	-	-	-	-
1.55.	ЭА-981/15	4,80	1,13	3,15	0,31	Никеля оксид	0,45	-	-
1.56.	ЖД-3	8,48	1,32	-	-	-	-	-	-
1.57.	УКС-42	13,30	1,20	-	-	-	-	-	-
1.58.	РДЗБ-2	16,32	1,08	-	-	-	-	-	-
1.59.	ОММ-5	16,10	2,0	-	1,90	-	-	3,30	11,15
1.60.	МЭЗ-04	26,00	1,00	-	-	-	-	-	-
1.61.	МЭЗ-Ш	41,00	-	-	-	-	-	-	-
1.62.	ЦМ-7	20,50	1,50	-	-	-	-	2,84	3,28
1.63.	ЦМ-8	23,50	1,50	-	-	-	-	-	-
1.64.	ЦМ-9	7,20	0,30	-	2,08	-	-	-	-
1.65.	МР-1	9,72	1,08	-	-	-	-	-	-
1.66.	РБУ-4	6,16	0,74	-	-	-	-	-	-
1.67.	ЗРС-3	11,57	1,23	-	-	-	-	-	-
1.68.	ОЗЛ-5	3,06	0,37	0,47	-	-	0,42	-	-
1.69.	ОЗЛ-6	6,06	0,25	0,59	-	-	1,23	-	-
1.70.	ОЗЛ-7	6,92	0,21	0,47	-	-	0,59	-	-
1.71.	ОЗЛ-8	7,22	-	1,15	0,32	Фториды хорошо/плохо растворимые	0,04/2,14	0,72	-
1.72.	ОЗЛ-14	6,13	1,41	0,46	-	-	0,91	-	-
1.73.	ОЗЛ-9А	3,37	0,97	0,27	-	Никеля оксид	0,39	1,13	-
1.74.	ОЗЛ-20	3,35	0,35	0,10	-	-	0,99	-	-
1.75.	ОЗЛ-22	5,89	0,17	0,09	-	Фториды хорошо/плохо растворимые	0,60/0,82	0,53	-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.76.	ЦТ-15	7,00	0,55	0,35	-	Никеля оксид	0,04	1,61	-	-
1.77.	ЦТ-28	10,68	0,93	0,21	-	Никеля оксид	0,08	1,05	-	-
1.78.	ЦТ-36	6,29	1,19	-	-	Никеля оксид	0,12	0,66	-	-
1.79.	ЦЛ-11	9,86	0,52	0,90	0,33	Никеля оксид	0,27	0,87	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,06/2,51			
1.80.	ЦЛ-17	9,23	0,60	0,17	-	-	-	-	-	-
1.81.	ЦН-6Л	11,72	0,62	0,23	-	-	-	1,21	-	-
1.82.	НИАТ-1	4,18	0,12	0,40	-	-	-	0,35	-	-
1.83.	НИАТ-3Н	0,10	0,21	-	-	-	-	-	-	-
1.84.	НЖ-13	3,43	0,53	0,24	-	-	-	1,60	-	-
1.85.	ВЦС-4, 4а	19,59	0,61	-	-	-	-	-	-	-
1.86.	МР-3	9,70	1,80	-	-	-	-	0,40	-	-
1.87.	МР-4	9,70	1,10	-	-	-	-	1,53	-	-
1.88.	К-5А	14,97	1,53	-	-	-	-	-	-	-
1.89.	СК-2-50	11,1	0,90	-	-	-	-	-	-	-
1.90.	МКТ-10	6,13	0,34	0,12	-	Никеля оксид	0,31	1,29	-	-
1.91.	ВСН-6	15,83	0,53	1,54	-	-	-	0,80	-	-
2.	<i>Ручная дуговая наплавка стали</i>									
2.1.	Электроды ОЗН-250	19,73	1,63	-	-	-	-	1,04	-	-
2.2.	ОЗН-300	18,00	4,42	-	-	-	-	1,09	-	-
2.3.	ОЗЦ-1	12,35	1,01	0,14	-	-	-	1,10	-	-
2.4.	ЗН-60М	14,46	0,49	0,15	-	-	-	1,28	-	-
2.5.	УОНИ-13/НЖ	9,28	0,53	0,39	-	-	-	0,97	-	-
2.6.	ОМГ-Н	35,14	0,92	1,54	-	Никеля оксид	0,016	1,74	-	-
2.7.	НР-70	17,6	3,90	-	-	-	-	-	-	-
3.	<i>Ручная дуговая сварка и наплавка чугуна</i>									
3.1.	Электроды АНЧ-В	16,76	0,85	-	-	Титана оксид	0,22	-	-	-

Продолжение таблицы V-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Ванадия оксид	0,57	-	-	-
					Фториды хорошо/плохо растворимые	0,001/0,92	-	-	-
3.2.	Ц4-4	12,80	0,43	-	-	Ванадия оксид	0,54	1,87	-
3.3.	034-1	9,81	0,47	-	-	Меди оксид	4,42	1,65	-
3.4.	034-3	13,33	0,49	0,18	-	-	-	1,97	-
3.5.	МН4-2	10,68	0,92	-	-	Никеля оксид	2,73	1,34	-
					Меди оксид	6,05			
3.6.	T-590	41,8	-	3,70	-	-	-	-	-
3.7.	T-620	39,73	-	2,87	-	-	-	-	-
4.	<i>Ручная электрическая сварка меди и ее сплавов</i>								
4.1.	Электроды Комсомолец-100	2,60	3,90	-	3,50	Меди оксид	9,80	1,11	0,76
4.2.	Вольфрамовый электрод под защитой гелия	-	-	-	-	Вольфрама оксид	0,08	-	-
						Меди оксид	2,10		
4.3.	Электродная проволока CrM- 0,75 (МРкМцГ)	0,66	0,44	-	0,50	Меди оксид	15,4	-	-
5.	<i>Ручная электрическая сварка титана</i>								
5.1.	Неплавящийся вольфрамовый электрод в среде аргона и гелия	-	-	-	-	Титана оксид	3,60	-	-
						Вольфрама оксид	0,02		
5.2.	Плавящийся электрод в среде аргона	-	-	-	-	Титана оксид	2,62	-	-
						Алюминия оксид	2,00		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6.	<i>Ручная электрическая сварка алюминия и его сплавов</i>								
6.1.	Электроды ОЗА-1	18,40	1,50	-	1,95	Алюминия оксид	20,0	-	-
6.2.	ОЗА-2/АК	33,00	2,50	-	3,50	Алюминия оксид	28,0	-	-
6.3.	Вольфрамовый электрод в среде аргона	-	-	-	0,55	То же	0,69	-	-
						Магния оксид	0,64		
						Вольфрама оксид	1,43		
6.4.	Неплавящийся электрод в среде аргона и гелия	-	-	-	0,55	Алюминия оксид	2,00	-	-
6.5.	Плавящийся электрод в среде аргона	1,50	0,11	-	1,30	Алюминия оксид	12,00	-	2,50
						Магния оксид	2,00		
7.	<i>Полуавтоматическая сварка сталей, без газовой защиты</i>								
7.1.	Присадочная проволока								
	ЭП-245	11,50	0,54	-	-	-	0,36	-	-
	ЦСК-3	12,26	1,11	-	-	-	0,53	-	-
7.2.	Порошковая проволока								
	ЗПС-15/2	7,51	0,89	-	-	-	0,77	-	-
	ПП-ДСК-1	10,93	0,77	-	-	-	-	-	-
	ПП-ДСК-2	10,78	0,42	-	-	-	0,10	-	-
	ПСК-3	6,29	0,41	-	-	-	0,72	-	-
	ПП-АН-1	5,12	0,54	-	-	-	-	-	-
	ПП-АН-3	12,24	1,36	-	-	-	2,70	-	-
	ПП-АН-4	6,74	0,76.	-	-	-	1,95	-	-

Продолжение таблицы V-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПП-АН-7	12,22	2,18	-	-	-	-	0,95	-	-
ПП-АН-8	4,69	0,77	-	0,24	Фториды хорошо/плохо растворимые	0,12/0,63	0,95	-	-
ПП-АН-26	16,50	3,8	-	1,35	- "	0,25/1,60	0,73		
ПП-АН-29	4,92	1,32	-	0,48	- "	0,80/4,30	0,15		
8. Полуавтоматическая сварка сталей в среде углекислого газа									
8.1. Св-08Г2С	7,48	0,50	0,02	-	-	-	-	0,70	2,90
8.2. Св-Х19Н9Ф2С3	6,50	0,42	1,5	-	Никеля оксид	0,04	-	-	-
8.3. Св-16Х-16Н25М6	12,55	0,35	0,10	-	Никеля оксид	2,00	-	-	2,50
8.4. Св-10Х20Н7СТ	7,52	0,45	0,03	-	-	-	-	-	-
8.5. Св-08Х19НФ-2Ц2	6,44	0,40	0,50	-	Никеля оксид	0,66	-	-	-
8.6. Св-76Х16Н-25М6	10,00	2,00	1,00	-	Никеля оксид	2,00	-	-	-
8.7. Св-10Г2Н2СМТ	11,86	0,14	-	-	-	-	-	-	-
8.8. ЭП-245	11,79	0,61	-	-	-	-	-	-	3,20
8.9. ЭП-704	7,43	0,80	0,07	-	Никеля оксид	0,10	-	-	3,00
8.10. Св-08ХГСНЗДМ	4,02	0,22	0,16	-	-	-	-	0,80	11,00
8.11. ЭП-854	6,10	0,70	0,60	-	-	-	-	-	2,00
8.12. 08ХГН2МТ	4,17	-	0,03	1,90	Титана оксид	0,40	-	0,80	11,00
9. Полуавтоматическая сварка меди, ее сплавов в защите азота									
9.1. Электродная проволока МНЖКТ-5-1-0,2-0,2 (для меди)	2,50	0,20	-	1,50	Меди оксид	7,00	-	-	-
					Никеля оксид	0,70			
9.2. Электродная проволока МНЖКТ-5-1-0,2-0,2 (для медноникелевых сплавов)	3,50	0,30	-	1,50	Меди оксид	11,00	-	-	-
					Никеля оксид	0,50			

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.3.	М1 (для медных сплавов)	-	0,44	-	-	Меди оксид	11,00	-	-	-
9.4.	КМЦ (для меди и ее сплавов)	-	0,59	-	0,26	Меди оксид	6,30	-	-	-
10.	<i>Полуавтоматическая сварка алюминия в защите аргона и гелия</i>									
10.1.	Проволока Д-20	0,85	0,09	-	0,08	Алюминия оксид	7,60	-	-	-
10.2.	АМЦ	0,56	0,62	-	0,52	То же	20,40	-	0,35	-
10.3.	АМГ-6Т	1,56	0,23	0,50	0,45	-"	8,50	-	0,33	-
						Магния оксид	5,50			
						Титана оксид	0,80			
10.4.	АМГ1, АМГ2	0,80	0,78	-	0,30	Алюминия оксид	16,50	-	-	-
						Магния оксид	1,50			
10.5.	АМГ3	0,80	1,05	-	-	Алюминия оксид	19,20	-	0,30	-
						Магния оксид	3,50			
10.6	АМГ4, АМГ5, АМГ6	0,80	1,05	-	0,45	Алюминия оксид	10,50	-	0,30	-
						Магния оксид	4,60			
						Титана оксид	0,60			
10.7	Электроды ОЗА-1	10,40	0,75	-	0,80	Алюминия оксид	20,00	-	-	-
						Алюминия хлорид	18,0			
10.8	ОЗА-2/АК	20,00	0,95	-	1,50	Алюминия оксид	28,00	-	-	-
						Алюминия хлорид	33,0			

Продолжение таблицы V-1

Продолжение таблицы V-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11.	Автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка металлов под флюсом									
11.1.	Плавленные флюсы									
	ОСЦ-45	0,07	0,03	-	0,05	-	-	0,103	0,006	1,47
11.2.	АК-348А	0,03	0,02	-	0,05	-	-	0,086	0,001	0,71
11.3.	ФЦ-2	0,07	-	-	0,05	-	-	0,033	0,006	-
11.4.	ФЦ-6	0,03	0,01	-	0,05	-	-	0,033	-	0,58
11.5.	ФЦ-7	0,02	0,01	-	0,05	-	-	0,044	0,033	-
11.6.	ФЦ-9	0,05	0,01	-	0,05	-	-	0,033	0,006	0,34
11.7.	ФЦ-11	0,04	0,05	-	-	-	-	0,020	-	-
11.8.	ФЦ-12	0,06	0,03	-	-	-	-	0,02	-	-
11.9.	АН-22	0,11	0,01	-	-	-	-	0,02	-	-
11.10.	АН-26	0,07	0,01	-	-	-	-	0,03	-	-
11.11.	АН-30	0,06	0,03	-	-	-	-	0,03	-	-
11.12.	АН-42	0,07	0,01	-	-	-	-	0,02	-	-
11.13.	АН-60	0,08	0,01	-	-	-	-	-	-	-
11.14.	АН-64	0,07	0,02	-	-	-	-	-	-	-
11.15.	АН-72	0,57	0,016	0,01	0,16	Никеля оксид	0,006	0,47	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,04/0,14			
11.16.	АН-90	0,25	0,009	0,01	0,11	Никеля оксид	0,002	0,17	-	-
						Фториды хорошо/плохо растворимые	0,02/0,11			
11.17.	48-ОФ-6	0,10	0,01	-	-	-	-	0,07	-	-
11.18.	48-ОФ-6М	0,09	0,01	-	-	-	-	0,04	-	-
11.19.	48-ОФ-7	0,04	0,05	-	-	-	-	0,02	-	-
11.20.	48-ОФ-11	0,01	0,07	-	-	-	-	0,01	-	-
11.21.	ФЦЛ-2	0,08	-	-	0,05	-	-	0,03	0,005	0,95

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.22.	Керамические флюсы								
	АНК-18	0,43	0,01	-	-	-	0,04	-	-
11.23.	АНК-30	0,25	0,01	-	-	-	0,02	-	-
11.24.	ЖС-450	0,66	0,14	-	-	-	0,18	-	22,40
11.25.	К-1	0,04	0,02	-	-	-	0,15	-	0,50
11.26.	К-8	4,90	-	-	-	-	0,13	-	17,80
11.27.	К-11	1,22	0,08	-	-	-	0,14	0,60	-
11.28.	КС-12ГА2	3,27	0,13	-	-	-	0,43	-	20,00
12.	Автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка алюминия и его сплавов								
12.1.	Плавленные флюсы								
	АГ-А1	21,60	-	-	-	Алюминия оксид	31,20	4,16	-
12.2.	АН-ТЗ	-	-	-	-	Фториды плохо растворимые	0,47	-	-
						Титана оксид	0,08		
						Алюминия оксид	1,35		
12.3.	Керамические флюсы								
	ЖА-64	-	-	-	-	Титана оксид	0,12	0,076	-
						Алюминия оксид	0,18		
13.	Ручная электродуговая наплавка								
13.1.	Литые твердые сплавы								
	С-27	21,19	-	1,01	-	Никеля оксид	0,05	-	-

Продолжение таблицы V-1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.2.	В-2К	14,94	-	1,66	-	Кобальта оксид	0,60	-	-	-
13.3.	Стержневые электроды с легирующей обмазкой									
	КБХ-45	37,48	-	2,12	-	-	-	-	-	-
13.4.	БХ-2	40,24	-	2,56	-	-	-	-	-	-
13.5.	ХР-19	37,05	-	4,35	-	-	-	-	-	-
13.6.	Наплавочные смеси									
	КБХ	81,067	-	0,033	-	-	-	-	-	-
13.7.	БХ	54,192	-	0,008	-	-	-	-	-	-
13.8.	Сталилит М (ручная электродуговая сварка)	83,009	9,48	0,011	-	-	-	-	-	-
13.9.	Порошки для напыления СНГН	39,108	-	0,357	-	Бор	0,235	-	-	-
13.10	Порошки для напыления ВСНГН	22,955	-	0,362	-	Бор	0,288	-	-	-
						Никель и его оксиды	0,095			
14.	Ручная газовая наплавка									
14.1.	Литые твердые сплавы									
	С-27	3,06	-	0,01	-	Никеля оксид	0,02	-	-	-
14.2.	В-2К	1,85	-	0,47	-	Кобальта оксид	0,01	-	-	-
14.3.	Литые карбиды (трубчатые электроды) РЭЛИТ-ТЗ	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-
15.	Ручная аргоно-дуговая наплавка вольфрамовым электродом									
15.1.	Медно-никелиевый сплав	0,74	0,01	-	-	Никеля оксид	0,16	-	0,15	0,18
						Меди оксид	0,10			
15.2.	Оловянистая бронза	0,66	0,04	-	-	Никеля оксид	0,50	-	0,60	-
						Цинка оксид	1,70			

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Меди оксид	1,60			
16.	Полуавтоматическая наплавка плавящимся электродом в среде аргона									
16.1.	Оловянистая бронза	2,93	0,13	--	-	Никеля оксид	0,90	-	0,13	0,02
						Меди оксид	1,50			
						Цинка оксид	0,54			
17.	Плазменная сварка металлов*									
17.1.	Сталь углеродистая низколегированная	0,25	0,03	-	-	-	-	-	0,70	0,14
17.2.	Сталь качественная легированная	0,30	0,04	-	-	-	-	-	0,65	0,14
17.3.	Сталь высокомарганцовистая	0,40	0,07	-	-	-	-	-	0,65	0,14
17.4.	Сплавы АМГ	-	-	-	-	Алюминия оксид	0,18	-	0,20	0,05
17.5.	Сплавы титана	-	-	-	-	Титана оксид	0,14	-	0,11	0,04

Примечание. * Количество выделяющихся загрязняющих веществ приведено в г/погонный м шва.

Приложение Б

Таблица V-2 - Показатели эмиссии (удельные выбросы) загрязняющих веществ в атмосферу при резке металлов и сплавов

Процесс резки, вид материала		Толщина разреза- емого материала, мм	Количество выделявшихся загрязняющих веществ, г/погонный м резки					
			Твердые частицы				Газообразные компоненты	
			Железа (III) оксид Fe ₂ O ₃	Марган- ца (IV) оксид MnO2	Прочие		Азота (II) ок- сиды (в пересче- те на NO ₂)	Углеро- да (II) оксид CO
Наиме- нование	Коли- чество							
1		2	3	4	5	6	7	8
1.	Газовая резка (в т.ч. огневая разделка шихты)							
1.1.	Сталь углеродистая низколегированная	5	2,18	0,07	-	-	1,18	1,50
		10	4,37	0,13	-	-	2,20	2,18
		20	8,73	0,27	-	-	2,40	2,93
		40	17,5	0,55	-	-	2,70	3,65
		60	26,3	0,80	-	-	3,00	4,20
		80	35,0	1,1	-	-	3,30	4,50
		100	43,7	1,37	-	-	3,60	4,90
		200	87,3	2,74	-	-	5,00	6,70
1.2.	Сталь качественная легированная	5	2,38	-	Хрома (VI) оксид	0,12	1,02	1,30
		10	4,77	-	-“-	0,23	1,49	1,90
		20	9,53	-	-“-	0,47	2,02	2,60
		40	19,1	-	-“-	0,61	2,60	3,25
		60	28,6	-	-“-	0,75	2,90	3,83
		80	38,2	-	-“-	0,9	3,25	4,32
		100	47,7	-	-“-	1,1	3,61	4,85
		200	84,0	-	-“-	2,1	5,41	6,50
1.3.	Сталь высокомарганцовистая	5	1,85	0,60	-	-	1,10	1,40
		10	3,70	1,20	-	-	1,60	2,00
		20	7,40	2,40	-	-	2,20	2,70
		40	14,80	4,80	-	-	2,70	3,50
		60	22,20	7,20	-	-	3,20	4,35
		80	29,60	9,60	-	-	3,70	5,20
		100	37,00	12,0	-	-	4,15	6,00
		200	74,00	24,0	-	-	6,40	10,00
1.4.	Сплавы титана	4	-	-	Титана оксид	4,70	0,20	0,60
					Алюминия оксид	0,30		
		12	-	-	Титана оксид	14,00	0,60	1,50
					Алюминия оксид	1,00		
		20	-	-	Титана оксид	22,00	1,00	2,50

Продолжение таблицы V-2

1	2	3	4	5	6	7	8
				Алюминия оксид	2,00		
	30	-	-	Титана оксид	32,0	1,50	2,70
				Алюминия оксид	2,60		
	60	-	-	Титана оксид	62,0	3,00	5,40
				Алюминия оксид	4,50		
2. Плазменная резка							
2.1. Сталь углеродистая низколегированная	10	3,38	0,12	-	-	6,80	1,40
	14	5,82	0,18	-	-	10,00	2,00
	20	9,70	0,30	-	-	14,00	2,50
	40	19,40	0,60	-	-	26,00	3,70
	60	29,10	0,90	-	-	35,00	4,90
	80	36,80	1,20	-	-	43,00	6,20
	100	48,50	1,50	-	-	53,00	7,45
	200	97,00	3,00	-	-	90,00	13,8
2.2. Сталь качественная	5	2,86	-	Хрома (VI) оксид	0,14	6,30	1,43
	10	4,76	-	-"	0,24	9,50	1,83
	20	11,42	-	-"	0,58	12,70	2,10
	40	22,80	-	-"	1,15	15,7	2,6
	60	34,90	-	-"	1,70	18,5	3,10
	80	45,80	-	-"	2,30	20,00	3,60
	100	57,60	-	-"	2,90	23,00	4,10
2.3. Сталь высокомарганцовистая	5	3,28	0,72	-	-	6,50	1,40
	10	3,84	1,16	-	-	10,00	2,00
	20	7,87	1,73	-	-	13,00	2,50
	40	17,50	3,15	-	-	16,00	3,10
	60	26,40	4,50	-	-	18,00	3,90
	80	35,60	5,80	-	-	20,00	4,30
	100	44,00	7,65	-	-	22,50	5,00
2.4. Сплавы АМГ	8	-	-	Алюминия оксид	2,50	2,00	0,50
	20	-	-	-"	3,50	3,00	0,60
	40	-	-	-"	5,20	5,00	0,75
	60	-	-	-"	6,90	6,70	0,98
	80	-	-	-"	8,70	8,70	1,20
	100	-	-	-"	10,30	10,50	1,40
2.5. Сплавы титана	10	-	-	Титана оксид	2,73	10,50	0,40
				Алюминия оксид	0,17		
	20	-	-	Титана оксид	6,14	14,70	0,50
				Алюминия оксид	0,19		
	30	-	-	Титана оксид	11,88	18,90	0,60

Продолжение таблицы V-2

1	2	3	4	5	6	7	8
				Алюминия оксид	0,72		
	60	-	-	Титана оксид	23,6	23,1	1,20
				Алюминия оксид	1,30		
3. Электродуговая резка алюминиевых сплавов	5	-	-	Алюминия оксид	1,00	1,00	0,20
	10	-	-	"	2,00	2,00	0,60
	20	-	-	"	4,00	4,00	0,90
	30	-	-	"	6,00	6,00	1,80
	40	-	-	"	8,00	8,20	2,30
	60	-	-	"	12,00	12,15	3,5
	80	-	-	"	16,00	16,20	4,65
	100	-	-	"	20,00	20,30	5,80
4. Воздушнодуговая строжка*							
4.1. Сталь высокомарганцовистая		75,00	25,00	-	-	50,00	250,00
4.2. Сплавы титана		-	-	Титана оксид	500	130,00	500,00

Примечание. * Количество выделяющихся загрязняющих веществ приведено в г/кг угольных электродов.

Таблица V-3- Показатели эмиссии (удельные выбросы) загрязняющих веществ в атмосферу при различных процессах сварки и напыления металлов и сплавов

Наименование технологического процесса, сварочный или напыляемый материал и его марка		Количество выделяющихся загрязняющих веществ в единицах измерения, указанных в графе 2						
		Единицы измерения	Твердые взвешенные частицы					Газообразные вещества
			Железа оксид (Fe ₂ O ₃)	Марганца оксид MnO ₂	Меди оксид (CuO)	Цинка оксид (ZnO)	Алюминия оксид (Al ₂ O ₃)	Азота (II) оксид (в пересчете на NO ₂)
1		2	3	4	5	6	7	8
1.	Контактная электросварка стали, стыковая и линейная							
1.1.	Машины стыковые							
	МС-1602	10 ⁻³ г/с на 100 кВА номинальной мощности	8,97	0,28	-	-	-	-
1.2.	МС-1202	-"	5,01	0,155	-	-	-	-
1.3.	МС-80	-"	2,34	0,07	-	-	-	-
2.	Машины точечной электросварки							
2.1.	МТПУ-300	-"	4,04	0,12	-	-	-	-
2.2.	МТ-2510	-"	2,153	0,066	-	-	-	-
2.3.	МТ-2507	-"	1,675	0,05	-	-	-	-
2.4.	МТ-1617	-"	1,34	0,04	-	-	-	-
2.5.	МПП-75	-"	0,94	0,3	-	-	-	-
2.6.	МТПП	-"	13,46	0,42	-	-	-	-

Сварочное производство

2.7.	МТР-2801 УХЛ4	-"-	3,60	0,30	-	-	-	-	-
3.	Контактная рельефная сварка	10^{-3} г/с на 50 кВА номинальной мощности	37,9	0,21	-	-	-	-	7,00
4.	Сварка трением	мг/см ² площади стыка	-	-	-	-	-	-	8,00
5.	Газовая сварка ацетилено- кислородным пламенем								
5.1.	Газовая сварка стали ацетиленокислородным пламенем	г/кг ацетилена	-	-	-	-	-	22,0	-
5.2.	Газовая сварка алюминия ацетиленокислородным пламенем	г/кг ацетилена	-	-	-	-	0,06	22,00	-
6.	Газовая сварка пропанобу- тановой смесью								
6.1.	Газовая сварка стали пропанобутановой смесью	г/кг смеси	-	-	-	-	-	15,00	-
6.2.	Газовая сварка алюминия пропанобутановой смесью	г/кг смеси	-	-	-	-	0,04	15,00	-
7.	Радиочастотная сварка алюминия агрегатом типа 16-76	10^3 г/с на 1 агрегат	-	-	-	-	2,03	-	-
8.	Плазменное электродуговое напыление сплавов								
8.1.	Плазменное напыление алюминиевых сплавов	г/кг сплава	-	-	-	-	0,50	-	-
8.2.	Плазменное напыление медных сплавов	г/кг сплава	-	-	0,40	-	-	-	-
8.3.	Плазменное напыление цинковых сплавов	г/кг сплава	-	-	-	0,40	-	-	-
9.	Электродуговое напыление								
9.1.	Электродуговое напыление алюминиевых сплавов	г/кг сплава	-	-	-	-	1,80	-	-
9.2.	Электродуговое напыление цинковых сплавов	г/кг сплава	-	-	-	0,78	-	-	-
9.3.	Электродуговое напыление стали	г/кг сплава	1,20	-	-	-	-	-	-

Таблица V-4- Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу при сварке и наплавке металлов [2]

№№ п/п	Наименование технологического процесса, сварочный или наплавочный материал и его марка	Количество выделявшихся вредных веществ, г/кг расходующихся сварочных или наплавочных материалов								
		Твердые частицы						Газообразные компоненты		
		Железа (III) оксид Fe_2O_3	Марганца (IV) оксид MnO_2	Хрома (VI) оксид Cr_2O_3	Кремния оксид	Прочие		Водород фтористый HF	Азота (II) оксид NO	Углерода (II) оксид CO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	<i>Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами</i>									
1.1.	Электроды УОНИ-13/45	10,69	0,51	-	1,40	Фториды плохо растворимые	1,40	1,00	-	-
1.2.	УОНИ-13/55	14,90	1,09	-	1,00	То же	1,00	1,26	2,70	13,3
1.3.	УОНИ-13/65	4,49	1,41	-	0,80	"-	0,80	1,17	-	-
1.4.	УОНИ-13/80	8,32	0,78	-	1,05	"-	1,05	1,14	-	-
1.5.	УОНИ-13/85	9,80	0,60	-	1,30	"-	1,30	1,10	-	-
1.6.	ЗА-606/11	9,72	0,68	0,60	-	-	-	0,004	1,30	1,40
1.7.	ЗА-395/9	15,47	1,10	0,43	-	-	-	-	-	-
1.8.	ЗА-981/15	8,08	0,70	0,72	-	-	-	0,80	-	-
1.9.	АНО-1	6,67	0,43	-	-	-	-	2,13	-	-
1.10.	АНО-3	5,05	0,85	-	-	-	-	-	-	-
1.11.	АНО-4	5,41	0,59	-	-	-	-	-	-	-
1.12.	АНО-5	12,53	1,87	-	-	-	-	-	-	-
1.13.	АНО-6	14,35	1,95	-	-	-	-	-	-	-
1.14.	АНО-7	10,95	1,45	-	-	-	-	-	-	-
1.15.	СМА-2	8,37	0,83	-	-	-	-	-	-	-
1.16.	КНЗ-32	10,04	1,36	-	-	-	-	-	-	-
1.17.	ОЗС-3	14,88	0,42	-	-	-	-	-	-	-
1.18.	ОЗС-4	9,63	1,27	-	-	-	-	-	-	-
1.19.	ОЗС-6	12,34	0,86	-	-	-	-	1,53	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.20.	Э48-М/18	8,57	1,00	1,43	-	Фториды плохо растворимые	1,50	0,001	-	-
1.21.	ВИ-10-6	14,84	0,31	0,45	-	-	-	0,39	-	-
1.22.	ВИ-ИМ-1	5,26	0,42	0,12	-	Никеля оксид	0,60	0,63	-	-
1.48.	ЦЛ-17	9,23	0,60	0,17	-	-	-	-	-	-
1.49.	ЦН-6Л	11,72	0,62	0,23	-	Никеля оксид	-	1,21	-	-
1.50.	НИАТ-1	4,18	0,12	0,40	-	-	-	0,35	-	-
1.51.	НИАТ-3Н	0,10	0,21	-	-	-	-	-	-	-
1.52.	НЖ-13	3,43	0,53	0,24	-	-	-	1,60	-	-
1.53.	ВЦС-4, 4а	19,59	0,61	-	-	-	-	-	-	-
1.54.	МР-3	9,70	1,80	-	-	-	-	0,40	-	-
1.55.	МР-4	9,70	1,10	-	-	-	-	1,53	-	-
1.56.	К-5А	14,97	1,53	-	-	-	-	-	-	-
1.57.	СК-2-50	11,1	0,90	-	-	-	-	-	-	-
1.58.	МКТ-10	6,13	0,34	0,12	-	Никеля оксид	0,31	1,29	-	-
1.59.	ВСН-6	15,83	0,53	1,54	-	-	-	0,80	-	-
2.	Ручная дуговая наплавка сталей									
2.1.	Электроды ОЗН-250	13,73	1,63	-	-	-	-	1,04	-	-
2.2.	ОЗН-300	18,00	4,42	-	-	-	-	1,09	-	-
2.3.	ОЗЦ-1	12,35	1,01	0,14	-	-	-	1,10	-	-
2.4.	ЗН-60М	14,46	0,49	0,15	-	-	-	1,28	-	-
2.5.	УОНИ-13/НЖ	9,28	0,53	0,39	-	-	-	0,97	-	-
2.6.	ОМГ-Н	35,14	0,92	1,54	-	Никеля оксид	0,016	1,74	-	-
2.7.	НР-70	17,6	3,90	-	-	-	-	-	-	-
3.	Ручная дуговая сварка и наплавка чугуна									
3.1.	Электроды Ц4-4	12,80	0,43	-	-	Ванадия оксид	0,54	1,87	-	-
3.2.	034-1	9,81	0,47	-	-	Меди оксид	4,42	1,65	-	-
3.3.	034-3	13,33	0,49	0,18	-	-	-	1,97	-	-
3.4.	МН4-2	10,68	0,92	-	-	Никеля оксид	2,73	1,34	-	-
	Т-590					Меди оксид	6,05			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3.5.		41,8	-	3,70	-	-	-	-	-	-
3.6.	T-620	39,73	-	2,87	-	-	-	-	-	-
4.	<i>Ручная электрическая сварка меди и ее сплавов</i>									
4.1.	Электроды Комсомолец-100	2,60	3,90	-	3,50	Меди оксид	9,80	1,11	0,76	-
4.2.	Вольфрамовый электрод под защитой гелия	-	-	-	-	Вольфрама оксид	0,08	-	-	-
						Меди оксид	8,10			
4.3.	Электродная проволока СрМ-0,75 (МРкМцТ)	0,66	0,44	-	0,50	Меди оксид	15,4	-	-	-
5.	<i>Ручная электрическая сварка титана</i>									
5.1.	Неплавящийся вольфрамовый электрод в среде аргона и гелия	-	-	-	-	Титана оксид	3,60	-	-	-
						Вольфрама оксид	0,02			
5.2.	Плавящийся электрод в среде аргона	-	-	-	-	Титана оксид	2,62	-	-	-
						Алюминия оксид	2,00			
6.	<i>Ручная электрическая сварка алюминия и его сплавов</i>									
6.1.	Электроды ОЗА-1	18,40	1,50	-	1,95	Алюминия оксид	20,0	-	-	-
6.2.	ОЗА-2/АК	33,00	2,50	-	3,50	Алюминия оксид	28,0	-	-	-
6.3.	Вольфрамовый электрод в среде аргона	-	-	-	0,55	То же	0,69	-	-	-
						Магния оксид	0,64			
						Вольфрама оксид	1,43			

Сварочное производство

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6.4.	Неплавящийся электрод в среде аргона и гелия	-	-	-	0,55	Алюминия оксид	2,00	-	-	-
6.5.	Плавящийся электрод в среде аргона	1,50	0,11	-	1,30	Магния оксид	2,00	-	2,50	-
						Алюминия оксид	12,00			
7.	<i>Полуавтоматическая сварка сталей, без газовой защиты</i>									
7.1.	Присадочная проволока									
	ЭП-245	11,50	0,54	-	-	-	-	0,36	-	-
	ЦСК-3	12,26	1,11	-	-	-	-	0,53	-	-
7.2.	Порошковая проволока									
	ЗПС-15/2	7,51	0,89	-	-	-	-	0,77	-	-
	ПП-ДСК-1	10,93	0,77	-	-	-	-	-	-	-
	ПП-ДСК-2	10,78	0,42	-	-	-	-	0,10	-	-
	ПСК-3	6,29	0,41	-	-	-	-	0,72	-	-
	ПП-АН-3	12,24	1,36	-	-	-	-	2,70	-	-
	ПП-АН-4	6,74	0,76	-	-	-	-	1,95	-	-
	ПП-АН-7	12,22	2,18	-	-	-	-	0,95	-	-
8.	<i>Полуавтоматическая сварка сталей в среде углекислого газа</i>									
8.1.	Св-08Г2С	7,48	0,50	0,02	-	-	-	-	0,70	2,90
8.2.	Св-Х19Н9Ф2С3	6,50	0,42	0,03	-	Никеля оксид	0,04	-	-	-
8.3.	Св-16Х-16Н25М6	12,55	0,35	0,10	-	Никеля оксид	2,00	-	-	2,50
8.4.	Св-10Х20Н7СТ	7,52	0,45	0,03	-	-	-	-	-	-
8.5.	СВ-08Х19НФ-2Ц2	6,44	0,40	0,50	-	Никеля оксид	0,66	-	-	-
8.6.	СВ-76Х16Н-25М6	10,00	2,00	1,00	-	То же	2,00	-	-	-
8.7.	Св-10Г2Н2СМТ	11,86	0,14	-	-	-	-	-	-	-
8.8.	ЭП-245	11,79	0,61	-	-	-	-	-	-	3,20
8.9.	ЭП-704	7,43	0,80	0,07	-	Никеля оксид	0,10	-	-	3,00
8.10.	Св-08ХГСНЗДМ	4,02	0,22	0,16	-	-	-	-	0,80	11,00
8.11.	ЭП-854	6,10	0,70	0,60	-	-	-	-	-	2,00
8.12.	08ХГН2МТ	4,17	-	0,03	1,90	Титана оксид	0,40	-	0,80	11,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9.	<i>Полуавтоматическая сварка меди, ее сплавов в защите азота</i>									
9.1.	Электродная проволока МНЖКТ-5-1-0,2-0,2 (для меди)	2,50	0,20	-	1,50	Меди оксид	7,00	-	-	-
						Никеля оксид	0,70			
9.2.	Электродная проволока МНЖКТ-5-1-0,2-0,2 (для медноникелевых сплавов)	3,50	0,30	-	1,50	Меди оксид	11,00	-	-	-
						Никеля оксид	0,50			
9.3.	М1 (для медных сплавов)	-	0,44	-	-	Меди оксид	11,00	-	-	-
9.4.	КМЦ (для меди и ее сплавов)	-	0,59	-	0,26	То же	6,30	-	-	-
10.	<i>Полуавтоматическая сварка алюминия в защите аргона и гелия</i>									
10.1.	Проволока Д-20	0,85	0,09	-	0,08	Алюминия оксид	7,60	-	-	-
10.2.	АМЦ	0,56	0,62	-	0,52	То же	20,40	-	0,35	-
10.3.	АМГ-6Т	1,56	0,23	0,50	0,45	"-	8,50	-	0,33	-
						Магния оксид	5,50			
						Титана оксид	0,80			
10.4.	АМГ1, АМГ2	0,80	0,78	-	0,30	Алюминия оксид	16,50	-	-	-
						Магния оксид	1,50			
10.5.	АМГ3	0,80	1,05	-	-	Алюминия оксид	19,20	-	0,30	-
						Магния оксид	3,50			
10.6.	АМГ4, АМГ5, АМГ6	0,80	1,05	-	0,45	Алюминия оксид	10,50	-	0,30	-
						Магния оксид	4,60			
						Титана оксид	0,60			
10.7.	Электроды ОЗА-1	10,40	0,75	-	0,80	Алюминия оксид	20,00	-	-	-
10.8.	ОЗА-2/АК	20,00	0,95	-	1,50	То же	28,00	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11.	Автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка металлов под флюсом									
11.1.	Плавленные флюсы									
	ОСЦ-45	0,07	0,03	-	0,05	-	-	0,103	0,006	1,47
11.2.	АК-348А	0,03	0,02	-	0,05	-	-	0,086	0,001	0,71
11.3.	ФЦ-2	0,07	-	-	0,05	-	-	0,033	0,006	-
11.4.	ФЦ-6	0,03	0,01	-	0,05	-	-	0,033	-	0,58
11.5.	ФЦ-7	0,02	0,01	-	0,05	-	-	0,044	0,033	-
11.6.	ФЦ-9	0,05	0,01	-	0,05	-	-	0,033	0,006	0,34
11.7.	ФЦ-11	0,04	0,05	-	-	-	-	0,020	-	-
11.8.	ФЦ-12	0,06	0,03	-	-	-	-	0,02	-	-
11.9.	АН-22	0,11	0,01	-	-	-	-	0,02	-	-
11.10.	АН-26	0,07	0,01	-	-	-	-	0,03	-	-
11.11.	АН-30	0,06	0,03	-	-	-	-	0,03	-	-
11.12.	АН-42	0,07	0,01	-	-	-	-	0,02	-	-
11.13.	АН-60	0,08	0,01	-	-	-	-	-	-	-
11.14.	АН-64	0,07	0,02	-	-	-	-	-	-	-
11.15.	48-ОФ-6	0,10	0,01	-	-	-	-	0,07	-	-
11.16.	48-ОФ-6М	0,09	0,01	-	-	-	-	0,04	-	-
11.17.	48-ОФ-7	0,04	0,05	-	-	-	-	0,02	-	-
11.18.	48-ОФ-11	0,01	0,07	-	-	-	-	0,01	-	-
11.19.	ФЦЛ-2	0,08	-	-	0,05	-	-	0,03	0,005	0,95
11.20.	Керамические флюсы									
	АНК-18	0,43	0,01	-	-	-	-	0,04	-	-
11.21.	АНК-30	0,25	0,01	-	-	-	-	0,02	-	-
11.22.	ЖС-450	0,66	0,14	-	-	-	-	0,18	-	22,40
11.23.	К-1	0,04	0,02	-	-	-	-	0,15	-	0,50
11.24.	К-8	4,90	-	-	-	-	-	0,13	-	17,80
11.25.	К-11	1,22	0,08	-	-	-	-	0,14	0,60	-
11.26.	КС-12ГА2	3,27	0,13	-	-	-	-	0,43	-	20,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12.	Автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка алюминия и его сплавов									
12.1.	Плавленные флюсы									
	АГ-А1	21,60	-	-	-	Алюминия оксид	31,20	4,16	-	-
12.2.	АН-ТЗ	-	-	-	-	Фториды плохо растворимые	0,47	-	-	-
						Титана оксид	0,08			
						Алюминия оксид	1,35			
12.3.	Керамические флюсы									
	ЖА-64	-	-	-	-	Титана оксид	0,12	0,076	-	-
						Алюминия оксид	0,18			
13.	Ручная электродуговая наплавка									
13.1.	Литые твердые сплавы									
	С-27	21,19	-	1,01	-	Никеля оксид	0,05	-	-	-
13.2.	В-2К	14,94	-	1,68	-	Кобальта оксид	0,60	-	-	-
13.3.	Стержневые электроды с легирующей обмазкой									
	КБХ-45	37,48	-	2,12	-	-	-	-	-	-
13.4.	БХ-2	40,24	-	2,56	-	-	-	-	-	-
13.5.	ХР-19	37,05	-	4,35	-	-	-	-	-	-
13.6.	Наплавочные смеси									
	КБХ	81,067	-	0,033	-	-	-	-	-	-
13.7.	БХ	54,192	-	0,008	-	-	-	-	-	-
13.8.	Сталинит М (ручная электродуговая сварка)	83,009	9,48	0,011	-	-	-	-	-	-
13.9.	Порошки для напыления									
	СНГН	39,108	-	0,357	-	Бор	0,235	-	-	-
13.10.	ВСНГН	22,955	-	0,362	-	Бор	0,288	-	-	-
						Никель и его оксиды	0,095			

Сварочное производство

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14.	<i>Ручная газовая наплавка</i>									
14.1.	Литые твердые сплавы									
	С-27	3,06	-	0,01	-	Никеля оксид	0,02	-	-	-
14.2.	В-2К	1,85	-	0,47	-	Кобальта оксид	0,01	-	-	-
14.3.	Литые карбиды (трубчатые электроды) РЭЛИТ-ТЗ	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-
15.	<i>Ручная аргонно-дуговая наплавка вольфрамовым электродом</i>									
15.1.	Медно-никелиевый сплав	0,74	0,01	-	-	Никеля оксид	0,16	-	0,15	0,18
						Меди оксид	0,10			
15.2.	Оловянистая бронза	0,66	0,04	-	-	Никеля оксид	0,50	-	0,60	-
						Цинка оксид	1,70			
						Меди оксид	1,60			
16.	<i>Полуавтоматическая наплавка плавящимся электродом в среде аргона</i>									
16.1.	Оловянистая бронза	2,93	0,13	--	-	Никеля оксид	0,90	-	0,13	0,02
						Меди оксид	1,50			
						Цинка оксид	0,54			
17.	<i>Плазменная сварка металлов*</i>									
17.1.	Сталь углеродистая низколегированная	0,25	0,03	-	-	-	-	-	0,70	0,14
17.2.	Сталь качественная легированная	0,30	0,04	-	-	-	-	-	0,65	0,14
17.3.	Сталь высокомарганцовистая	0,40	0,07	-	-	-	-	-	0,65	0,14
17.4.	Сплавы АМГ	-	-	-	-	Алюминия оксид	0,18	-	0,20	0,05
17.5.	Сплавы титана	-	-	-	-	Титана оксид	0,14	-	0,11	0,04

Примечание. * Количество выделяющихся вредных веществ приведено в г/погонный м шва.

Таблица V-5 - Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу при резке металлов и сплавов

№ № п/п	Процесс резки, вид материала	Толщина разреза- емого материа- ла, мм	Количество выделявшихся вредных веществ, г/погонный м резки					
			Твердые частицы				Газообразные компоненты	
			Железа (III) оксид Fe ₂ O ₃	Марган- ца (IV) оксид MnO ₂	Прочие		Азота (II) оксид NO	Углеро- да (II) оксид CO
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Газовая резка (в т.ч. огневая разделка шихты)							
1.1.	Сталь углеродистая низколегированная	5	2,18	0,07	-	-	1,18	1,50
		10	4,37	0,13	-	-	2,20	2,18
		20	8,73	0,27	-	-	2,40	2,93
		40	17,6	0,55	-	-	2,70	3,65
		60	26,3	0,80	-	-	3,00	4,2
		80	35,0	1,1	-	-	3,3	4,5
		100	43,7	1,37	-	-	3,6	4,9
		200	87,3	2,74	-	-	5,0	6,7
1.2.	Сталь качественная легированная	5	2,34	-	Хрома (VI) оксид	0,12	1,02	1,30
		10	4,77	-	То же	0,23	1,49	1,90
		20	9,53	-	-"	0,47	2,02	2,60
		40	19,1	-	-"	0,61	2,6	3,25
		60	28,6	-	-"	0,75	2,9	3,83
		80	38,2	-	-"	0,9	3,25	4,32
		100	47,7	-	-"	1,1	3,61	4,85
		200	84,0	-	-"	2,1	5,41	6,50
1.3.	Сталь высокомарганцовистая	5	1,85	0,60	-	-	1,10	1,40
		10	3,70	1,20	-	-	1,50	2,00
		20	7,40	2,40	-	-	2,20	2,70
		40	14,80	4,80	-	-	2,70	3,50
		60	22,20	7,20	-	-	3,20	4,35
		80	29,6	9,60	-	-	3,70	5,20
		100	37,00	12,0	-	-	4,15	6,00
		200	74,00	24,0	-	-	6,40	10,00
1.4.	Сплавы титана	4	-	-	Титана оксид	4,70	0,20	0,60
					Алюминия оксид	0,30		
		12	-	-	Титана оксид	14,00	0,60	1,50
					Алюминия оксид	1,00		
		20	-	-	Титана оксид	22,00	1,00	2,50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Алюминия оксид	2,00		
		30	-	-	Титана оксид	32,0	1,50	2,70
					Алюминия оксид	2,60		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		60	-	-	Титана оксид	62,0	3,00	5,40
					Алюминия оксид	4,50		
2.	Плазменная резка							
2.1.	Сталь углеродистая низколегированная	10	3,38	0,12	-	-	6,80	1,40
		14	5,82	0,18	-	-	10,00	2,00
		20	9,70	0,30	-	-	14,00	2,50
		40	19,40	0,60	-	-	26,00	3,7
		60	29,10	0,90	-	-	35,00	4,9
		80	36,80	1,20	-	-	43,00	6,2
		100	48,50	1,50	-	-	53,00	7,45
		200	37,00	3,00	-	-	90,00	13,8
2.2.	Сталь качественная	5	2,86	-	Хрома (VI) оксид	0,14	6,30	1,43
		10	4,76	-	То же	0,24	9,50	1,83
		20	11,42	-	-"	0,58	12,70	2,10
		40	22,8	-	-"	1,15	15,7	2,6
		60	34,9	-	-"	1,7	18,5	3,1
		80	45,8	-	-"	2,3	20,00	3,6
		100	57,6	-	-"	2,9	23,00	4,1
2.3.	Сталь высокомарганцовистая	5	3,28	0,72	-	-	6,50	1,40
		10	3,84	1,16	-	-	10,00	2,00
		20	7,87	1,73	-	-	13,00	2,50
		40	17,5	3,15	-	-	16,00	3,1
		60	26,4	4,50	-	-	18,00	3,9
		80	35,6	5,80	-	-	20,00	4,3
		100	44,0	7,65	-	-	22,5	5,0
2.4.	Сплавы АМГ	8	-	-	Алюминия оксид	2,50	2,00	0,50
		20	-	-	То же	3,50	3,00	0,60
		40	-	-	-"	5,2	5,00	0,75
		60	-	-	-"	6,9	6,7	0,98
		80	-	-	-"	8,7	8,7	1,2
		100	-	-	-"	10,3	10,5	1,4
2.5.	Сплавы титана	10	-	-	Титана оксид	2,73	10,5	0,40
					Алюминия оксид	0,17		
		20	-	-	Титана оксид	6,14	14,7	0,50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Алюминия оксид	0,19		
		30	-	-	Титана оксид	11,88	18,9	0,60
					Алюминия оксид	0,72		
		60	-	-	Титана оксид	23,6	23,1	1,20
					Алюминия оксид	1,30		
3.	<i>Электродуговая резка алюминиевых сплавов</i>	5	-	-	Алюминия оксид	1,00	1,00	0,20
		10	-	-	То же	2,00	2,00	0,60
		20	-	-	-"	4,00	4,00	0,90
		30	-	-	-"	6,00	6,00	1,80
		40	-	-	-"	8,00	8,2	2,3
		60	-	-	-"	12,00	12,15	3,5
		80	-	-	-"	16,00	16,2	4,65
		100	-	-	-"	20,00	20,3	5,8
4.	<i>Воздушнодуговая строжка*</i>							
4.1.	Сталь высокомарганцовистая		75,00	25,00	-	-	50,00	250,00
4.2.	Сплавы титана		-	-	Титана оксид	500,00	130,00	500,00

Примечание. * Количество выделяющихся вредных веществ приведено в г/кг угольных электродов.

Таблица V-6 - Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу при различных процессах сварочных, газорезательных работ

№ № п/п	Технологический процесс, применяемое оборудование	Выделяющиеся вредные вещества		
		Наименование	Единица измерения	Коли- чество
1	2	3	4	5
1.	<i>Контактная электросварка стали, стыковая и линейная</i>			
1.1.	Машины стыковые			
	МС-1602	Железа (III) оксид	10-3 г/с на 100 кВА номиналь- ной мощности	8,97
		Марганца (IV) оксид	То же	0,28
1.2.	МС-1202	Железа (III) оксид	-"	5,010
		Марганца (IV) оксид	-"	0,155
1.3.	МС-802	Железа (III) оксид	-"	2,34
		Марганца (IV) оксид	-"	0,07
2.	<i>Машины точечной электросварки</i>			
2.1.	МТПУ-300	Железа (III) оксид	-"	4,04
		Марганца (IV) оксид	-"	0,12
2.2.	МТ-2510	Железа (III) оксид	-"	2,153
		Марганца (IV) оксид	-"	0,066
2.3.	МТ-2507	Железа (III) оксид	-"	1,675
		Марганца (IV) оксид	-"	0,05
2.4.	МТ-1617	Железа (III) оксид	-"	1,34
		Марганца (IV) оксид	-"	0,04
2.5.	МПТ-75	Железа (III) оксид	-"	0,94
		Марганца (IV) оксид	-"	0,3
2.6.	МТПШ	Железа (III) оксид	-"	13,46
		Марганца (IV) оксид	-"	0,42
2.7.	МТР-2801 УХЛ4	Железа (III) оксид	-"	3,6
		Марганца (IV) оксид	-"	0,3
3.	<i>Контактная рельефная сварка</i>	Железа (III) оксид	10-3 г/с на 50 кВА номиналь- ной мощности	37,9
		Марганца (IV) оксид	То же	0,21
		Углерода (II) оксид	-"	7,0
4.	<i>Сварка трением</i>	Углерода (II) оксид	мг/см ² площади стыка	8,00
5.	<i>Газовая сварка ацетилено- кислородным пламенем</i>			
5.1.	Газовая сварка стали ацетиленокислородным пламенем	Азота (II) оксид	г/кг ацетилена	22,0
5.2.	Газовая сварка алюминия ацетиленокислородным пламенем	Алюминия оксид	То же	0,06
		Азота (II) оксид	-"	22,00

1	2	3	4	5
6.	<i>Газовая сварка пропанобу- тановой смесью</i>			
6.1.	Газовая сварка стали пропанобутановой смесью	Азота (II) оксид	г/кг смеси	15,00
6.2.	Газовая сварка алюминия пропанобутановой смесью	Алюминия оксид	То же	0,04
		Азота (II) оксид	-"	15,00
7.	<i>Радиочастотная сварка алюминия агрегатом типа 16-76</i>	Алюминия оксид	10^{-3} г/с на 1 агрегат	2,03
8.	<i>Плазменное электродуговое напыление сплавов</i>			
8.1.	Плазменное напыление алюминиевых сплавов	Алюминия оксид	г/кг сплава	0,50
8.2.	Плазменное напыление медных сплавов	Меди оксид	То же	0,40
8.3.	Плазменное напыление цинковых сплавов	Цинка оксид	-"	0,40
9.	<i>Электродуговое напыление</i>			
9.1.	Электродуговое напыление алюминиевых сплавов	Алюминия оксид	-"	1,80
9.2.	Электродуговое напыление цинковых сплавов	Цинка оксид	-"	0,78
9.3.	Электродуговое напыление стали	Железа (III) оксид	-"	1,20

VI. ЗАПРАВКА АВТОТРАНСПОРТА

Расчёт выбросов вредных веществ при заправке автотранспорта рекомендуется выполнять по [1].

При заправке автотранспорта в атмосферу выделяются пары бензина и дизельного топлива. Расчёт выполняется для условий, при которых выбросы максимальные.

Количество выбросов в атмосферу вредных веществ (кг/ч) рассчитывается по формуле:

$$M = Q \times K \times g,$$

где

Q	производительность топливозаправочных колонок, м ³ /ч;
K	коэффициент, зависящий от концентрации паров топлива, (для бензина K = 0,000058, для дизельного топлива K = 0,000036);
g	плотность топлива, кг/м ³ , (бензина - 730, дизельного топлива - 930).

Источники информации:

1. Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий машиностроения и военно-промышленного комплекса. I и II том. Министерство машиностроения, военно-промышленного комплекса и конверсии Украины. Харьковский Государственный проектный институт. г.Харьков, 1997.

VII. ПРОИЗВОДСТВО СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Существует два типа синтетических волокон:

- полусинтетические, или целлюлозные (вискозные или ацетатные);
- настоящие синтетические, или нецеллюлозные (полиэфир, нейлон, акрил и модоакрил, полиолефин).

Полусинтетические волокна получают из природного полимерного материала - целлюлозы.

Настоящие синтетические волокна - продукт полимеризации меньших химических звеньев в длинноцепные молекулярные полимеры.

Волокна получают путем продавливания вискозной жидкости или раствора полимера через небольшие отверстия - фильеры и немедленного загустевания или осаждения получаемых в результате филаментов. Подготовленный полимер может использоваться в производстве других неволоконистых продуктов, таких как экструдированная пластмасса и синтетический каучук.

Синтетические волокна (полусинтетические и настоящие синтетические) обычно производятся двумя методами - формованием из расплава и формованием из раствора.

В процессе формования из расплава используется тепло для расплавления полимера волокна до вязкости, необходимой для экструзии через фильеру.

При формовании из раствора используется большое количество органических растворителей для растворения полимера волокна в жидкий раствор полимера, необходимый для экструзии через фильеру (органические растворители обычно рекуперируются по экономическим соображениям).

Применяют два метода формования из раствора - сухой и мокрый. Третий метод - реакционное формование - также используется, но в меньшей степени. Процесс реакционного формования включает образование филаментов из форполимеров и мономеров, которые в дальнейшем полимеризуются и образуют поперечную связь после формования филамента.

Процесс формования, используемый для определенного полимера, определяется точкой плавления полимера, устойчивостью расплава, растворимостью в органических и/или неорганических растворителях. (Полимеризация полимера волокна обычно происходит на том же оборудовании, где формуется волокно). После формования волокно проходит одну или более разных ступеней технологической отделки для соответствия требуемым физическим свойствам: вытяжку, замасливание, придание извитости, термостабилизацию, резку, крутку. Конечный продукт может классифицироваться как очес, штапель, непрерывная филаментная нить.

В Украине имеется только одно предприятие по производству полусинтетического волокна - вискозы, для этого производства и приводятся удельные выбросы загрязняющих веществ.

Процесс получения вискозного волокна (вискозный процесс)

Сырьем для производства вискозного волокна служат: растворенная древесная целлюлоза, гидроксид натрия, сероуглерод и серная кислота.

Вискозный процесс состоит из следующих этапов:

1. Древесная целлюлоза и концентрированный раствор гидроксида натрия реагируют до образования щелочной целлюлозы.
2. Щелочная целлюлоза реагирует с сероуглеродом до образования ксантогената целлюлозы.
3. Ксантогенат целлюлозы растворяется в разбавленном растворе гидроксида натрия до получения вискозного раствора.
4. Раствор созревает до полного реагирования.
5. Формование волокон. Вискозный раствор экструдирован через фильеры в специально приготовленные растворы, которые регенерируют целлюлозу в форме непрерывных филаментов. Формование осуществляется центрифугальным способом либо непрерывным.

Основные загрязняющие вещества в производстве вискозного волокна: сероуглерод, сероводород и небольшое количество макрочастиц. Основная часть выбросов сероуглерода и сероводорода происходит в процессе формования.

Улавливание сероводорода с эффективностью до 99% осуществляется щелочно-гидрохиноновым раствором с дальнейшей утилизацией для получения серы.

Улавливание сероуглерода с эффективностью 95-97% осуществляется в адсорберах с активированным углем.

Удельный расход сероуглерода для получения вискозного раствора составляет 305-315 кг/т вискозной нити.

Таблица VII-1 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, кг/т вискозной нити [по данным ОАО "Черкасское химволокно", письмо от 24.02.2004 № 1188 в адрес "УкрНТЭК"]

Наименование производства	Удельные выбросы (не более), кг/т			
	Наименование вещества	Без очистки	От технологических аппаратов, снабженных газоочисткой	Суммарные
Производство вискозной текстильной нити центрифугального способа формования	сероуглерод	81,0	7,0	88,0
	сероводород	15,0	0,70	15,7
Производство вискозной текстильной нити непрерывного способа формования	сероуглерод	238,0	14,0	36,1
	сероводород	35,5	0,60	15,7
Предлагаемые удельные нормы для предприятия	сероуглерод	134,3	9,32	143,62
	сероводород	21,79	0,67	22,46

VIII. ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ГАЗЫ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ СЖИЖЕННЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ДЛЯ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ (Код SNAP 040104)

Потери сжиженного газа при технологических операциях и хранении

Потери сжиженного углеводородного газа имеют место во время:

- операций слива или налива:

слив резервуаров; слив железнодорожных цистерн; слив автомобильных цистерн; налив железнодорожных цистерн; налив автомобильных цистерн; налив танкеров; слив танкеров; наполнение баллонов газобаллонных автомобилей; наполнение баллонов бытового назначения; слив неиспарившихся остатков из баллонов бытового назначения;

- операций, связанных с ремонтом:

ремонт и переосвидетельствование резервуаров, цистерн, баллонов газобаллонных, автомобилей, баллонов бытового назначения; ремонт или изменение запорной арматуры; ремонт компрессоров и помп;

- операций, связанных с эксплуатацией баз хранения сжиженного углеводородного газа (дренажей резервуаров, помп, предохранительных клапанов): очистка фильтров; хранение сжиженного углеводородного газа (естественные потери).

Методика расчета потерь газа при технологических операциях и хранении определяется отраслевым стандартом Украины ГСТУ 320.00149943.016-2000, который приводится ниже¹.

¹ В европейском Руководстве по инвентаризации выбросов CORINAIR, код SNAP 040104, рассматриваются выбросы неметановых ЛОС'ов при хранении и транспортировке летучих промежуточных продуктов, в том числе, сжиженных нефтяных газов, однако никаких данных о коэффициентах эмиссии для сжиженных нефтяных газов не приводится.

Гази вуглеводневі скраплені

Методика розрахунку втрат

Видання офіційне

м. Київ
Держнафтогазпром
2000 рік

Передмова

1 Розроблено

Українським науково-дослідним інститутом нафтопереробної промисловості Укр НДІ НП "Масма";
ТОВ "Альфа-Нафта";
Головпобутгаз.

2 Внесено

Управлінням нафтопереробної промисловості Державного департаменту нафтової, газової та нафтопереробної промисловості Держнафтогазпрому Мінпаливенерго України.

3 Затверджено та надано чинності

Наказом Державного департаменту нафтової, газової та нафтопереробної промисловості Держнафтогазпром Мінпаливенерго України від 27 листопада 2000 року за № 140.

4 На заміну

Розділу 8 ГСТУ 320.24370569.009-98 Галузевий стандарт України. Гази вуглеводневі зріджені паливні для комунально-побутового споживання. Технологічні та облікові операції із залишками газу. Граничні норми втрат газу під час виконання технологічних операцій.

5 Розробники

Іщук Ю.Л., Поляков А.М., Присяжнюк Л.Є, Нестеренко М.П.

6 Зареєстровано

Українським науково-дослідним інститутом стандартизації, сертифікації та інформатики Держстандарту України
за № 804/200460 від "01" грудня 2000 р.

Цей стандарт не може бути повністю або частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу Держнафтогазпрому Мінпаливенерго України.

З М І С Т

с.

1 Галузь використання	151
2 Нормативні посилання	151
3 Позначення і скорочення	152
4 Загальні положення	152
5 Структура втрат	152
6 Розрахунок втрат СВГ	153
6.1 Порядок розрахунку втрат під час зливу та наливу (наповнення)	153
6.2 Порядок розрахунку втрат під час проведення операцій, пов'язаних з ремонтом обладнання на ГНС, ГНП та АГЗС	155
6.3 Порядок розрахунку втрат, пов'язаних з експлуатацією ГНС, ГНП та АГЗС	156
7 Порядок розрахунку втрат СВГ під час зберігання (природні втрати)	159
Додаток А. Визначення густини СВГ	160

ГАЛУЗЕВИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ***Гази вуглеводневі скраплені****Методика розрахунку втрат**

Гази углеводородные сжиженные

Методика расчета потерь

Чинний від 2000.12.01

1 Галузь використання

Цей стандарт поширюється на гази вуглеводневі скраплені за ГОСТ 20448 та ГОСТ 27578 і містить науково обгрунтовану методику розрахунку втрат газу під час здійснення технологічних операцій та зберігання.

Вимоги цього стандарту є обов'язковими для персоналу підприємств з газопостачання та газифікації, які діють на території України незалежно від форм власності.

2 Нормативні посилання

У цьому стандарті наведено посилання на такі стандарти:

ГОСТ 20448-90 Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия.

ГОСТ 27578-87 Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта. Технические условия.

ГОСТ 28656-90 Газы углеводородные сжиженные. Расчетный метод определения плотности и давления насыщенных паров.

ГОСТ 30319.0-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения.

ГОСТ 30319.1-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки.

ГОСТ 30319.2-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости.

ГОСТ 30319.3-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств по уравнению состояния.

ГСССД Р127-85 Пропан, н-бутан и н-пентан как компоненты природного газа. Плотность, фактор сжимаемости, энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость, показатель адиабаты и изобарный коэффициент расширения при температурах 270-700 К и давлениях 0,1-30 МПа.

* Видання офіційне

3 Позначення і скорочення

- СВГ - скраплений вуглеводневий газ.
- ГНС - газонаповнювальна станція.
- ГНП - газонаповнювальний пункт.
- АГЗС - автомобільна газозаправна станція.

4 Загальні положення

4.1 Вимоги цього стандарту обов'язкові для розрахунку втрат СВГ на всіх об'єктах, які здійснюють приймання, відпуск, зберігання та облік СВГ.

4.2 Під втратами розуміють безповоротні втрати газу, яких неможливо уникнути через існуючий рівень технологічних процесів та експлуатації устаткування.

4.3 Стандартом передбачається порядок розрахунку гранично допустимих технологічних і природних втрат.

4.4 У стандарті наводиться порядок розрахунку втрат, які виникають тільки за умови дотримання діючих технічних вимог з експлуатації та ремонту об'єктів, які здійснюють приймання, відпуск, зберігання та облік СВГ (ГНС, ГНП, АГЗС та ін.). Розрахунок втрат, які виникають під час аварій, стандартом не передбачений.

4.5 Стандартом передбачено розрахунок втрат на кожній технологічній операції, що здійснений за конкретних умов визначення густини рідкої та парової фаз СВГ.

5 Структура втрат

Втрати СВГ мають місце під час:

- операцій зливу або наливу:

- злив резервуарів;
- злив залізничних цистерн;
- злив автомобільних цистерн;
- налив залізничних цистерн;
- налив автомобільних цистерн;
- налив танкерів;
- злив танкерів;
- наповнення балонів газобалонних автомобілів;
- наповнення балонів побутового призначення;
- злив невипарених залишків із балонів побутового призначення;

- операцій, що пов'язані з ремонтом:

- ремонт та переопосвідчення резервуарів, цистерн, балонів газобалонних автомобілів, балонів побутового призначення;
- ремонт або зміна запірної арматури;
- ремонт компресорів та pomp.

Кількість зупинок за рік з приводу ремонту або переопосвідчення повинна відповідати вимогам нормативних та керівних документів стосовно ремонту та експлуатації обладнання.

- операцій, що пов'язані з експлуатацією баз зберігання СВГ (дренаж резервуарів, pomp, запобіжних клапанів):

- очищення фільтрів;
- зберігання СВГ (природні втрати).

6 Розрахунок втрат СВГ

Визначення густини рідкої (ρ_p) та парової (ρ_n) фаз СВГ здійснюється за додатком А.

6.1 Порядок розрахунку втрат під час зливу та наливу (наповнення)

6.1.1 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час зливу з резервуарів, залізничних і автомобільних цистерн здійснюється за формулою:

$$B_u = B_u^p + B_u^n + B_u^{nn}, \quad (1)$$

де

B_u^p	втрати СВГ у рідкій фазі під час зливу з резервуару або цистерни, кг;
B_u^n	втрати СВГ у паровій фазі під час зливу з резервуару або цистерни, кг;
B_u^{nn}	втрати СВГ у вигляді повернення парової фази, що заповнює об'єм резервуару або цистерни під час зливу СВГ, кг.

$$B_u^p = N \times \rho_p \times V_{pp}, \quad (2)$$

де

N	кількість зливно-наливних ліній під час зливу з резервуару або цистерни;
ρ_p	густина рідкої фази СВГ, кг/м ³ ;
V_{pp}	об'єм зливно-наливного рукава, м ³ .

$$V_{pp} = 0,785 \times 10^{-6} \times d_{pp}^2 \times l_{pp}, \quad (3)$$

де

d_{pp}	внутрішній діаметр зливно-наливного рукава, мм;
l_{pp}	довжина зливно-наливного рукава, м.

$$B_u^n = \rho_n \times V_{pn}, \quad (4)$$

де

ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V_{pn}	об'єм рукава парової фази, м ³ ;

$$V_{pn} = 0,785 \times 10^{-6} \times d_{pn}^2 \times l_{pn}, \quad (5)$$

де

d_{pn}	внутрішній діаметр рукава парової фази СВГ, мм;
l_{pn}	довжина рукава парової фази СВГ, м.

$$B_u^{nn} = \rho_n \times V_u, \quad (6)$$

де

ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V_u	об'єм резервуару або цистерни, м ³ ;

6.1.2 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час наливу (наповнення) залізничних і автомобільних цистерн здійснюється за формулою:

$$B_a = \rho_p \times V_{pp} \times N + \rho_n \times V_{pn}, \quad (7)$$

де

ρ_p	густина рідкої фази СВГ, кг/м ³ ;
V_{pp}	об'єм зливно-наливного рукава, м ³ .
N	кількість наливних ліній;
ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V_{pn}	об'єм рукава парової фази, м ³ .

V_{pn} , V_{pp} - обчислюються аналогічно формулам (3) та (5).

6.1.3 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час наповнення балонів газобалонних автомобілів здійснюється за формулою:

$$B_{zb} = 13 \times 10^{-6} \times \rho_p, \quad (8)$$

де

13×10^{-6}	втрати СВГ під час наповнення одного газобалонного автомобіля, м ³ ;
ρ_p	густина рідкої фази СВГ, кг/м ³ .

6.1.4 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час наливу, зливу танкерів здійснюється за формулою:

$$B_m = \rho_n \times V_{pm}, \quad (9)$$

де

ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V_{pm}	підсумковий об'єм рідинних та парових рукавів, м ³ , розраховується за формулами (3) та (5).

6.1.5 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час наповнення балонів побутового призначення здійснюється за формулою:

$$B_{\delta} = 8 \times 10^{-6} \rho_p, \quad (10)$$

де

ρ_p	густина рідкої фази СВГ, кг/м ³ .
8×10^{-6}	об'єм рідкої фази, що втрачається під час роз'єднання стикувальних пристроїв (7 см ³) та на роботу пневмоавтоматики (1 см ³).

6.1.6 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час зливу невинпарених залишків із балонів побутового призначення здійснюється за формулою:

$$B_{из} = \rho_n \times V_{\delta}, \quad (11)$$

де

ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V_{δ}	місткість балона, м ³ .

6.2 Порядок розрахунку втрат під час проведення операцій, пов'язаних з ремонтом обладнання на ГНС, ГНП та АГЗС

6.2.1 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час звільнення ємностей (резервуарів, цистерн, балонів газобалонних автомобілів та балонів побутового призначення) у зв'язку з ремонтом або опосвідченням здійснюється за формулою:

$$B_p = \rho_n \times V, \quad (12)$$

де

ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V	об'єм ємності, що підлягає ремонту або опосвідченню, м ³ .

6.2.2 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час продувки ємностей (резервуарів, цистерн, балонів газобалонних автомобілів та балонів побутового призначення) після ремонту або опосвідчення здійснюється за формулою:

$$B_{np} = 3 \times \rho_n \times V, \quad (13)$$

де

ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V	об'єм ємності, що продувається після ремонту або опосвідчення, м ³ ;
3	коефіцієнт, що враховує потрібні втрати СВГ на продувку об'єкта після ремонту.

6.2.3 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час ремонту трубопроводів або запірної арматури здійснюється за формулою:

$$B_{за} = B_{за}^p + B_{за}^n + B_{за}^{prod}, \quad (14)$$

де

$B_{за}^p$	втрати рідкої фази СВГ під час звільнення трубопроводу перед його ремонтом або ремонтом запірної арматури, кг;
$B_{за}^n$	втрати СВГ у паровій фазі під час звільнення трубопроводу перед його ремонтом або ремонтом запірної арматури, кг;
$B_{за}^{prod}$	втрати СВГ у паровій фазі, під час продувки після ремонту трубопроводу чи запірної арматури, (кг).

$$B_{за}^p = \rho_p \times V_{тр}, \quad (15)$$

де

ρ_p	густина рідкої фази СВГ, кг/м ³ .
$V_{тр}$	об'єм трубопроводу рідкої фази СВГ, який необхідно звільнити перед ремонтом, розраховується аналогічно формулі (3), м ³ .

$$B_{за}^n = \rho_n \times V_{mn}, \quad (16)$$

де

ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V_{mn}	об'єм трубопроводу парової фази СВГ, який необхідно звільнити перед ремонтом, розраховується аналогічно формулі (5), м ³ .

$$B_{за}^{prod} = 3 \times (V_{mn} + V_{mp}) \times \rho_n, \quad (17)$$

де

3	коефіцієнт, що враховує потрійні втрати СВГ на продувку перед пуском трубопроводу;
ρ_n	густина парової фази СВГ, яким ведеться продувка трубопроводу перед запуском після ремонту, кг/м ³ ;
V_{mn}	об'єм трубопроводу парової фази СВГ, який необхідно продати після ремонту, розраховується аналогічно формулі (5), м ³ ;
V_{mp}	об'єм трубопроводу рідкої фази СВГ, який необхідно продати після ремонту, розраховується аналогічно формулі (3), м ³ .

6.2.4 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час ремонту компресорів здійснюється за формулою:

$$B_k = 4 \times \rho_n \times V_k, \quad (18)$$

де

4	коефіцієнт, що враховує одноразові втрати СВГ під час зупинки та потрійні втрати на продувку під час пуску компресора;
ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;
V_k	об'єм порожнини циліндра компресора та трубопроводу до запірної арматури, м ³ .

6.2.5 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час ремонту pomp здійснюється за формулою:

$$B_k = \rho_p \times V_n + 3 \times \rho_n \times V_n, \quad (19)$$

де

3	коефіцієнт, що враховує потрійні втрати СВГ на продувку під час пуску помпи;
ρ_p	густина рідкої фази СВГ, що скидається під час зупинки помпи на ремонт, кг/м ³ ;
ρ_n	густина парової фази СВГ, яким здійснюється продувка помпи та трубопроводу перед пуском помпи після ремонту, кг/м ³ ;
V_n	об'єм порожнини помпи і трубопроводу до запірної арматури, м ³ .

6.3 Порядок розрахунку втрат, пов'язаних з експлуатацією ГНС, ГНП та АГЗС

6.3.1 Втрати під час дренажу резервуарів із СВГ:

Втрати під час дренажу одного резервуару становлять 1,5 кг.

6.3.2 Розрахунок втрат газу в кілограмах за годину під час перевірки запобіжних клапанів здійснюється за формулою:

$$B_{зан} = 3,16 \times \alpha \times F \times B \times \sqrt{(P_1 + 0,1) \times \rho_n}, \quad (20)$$

де

α	коефіцієнт втрати газу (паспортні дані клапана);
F	площа найменшого перерізу проточної частини сідла клапана, см ² , (паспортні дані клапана);
B	коефіцієнт, що визначається за таблицею VIII-1, де показник адіабати обчислюється за ГОСТ 30319.0, ГОСТ 30319.1, ГОСТ 30319.3;
P_1	максимально надмірний тиск перед запобіжним клапаном, МПа;
ρ_n	густина парової фази СВГ, кг/м ³ ;

6.3.3 Розрахунок втрат газу в кілограмах під час очищення фільтрів здійснюється за формулою:

$$B_{\phi} = V_{\phi} \times \rho_p, \quad (21)$$

де

V_{ϕ}	об'єм порожнини фільтра і трубопроводу до запірної арматури, м ³ ;
ρ_p	густина рідкої фази СВГ, що скидається під час очищення фільтра, кг/м ³ .

7 Порядок розрахунку втрат СВГ під час зберігання (природні втрати)

Розрахунок втрат газу в кілограмах за добу здійснюється за формулою:

$$B_{зб} = 0,001 \times H_{зб} \times V_{зб} \times \rho_p, \quad (22)$$

де

$H_{зб}$	норма природних втрат під час зберігання СВГ, кг/т за добу, визначається за таблицею VIII-2;
$V_{зб}$	об'єм рідкої фази СВГ у ємності, в якій він зберігається, м ³ ;
ρ_p	густина рідкої фази СВГ, кг/м ³ .

Таблица VIII-1 Значення коефіцієнта В

0,1/P ₁	Значення показника адіабати К											
	1,0	1,135	1,24	1,30	1,40	1,66	2,0	2,5	3,0	4,0	6,0	10
0	0,429	0,449	0,464	0,472	0,484	0,513	0,544	0,582	0,612	0,659	0,721	0,789
0,04	0,438	0,459	0,474	0,482	0,494	0,524	0,556	0,594	0,625	0,673	0,736	0,800
0,08	0,447	0,469	0,484	0,492	0,505	0,535	0,568	0,607	0,639	0,687	0,752	0,823
0,12	0,457	0,479	0,495	0,503	0,516	0,547	0,580	0,620	0,653	0,702	0,768	0,841
0,16	0,468	0,490	0,506	0,515	0,528	0,559	0,594	0,635	0,668	0,719	0,786	0,881
0,20	0,479	0,502	0,519	0,527	0,541	0,573	0,609	0,651	0,685	0,737	0,806	0,878
0,24	0,492	0,515	0,546	0,541	0,555	0,588	0,624	0,668	0,702	0,756	0,826	0,891
0,28	0,505	0,529	0,552	0,556	0,570	0,604	0,641	0,686	0,721	0,776	0,844	0,903
0,32	0,520	0,545	0,563	0,572	0,587	0,622	0,660	0,706	0,743	0,798	0,860	0,913
0,36	0,536	0,562	0,580	0,590	0,605	0,641	0,680	0,728	0,765	0,818	0,874	0,922
0,40	0,553	0,580	0,598	0,609	0,625	0,662	0,702	0,751	0,788	0,836	0,887	0,931
0,44	0,573	0,600	0,620	0,630	0,647	0,685	0,727	0,775	0,808	0,852	0,899	0,938
0,48	0,594	0,622	0,643	0,654	0,671	0,711	0,753	0,797	0,827	0,867	0,909	0,944
0,50	0,606	0,635	0,656	0,667	0,685	0,725	0,765	0,807	0,836	0,874	0,914	0,947
0,52	0,619	0,648	0,669	0,681	0,699	0,739	0,777	0,817	0,845	0,881	0,919	0,950
0,54	0,632	0,662	0,684	0,696	0,714	0,752	0,789	0,827	0,854	0,888	0,924	0,953
0,56	0,646	0,677	0,699	0,711	0,729	0,765	0,800	0,837	0,862	0,894	0,928	0,956
0,58	0,662	0,693	0,715	0,726	0,743	0,778	0,811	0,846	0,870	0,900	0,932	0,959
0,60	0,678	0,710	0,730	0,741	0,757	0,790	0,822	0,855	0,878	0,906	0,936	0,962
0,62	0,695	0,726	0,745	0,756	0,771	0,802	0,833	0,864	0,886	0,912	0,940	0,965
0,64	0,712	0,742	0,760	0,770	0,785	0,814	0,843	0,873	0,893	0,918	0,944	0,967
0,66	0,729	0,758	0,775	0,784	0,798	0,826	0,853	0,881	0,900	0,924	0,948	0,969
0,68	0,748	0,773	0,790	0,798	0,811	0,838	0,863	0,889	0,907	0,929	0,952	0,971
0,72	0,780	0,803	0,818	0,826	0,837	0,860	0,883	0,905	0,920	0,939	0,959	0,975
0,76	0,812	0,833	0,846	0,852	0,862	0,882	0,901	0,920	0,933	0,949	0,966	0,979
0,80	0,845	0,862	0,873	0,878	0,886	0,903	0,919	0,935	0,945	0,959	0,972	0,983
0,84	0,877	0,891	0,899	0,904	0,910	0,924	0,936	0,949	0,957	0,968	0,978	0,987
0,88	0,908	0,919	0,925	0,929	0,933	0,944	0,953	0,962	0,968	0,976	0,984	0,991
0,92	0,939	0,946	0,951	0,953	0,956	0,963	0,969	0,975	0,979	0,984	0,990	0,994
0,96	0,970	0,973	0,976	0,977	0,978	0,982	0,985	0,988	0,990	0,992	0,995	0,997
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Таблицю взято з "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", затверджених Госгортехнадзором СССР 19.05.1970г. (Таблица ,5-4-5).

Таблиця VIII-2

Природні втрати пропан-бутанової фракції за добу зберігання для середньодобових температур

Температура, °С	0	+2	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+16	+18	+20	+22	+24	+26	+28	+30
Втрати, $\times 10^{-2}$ кг/т	16	16,3	16,7	17,0	17,3	17,7	18,0	18,3	18,7	19,1	19,5	19,9	20,3	20,7	21,0	21,4
Температура, °С	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-24	-26	-28	-30
Втрати, $\times 10^{-2}$ кг/т	16	15,0	14,0	13,3	12,5	11,6	10,8	10,0	9,0	8,3	7,5	6,5	5,7	4,8	4,0	3,2

Додаток А
(обов'язковий)
Визначення густини СВГ

Густина СВГ ρ в кілограмах на кубічний метр визначається за формулою (ГОСТ 28656-90):

$$\rho = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{\rho_i}}, \quad (A1)$$

де

X_i	масова частка i -го компонента в суміші газів (визначається з транспортної накладної або газохроматографічним методом), %;
ρ_i	густина i -го компонента в суміші газів (визначається з таблиць А1, А2 для рідкої фази, або з таблиць А3, А4 для парової фази);
n	кількість компонентів СВГ.

Приклад

Вихідні дані:

температура	- 15°C;
тиск у цистерні	- 0,8 МПа (8кгс/см ²);
пропан	- 40% (П=40);
бутан	- 60% (Б=60).

Розв'язання:

Густина рідкої фази пропану (з таблиці А1) $\rho_{pn} = 509 \text{ кг/м}^3$

Густина рідкої фази бутану (з таблиці А2) $\rho_{pb} = 585 \text{ кг/м}^3$

Густина рідкої фази суміші пропану і бутану ρ_p в кілограмах на кубічний метр:

$$\rho_p = \frac{100}{\frac{П}{\rho_{pn}} + \frac{Б}{\rho_{pb}}} = \frac{100}{\frac{40}{509} + \frac{60}{585}} = 552$$

Густина парової фази пропану (з таблиці А3) $\rho_{pn} = 15,28 \text{ кг/м}^3$

Густина парової фази бутану (з таблиці А4) $\rho_{pb} = 20,56 \text{ кг/м}^3$

Густина парової фази суміші пропану і бутану ρ_n в кілограмах на кубічний метр:

$$\rho_n = \frac{100}{\frac{П}{\rho_{pn}} + \frac{Б}{\rho_{pb}}} = \frac{100}{\frac{40}{15,28} + \frac{60}{20,56}} = 18,06$$

Таблиця VIII-A-1

Залежність густини *пропану* в рідкій фазі від температури

Температура, °C	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
Густина, кг/м ³	568	562	556	549	543	536	530	523	516	509	501	493	486

Таблиця VIII-A-2

Залежність густини *бутану* в рідкій фазі від температури

Температура, °C	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
Густина, кг/м ³	632	627	622	617	612	607	601	596	590	585	579	573	567

Таблиця VIII-A-3

Густина парової фази *пропану* в залежності від температури і тиску газу в резервуарі

Тиск, МПа	Температура, °C												
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
0,05	1,14	1,11	1,09	1,06	1,05	1,03	1,01	0,99	0,97	0,96	0,94	0,92	0,91
0,1	2,27	2,22	2,18	2,12	2,09	2,05	2,02	1,98	1,94	1,91	1,88	1,84	1,82
0,2	4,54	4,44	4,36	4,24	4,18	4,10	4,04	3,96	3,88	3,82	3,76	3,68	3,64
0,3	6,81	6,66	6,54	6,36	6,27	6,15	6,06	5,94	5,82	5,73	5,64	5,52	5,46
0,4	9,08	8,88	8,72	8,48	8,36	8,20	8,08	7,92	7,76	7,64	7,52	7,36	7,28
0,5	11,35	11,10	10,90	10,60	10,45	10,25	10,10	9,90	9,70	9,55	9,40	9,20	9,10
0,6	13,62	13,32	13,08	12,72	12,54	12,30	12,12	11,88	11,64	11,46	11,28	11,04	10,92
0,7	15,89	15,54	15,26	14,84	14,63	14,35	14,14	13,86	13,58	13,37	13,16	12,88	12,74
0,8	18,16	17,76	17,44	16,96	16,72	16,40	16,16	15,84	15,52	15,28	15,04	14,72	14,56
0,9	20,43	19,98	19,62	19,08	18,81	18,45	18,18	17,82	17,46	17,19	16,92	16,56	16,38
1,0	22,70	22,20	21,80	21,20	20,90	20,50	20,20	19,80	19,40	19,10	18,80	18,40	18,20
1,1	24,97	24,42	23,98	23,32	22,99	22,55	22,22	21,78	21,34	21,01	20,68	22,24	20,02
1,2	27,24	26,64	26,16	25,44	25,08	24,60	24,24	23,76	23,28	22,92	22,56	22,08	21,84
1,3	29,51	28,86	28,34	27,56	27,17	26,65	26,26	25,74	25,22	24,83	24,44	23,92	23,66
1,4	31,78	31,08	30,52	29,68	29,26	28,70	28,28	27,72	27,16	26,74	26,32	25,76	25,48
1,5	34,05	33,30	32,70	31,80	31,35	30,75	30,30	29,70	29,10	28,65	28,20	27,60	27,30
1,6	36,32	35,52	34,88	33,92	33,44	32,80	32,32	31,66	31,04	30,56	30,08	29,44	29,13

Таблиця VIII-A-4

Густина парової фази *бутану* в залежності від температури і тиску газу в резервуарі

Тиск, МПа	Температура, °C												
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
0,05	1,52	1,49	1,46	1,43	1,40	1,38	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,24	1,22
0,1	3,04	2,98	2,92	2,86	2,80	2,76	2,70	2,66	2,62	2,57	2,53	2,48	2,44
0,2	6,08	5,96	5,84	5,72	5,60	5,52	5,40	5,32	5,24	5,14	5,06	4,96	4,88
0,3	9,12	8,94	8,76	8,58	8,40	8,28	8,10	7,98	7,86	7,71	7,59	7,44	7,32
0,4	12,16	11,92	11,68	11,44	11,20	11,04	10,80	10,64	10,48	10,28	10,12	9,92	9,76
0,5	15,20	14,90	14,60	14,30	14,00	13,80	13,50	13,30	13,10	12,85	12,65	12,40	12,20
0,6	18,24	17,88	17,52	17,16	16,80	16,56	16,20	15,96	15,72	15,42	15,18	14,88	14,64
0,7	21,28	20,86	20,44	20,02	19,60	19,32	18,90	18,62	18,34	17,99	17,71	17,36	17,08
0,8	24,32	23,84	23,36	22,88	22,40	22,08	21,60	21,28	20,96	20,56	20,24	19,84	19,52
0,9	27,36	26,82	26,28	25,74	25,20	24,84	24,30	23,94	23,58	23,13	22,77	22,32	21,96
1,0	30,40	29,80	29,20	28,60	28,00	27,60	27,00	26,60	26,20	25,70	25,30	24,80	24,40
1,1	33,44	32,78	32,12	31,46	30,80	30,36	29,70	29,26	28,82	28,27	27,83	27,28	26,84
1,2	36,48	35,76	35,04	34,32	33,60	33,12	32,40	31,92	31,44	30,84	30,36	29,76	29,28
1,3	39,52	38,74	37,96	37,18	36,40	35,88	35,10	34,58	34,06	33,41	32,89	32,24	31,72
1,4	42,56	41,72	40,88	40,04	39,20	38,64	37,80	37,24	36,68	35,98	35,42	34,72	34,16
1,5	45,60	44,70	43,80	42,90	42,00	41,40	40,50	39,90	39,30	38,55	37,95	37,20	36,60
1,6	48,64	47,68	46,72	45,76	44,80	44,16	43,20	42,56	41,92	41,12	40,48	39,68	39,04

УДК 665.72+662.767

75.160.30

Ключові слова: газі вуглеводневі скраплені, розрахунок втрат, густина, рідка і парова фаза, резервуар, балон.

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ (Код SNAP 050600)

Код 050600 - Газораспределительные сети

Код 050601 – Трубопроводы

Код 050603 – Распределительные сети

Источники информации:

1. "Методика визначення питомих витрат природного газу під час його транспортування газотранспортною системою та зберігання в підземних сховищах газу". Затверджено НАК "Нафтогаз України" 05.02.03, погоджено Держкоенергозбереження України
2. ДК "Укртрансгаз" НАК "Нафтогаз України". "Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від основного та допоміжного обладнання газотранспортної мережі України", Київ, 2004. Затверджено Міністром охорони навколишнього природного середовища України С.В.Поляковим 02.02.2004.
3. Методика визначення питомих виробничо-технологічних втрат природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами (Название методики неточное: методика предназначена для определения не удельных, а валовых выбросов на основе удельных). Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України 30.05.2003 № 264, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 9 липня 2003 р. за № 570/7891.
4. Методика визначення питомих виробничо-технологічних витрат природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами. Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України 30.05.2003 № 264) Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 9 липня 2003 р. за № 571/7892
5. ДК "Укртрансгаз" НАК "Нафтогаз України". "Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від обладнання АГНКС", Київ, 2004. Затверджено Міністром охорони навколишнього природного середовища України С.В.Поляковим 02.02.2004.

Трубопроводы (код 050601)

По терминологии вышеуказанных методик – Магистральные газопроводы (МГ)

Магистральные газопроводы – промышленный комплекс, который имеет технологическое единство (технологическую связь) и обеспечивает транспортирование природного газа трубопроводами высокого давления при условии поддержания требований к его качеству.

Основное технологическое оборудование магистральных газопроводов – компрессорные станции магистральных газопроводов (КС МГ), подземные хранилища природного газа (ПХГ), дожимающие компрессорные станции подземных хранилищ (ДКС ПХ), бытовые котлы, бытовые газовые приборы.

Выбросы природного газа (метана)

Источники информации:

[1]. "Методика визначення питомих витрат природного газу під час його транспортування газотранспортною системою та зберігання в підземних сховищах газу". Затверджено НАК "Нафтогаз України" 05.02.03, погоджено Держкоенергозбереження України.

Действующие Методики [1, 3, 4] регламентируют затраты (витрати – укр.) природного газа и его потери (втрати – укр.) при эксплуатации самих магистральных газопроводов и оборудования магистральных газопроводов.

Затраты газа - это газ, который расходуется на выполнение определенного вида работы при его транспортировании. К затратам отнесено использование природного газа в качестве топлива, например, на приводы газоперекачивающих агрегатов, на электростанциях собственных нужд, в бытовых котлах и приборах, а также выпуск газа и продувка газопроводов и аппаратов перед выполнением работы, заполнение газом после выполнения работы.

Потери газа - это газ, который теряется при его транспортировании магистральными газопроводами, например, из-за негерметичности оборудования и арматуры, при отказах оборудования и авариях.

Очевидно, что все потери природного газа являются выбросами в атмосферу, а из затрат к выбросам относятся те, которые поступают в атмосферный воздух, хотя и связаны с выполнением определенного вида работы (выпуск газа и продувка газопроводов и аппаратов перед выполнением работы).

Выбросы природного газа в атмосферный воздух рассматриваются как выбросы метана, так как природный газ на 96-98% состоит из метана.

Выбросы природного газа складываются из потерь при эксплуатации:
магистральных газопроводов (МГ),
компрессорных станций (КС),
подземных хранилищ газа (ПХГ),
газоизмерительных станций (ГИС).

1. Выбросы (потери) природного газа (метана) при эксплуатации магистральных газопроводов (МГ)

Объем утечек газа из трубопроводов за отчетный период определяется по формуле [1]

$$Q_{\text{пот}} = 1113,5 \times \frac{D_{\text{ср}} \times L \times P_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}} \times Z_{\text{ср}}} \times \tau, \text{ млн.м}^3,$$

где:

$D_{\text{ср}}$	средний диаметр труб, м;
$L_{\text{ср}}$	длина газопровода, км;
$P_{\text{ср}}, T_{\text{ср}}$	среднее давление и температура газа за отчетный период, МПа и °К соответственно;
$Z_{\text{ср}}$	средний коэффициент сжатия;
τ	продолжительность отчетного периода работы газопровода, суток.

Из формулы следует, что удельный объем утечек (выбросов):

$$q_{\text{пот}} = 1113,5 \times \frac{D_{\text{ср}} \times P_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}} \times Z_{\text{ср}}}, \text{ млн.м}^3/\text{сутки на 1 км},$$

2. Выбросы (потери) природного газа (метана) при эксплуатации компрессорных станций (КС)

Таблица VIII-3 - Удельные выбросы метана в компрессорном цехе с газотурбинными агрегатами [1 – Исходные индивидуальные нормы затрат природного газа на технологические нужды и на технические его потери]

Тип газоперекачивающего агрегата (ГПА)	Удельные выбросы за счет затрат газа, м ³ /(кВт·ч)*, при		Удельные выбросы за счет потерь газа, (м ³ /кВт·ч)		
	продувке аппаратов (техобсл.)	выпуске газа (эксплуатация)	через арматуру и фланцы	через уплотнения	суммарно
ГТ 750-6	0,00387	0,00003	0,0131	0,0003	0,0134
ГТ-6-750	0,00387	0,00003	0,0131	0,0003	0,0134
ГТН-6	0,00387	0,00003	0,0131	0,0003	0,0134
ГПА-Ц-6,3 (НК-12-СТ)	0,00368	0,00002	0,0124	0,0003	0,0127
ГПА-Ц-6,3С (ДТ-71П)	0,00368	0,00002	0,0124	0,0003	0,0127
ГПА-Ц-6,3А (Д-336)	0,00368	0,00002	0,0124	0,0003	0,0127
ГТК-10	0,00308	0,00002	0,0077	0,0003	0,0080
ГТНР-10	0,00308	0,00002	0,0077	0,0003	0,0080
ГПУ-10	0,00308	0,00002	0,0077	0,0003	0,0080
ГТК-10i	0,00308	0,00002	0,0077	0,0003	0,0080
ГТН-16	0,00228	0,00002	0,0052	0,0003	0,0055
ГПА-16 (ДЖ-59)	0,00228	0,00002	0,0053	0,0002	0,0055
ГПА-16С (ДГ-90)	0,00228	0,00002	0,0053	0,0002	0,0055
ГПА-Ц-16 (НК16-СТ)	0,00228	0,00002	0,0052	0,0003	0,0055
ГТН-25 (ГПА-25/76)	0,00189	0,00001	0,0037	0,0002	0,0039
ГПА-25С (ДН-80)	0,00189	0,00001	0,0037	0,0002	0,0039
ГТК-25i	0,00248	0,00002	0,0045	0,0002	0,0047
Центавр	0,00308	0,00002	0,0076	0,0004	0,0080

* При пересчете м³ в кг плотность метана может приниматься 0,717 кг/м³ по данным [1].

Таблица VIII-4 - Удельные выбросы метана при запусках-остановках газотурбинных агрегатов [1 – Исходные индивидуальные нормы затрат природного газа на запуски-остановки]

Тип ГПА	Удельные выбросы за счет затрат газа, м ³			Уд. количество пусков, 1/год
	на продувку контура при запуске	выпуск из контура при остановке	суммарно	
ГТ 750-6	35	600	635	0,0016
ГТ-6-750	40	700	740	0,0016
ГТН-6	40	700	740	0,0016
ГПА-Ц-6,3 (НК-12-СТ)	40	700	740	0,0017
ГПА-Ц-6,3С (ДТ-71П)	40	700	740	0,0017
ГПА-Ц-6,3А (Д-336)	40	700	740	0,0017
ГТК-10	60	1000	1060	0,0016
ГТНР-10	60	1000	1060	0,0016
ГПУ-10	60	1000	1060	0,0015
ГТК-10i	40	600	640	0,0015
ГТН-16	100	1200	1300	0,0015
ГПА-16 (ДЖ-59)	100	1100	1200	0,0015
ГПА-16С (ДГ-90)	100	1100	1200	0,0015
ГПА-Ц-16 (НК16-СТ)	100	1100	1200	0,0015
ГТН-25 (ГПА-25/76)	150	2000	2150	0,0015
ГПА-25С (ДН-80)	150	2000	2150	0,0015
ГТК-25i	80	1400	1480	0,0015
Центавр	40	600	640	0,0015

Таблица VIII-5 - Удельные выбросы метана в цехе с газомотокомпрессорами [1 - Исходные индивидуальные нормы затрат природного газа на технологические нужды и на технические его потери]

Тип газомотокомпрессора (ГМК)	Удельные выбросы за счет затрат газа, (м ³ /кВт·ч), при		Удельные выбросы за счет потерь газа через арматуру и фланцы, м ³ /(кВт·ч)
	продувке аппаратов (техобсл.)	выпуске газа (эксплуатация)	
10 ГKM1/23-42	0,00029	0,00001	0,0009
10 ГKMA1/28-75	0,00067	0,00003	0,0020
10 ГKH1/25-55	0,00067	0,00003	0,0021
10 ГKHA1/36,5-55	0,00067	0,00003	0,0021
10 ГKHA1/31-64	0,00067	0,00003	0,0021
10 ГKHA1/55-125	0,00067	0,00003	0,0021
МК8/(25÷43)-56	0,00067	0,00003	0,0022
МК8-М/(48÷50)-(125÷150)	0,00067	0,00003	0,0022
46-(67÷103) МК8-М/----- (23÷43)-55	0,00067	0,00003	0,0022
МК8-М/(30÷32)-(110÷120)	0,00067	0,00003	0,0022

Таблица VIII-6 - Удельные выбросы метана в цехе с электроприводными агрегатами [1 - Исходные индивидуальные нормы затрат природного газа на технологические нужды и на технические его потери]

Тип привода центробежного нагнетателя	Удельные выбросы за счет затрат газа, м ³ /(кВт·ч), при		Удельные выбросы за счет потерь газа, (м ³ /кВт·ч)		
	продувке аппаратов (техобсл.)	выпуске газа (эксплуатация)	через арматуру и фланцы	через уплотнения	суммарно
СТД-4000-2	0,00643	0,00007	0,0205	0,0002	0,0207
АФЗ-4500	0,00625	0,00005	0,0195	0,0004	0,0199
СТД-12500-2	0,00308	0,00002	0,0077	0,0003	0,0080
ЕГПА-25РЧ	0,00189	0,00001	0,0037	0,0002	0,0039

3. Выбросы природного газа (метана) при эксплуатации подземных хранилищ газа (ПХГ)

Выбросы природного газа (метана) при эксплуатации подземных хранилищ газа связаны с эксплуатацией самих хранилищ газа (ПХГ), дожимающих компрессорных станций (ДКС) и газозаборных пунктов (ГЗП).

Выбросы обусловлены потерями газа при запуске, остановке или смене режима работы нагнетателей (на продувку контура, на выпуск газа из контура), утечками газа через фланцевые соединения, штоки запорной арматуры, уплотнения валов нагнетателей.

Кроме того, имеют место безвозвратные пластовые потери газа, при которых газ перетекает в верхние горизонты или на поверхность. Выбросом является газ, который мигрировал в атмосферу через горные породы или объекты горной деятельности.

Определение затрат и потерь природного газа при эксплуатации установок подготовки газа (УПГ) выполняется по отдельной методике.

4. Выбросы природного газа (метана) при эксплуатации газоизмерительных станций (ГИС)

Определение потерь природного газа при эксплуатации газоизмерительных станций (ГИС) производится по результатам натурных полевых обследований с оформлением «паспорта утечек».

Выбросы загрязняющих веществ (кроме метана) от основного и вспомогательного оборудования газотранспортных сетей

Источники информации:

[2]. ДК "Укртрансгаз" НАК "Нафтогаз України". "Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від основного та допоміжного обладнання газотранспортної мережі України", Київ, 2004. Затверджено Міністром охорони навколишнього природного середовища України С.В.Поляковим 02.02.2004.

Приведены данные о выбросах газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом и мотокомпрессоров (код 050602), а точнее - выбросы только от сжигания топливного газа в газотурбинных установках (ГТУ), газомотокомпрессорах (ГМК), а также от вспомогательного оборудования - подогревателей газа, промышленных и бытовых котлов.

Дополнительная информация: код 050602 – Трубопроводные компрессорные станции (CORINAIR-1995), – перенесен в группу 081000 – другие дорожные источники. Код 050602 отсутствует в CORINAIR-2000 и CORINAIR-2003, в коде 081000 не приведены данные по трубопроводным компрессорным станциям.

Коды 050602 и 081000 не включены также в форму 2-ТП воздух, в форме 2-ТП воздух имеется код 010500 – Добыча угля, нефти /газа, компрессоры трубопроводов)

Источники выбросов от сжигания топливного газа могут быть отнесены к группе 03 – Сжигание в промышленности:

030100 Процессы сжигания в котлоагрегатах. газовых турбинах и стационарных двигателях

030103 установки сжигания <50 МВт (котлоагрегаты)

030104 газовые турбины

030105 стационарные двигатели

Таблица VIII-7 - Удельные выбросы оксидов азота NO_x, окиси углерода CO и неметановых летучих органических соединений НМЛОС на единицу тепла, подведенного в камеру сгорания газоперекачивающих агрегатов(ГПА) с газотурбинным приводом и мотокомпрессоров (МК), г/ГДж [2]*

Тип ГПА, МК	Тип привода ГПА	Удельный выброс, г/ГДж		
		оксидов азота NO _x	окиси углерода CO	НМЛОС
Центавр	Solar	120	60	4,0
ГТ 750-6	ГТ 750-6	180	210	4,0
ГТН-6	ГТН-6	105	360	3,5
ГТ-6-750	ГТ-6-750	130	230	3,5
ГПА-Ц-6,3	НК-12-СТ	105	380	3,5
ГПА-Ц-6,3А	Д-336-2	70	225	3,0
ГПА-Ц-6,3С	ДТ-71П	105	300	3,0
ГПА-Ц-8А	Д-336-8	110	180	3,0
ГТК-10	ГТК-10	310	260	3,0
ГТК-10И	MS 3002	110	30	3,0
ГПУ-10	ДР-59	165	90	3,0
ГТК-10-А1	Д-336-2-10	120	200	3,0
ГТК-10С	ДН-70	135	200	3,0
ГТН-16	ГТН-16	115	290	2,5
ГПУ-16	ДЖ-59	140	160	2,5
ГПА-Ц-16	НЦ-16СТ	90	400	2,5
ГПА-25-76	ГТН-25	100	570	2,5
ГТК-25И	MS 5002	165	40	2,5
ГПА-25С	ДН-80	300	40	2,5
10ГКНА, 10ГКМ		650	250	25,0
МК-8М		550	770	40,0

* - Для всех типов приводов газоперекачивающих агрегатов, а также для установок сжигания газа, применяемых при эксплуатации газотранспортных сетей, удельный выброс парниковых газов составляет: азота (I) оксида N₂O - 2,5 г/ГДж, диоксида углерода CO₂ – 2,75 г/ГДж.

В таблице VIII-8 приведены удельные выбросы NO_x, CO и НМЛОС от установок сжигания газа, применяемых при эксплуатации газотранспортных сетей.

Таблица VIII-8 - Удельные выбросы NO_x, CO и НМЛОС от вспомогательного оборудования газотранспортной сети, г/ГДж тепла, подведенного к горелкам, по данным [2]

Категория котла	Выбросы		
	NO _x	CO	НМЛОС
Котлы промышленные мощностью до 10 Гкал/ч	50	70	5,0
Котлы водогрейные бытовые	80	100	-
Подогреватели газа	70	90	5,0

Распределительные сети (код 050603)

Распределительная сеть - газопроводы, соединительные детали, арматура, газовое оборудование, приборы и т.п. с избыточным давлением $P \leq 12$ кгс/кв.см и системы газоснабжения.

При эксплуатации распределительных сетей, как и при эксплуатации магистральных газопроводов и оборудования, различают затраты (витрати – укр.) природного газа и его потери (втрати – укр.).

Затраты газа - это газ, который расходуется на выполнение определенного вида работы.

Потери газа - это газ, который теряется при эксплуатации сетей и оборудования, например, из-за негерметичности оборудования и арматуры, при отказах оборудования и авариях.

Все потери природного газа являются выбросами в атмосферу, а из затрат к выбросам относятся те, которые поступают в атмосферный воздух, хотя и связаны с выполнением определенного вида работы (выпуск газа и продувка газопроводов и аппаратов перед выполнением работы).

Выбросы природного газа в атмосферный воздух рассматриваются как выбросы метана, так как природный газ на 96-98% состоит из метана.

Производственно-технологические потери газа

(Выбросы метана в атмосферный воздух)

Источники информации:

[3] Методика визначення питомих виробничо-технологічних втрат природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами. Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України 30.05.2003 № 264, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 9 липня 2003 р. за № 570/7891.

Производственно-технологические (нормированные) потери газа - предельная утечка газа, при которой еще возможно обеспечить надежное функционирование и условную нормативную герметичность газопроводов, соединительных деталей, арматуры, компенсаторов, газового оборудования, приборов и т.п. Кроме того, к производственно-технологическим потерям относится утечка газа при техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах, врезках и подключении газопроводов, монтаже арматуры, приборов, оборудования, использующих газ, и соединительных деталей, которая не превышает норм утечки газа, установленной действующими нормативными документами.

Нормы утечки газа из элементов системы установлены действующими государственными строительными нормами Украины "Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання. ДБН В.2.5-20-2001".

Таблица VIII-9 - Предельные объемы производственно-технологических *потерь* природного газа при условной нормативной герметичности *газопроводов* [3]

куб.м газа за сутки на 1 км

№ п/п	Условный проход (диаметр) газопровода Ду, мм	Давление газа Р, кгс/кв.см			
		12 ≥ Р > 3	3 ≥ Р > 0,05	Р ≤ 0,05	
		Межпоселковые и распределительные газопроводы, газопроводы-вводы		Распределительные газопроводы, газопроводы-вводы	Квартальные, дворовые, домовые газопроводы
1	2	3	4	5	6
1	15	0,225	0,168	0,034	0,112
2	20	0,307	0,231	0,046	0,154
3	25	0,408	0,306	0,061	0,204
4	32	0,541	0,406	0,081	0,270
5	40	0,633	0,475	0,095	0,317
6	50	0,814	0,611	0,122	0,407
7	65	1,055	0,792	0,158	0,528
8	80	1,251	0,941	0,187	0,625
9	100	1,507	1,131	0,226	0,754
10	125	1,884	1,413	0,283	0,942
11	150	2,260	1,695	0,339	1,130
12	200	3,120	2,314	0,468	1,560
13	250	3,930	2,950	0,590	1,970
14	300	4,680	3,510	0,703	2,340
15	350	5,440	4,080	0,816	2,720
16	400	6,180	4,635	0,927	3,090
17	500	7,750	5,810	1,160	3,870
18	600	9,250	6,940	1,390	4,630
19	700	10,610	7,960	1,590	-
20	800	12,120	9,090	1,820	-
21	900	13,630	10,920	2,040	-
22	1000	15,070	11,305	2,260	-
23	1200	18,090	9,470	-	-
24	1400	21,100	15,825	-	-

Таблица VIII-10 - Предельные объемы производственно-технологических потерь природного газа при условной нормативной герметичности оборудования и устройств ГРП, БК ГРП, ШРП, ДКРТ* [3]

куб.м газа за сутки на
1 ГРП, БК ГРП, ШРП, ДКРТ

№ з/п	Тип оборудования	Потери	
		в отопительный период	в неотапительный период
1	2	3	4
1	Регулировочные клапаны, требующие для своей работы стороннего источника энергии (природного газа) и размещенные в ГРП	35,9	23,9
2	Регуляторы давления газа, требующие для своей работы стороннего источника энергии (природного газа) и размещенные в ГРП, БК ГРП	27,4	15,4
3	Регуляторы давления газа, требующие для своей работы стороннего источника энергии (природного газа) и размещенные в ШРП	15,4	15,4
4	ДКРТ	0,5	0,5

ГРП - газорегуляторный пункт; БК ГРП - газорегуляторный пункт в блочном контейнере; ШРП - шкафный газорегуляторный пункт; ДКРТ - домовые комбинированные регуляторы давления.

Таблица VIII-11 - Предельные объемы производственно-технологических потерь природного газа при условной нормативной герметичности газового оборудования, устройств (приборов) квартир жилых домов и подобных объектов коммунально-бытовых (непроизводственного назначения) и бюджетных организаций [3]

куб.м газа за сутки на 1 квартиру (объект)

№ з/п	Тип оборудования	Потери	
		в отопительный период	в неотапительный период
1	2	3	4
1	Плита газовая бытовая	0,0174	0,0174
2	Плита газовая бытовая, аппарат водонагревательный проточный (газовая колонка)	0,0345	0,0345
3	Плита газовая бытовая, газовое отопление	0,1474	0,0174
4	Плита газовая бытовая, аппарат водонагревательный проточный (газовая колонка), газовое отопление	0,1645	0,0345

Таблица VIII-12 - Предельные объемы производственно-технологических потерь природного газа для обеспечения продувки и заполнения газопроводов газом*, [3]

№ з/п	Условный проход (диаметр) газопровода Ду, мм	Продувка	Тип технологической операции			
			Заполнение*			
			(давление газа Р, кгс/кв.см)			
1	2	3	$12 \geq P > 6$	$6 \geq P > 3$	$3 \geq P > 0,05$	$P \leq 0,05$
1	15	0,87	2,262	1,22	0,70	0,18
2	20	1,64	4,25	2,30	1,31	0,34
3	25	2,88	7,49	4,08	2,30	0,59
4	32	5,06	13,16	7,08	4,05	1,04
5	40	6,93	18,01	9,70	5,54	1,42
6	50	11,45	29,76	16,02	9,16	2,36
7	65	19,24	50,01	26,93	15,39	3,96
8	80	27,04	70,30	37,86	21,63	5,57
9	100	39,25	102,05	54,95	31,40	8,09
10	125	61,33	159,45	85,86	49,06	12,63
11	150	88,30	229,58	123,62	70,64	18,19
12	200	168,20	437,32	235,48	134,56	34,65
13	250	267,35	695,11	374,29	213,88	55,07
14	300	379,60	986,96	531,44	303,68	78,20
15	350	511,50	1329,90	716,10	409,20	105,40
16	400	659,60	1715,48	923,72	527,84	135,92
17	500	1036,95	2696,07	1451,73	829,56	213,61
18	600	1479,65	3847,09	2071,51	1183,72	304,81
19	700	1945,30	5057,78	2723,42	1556,24	400,73
20	800	2537,20	6396,72	3552,08	2029,76	522,66
21	900	3207,55	8339,63	4490,57	2566,04	660,76
22	1000	3925,00	10205,00	5495,00	3140,00	808,55
23	1200	5652,00	14695,20	7912,80	4521,60	-
24	1400	7693,00	20001,80	10770,20	6154,40	-

* - Потери природного газа при заполнении трубопроводов не являются выбросами в атмосферный воздух.

Общий объем производственно-технологических потерь газа (Q_p) за соответствующий период определяется по формуле

$$Q_p = Q_{p1} + Q_{p2} + Q_{p3} + Q_{p4} + Q_{p5}, \text{ тыс.куб.м,}$$

где

Q_{p1}	производственно-технологические потери газа при условной нормативной герметичности газопроводов, соединительных деталей, арматуры, компенсаторов, тыс.куб.м (определяются в соответствии с таблицей VIII-9);
Q_{p2}	производственно-технологические потери газа при условной нормативной герметичности газового оборудования и устройств ГРП, БК ГРП, ШРП, ДКРТ, тыс.куб.м (определяются в соответствии с таблицей VIII-10);
Q_{p3}	производственно-технологические потери газа при условной нормативной герметичности газового оборудования, устройств квартир жилых домов и подобных объектов коммунально-бытовых (непроизводственного назначения) и бюджетных организаций,

	тыс.куб.м (определяются в соответствии с таблицей VIII-11);
Q _{п4}	производственно-технологические потери газа для обеспечения продувки, тыс.куб.м (определяются в соответствии с таблицей VIII-12);
Q _{п5}	производственно-технологические потери газа, которые возникли вследствие аварий (повреждений) газопровода, тыс.куб.м (определяются в соответствии с надлежащим образом оформленными актами об аварии (повреждении) газопровода).

Производственно-технологические затраты газа

Источники информации:

[4] Методика визначення питомих виробничо-технологічних витрат природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами. Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України 30.05.2003 № 264) Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 9 липня 2003 р. за № 571/7892.

Производственно-технологические затраты газа - это газ, который расходуется на выполнение определенного вида работы во время его транспортирования.

Производственно-технологические затраты газа - затраты газа, которые обеспечивают надежное функционирование и условную нормативную герметичность газопроводов, соединительных деталей, арматуры, компенсаторов, газового оборудования, устройств и т.п. (в том числе, утечки газа при врезках и подключении вновь построенных газопроводов, монтаже арматуры, устройств, оборудования, использующих газ, из соединительных деталей) и которые не превышают норм утечки газа, установленных действующими нормативными документами.

Нормы утечки газа из элементов системы установлены действующими государственными строительными нормами Украины "Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання. ДБН В.2.5-20-2001".

1. Удельные производственно-технологические затраты газа для обеспечения *продувки и заполнения новопостроенных газопроводов* газом, куб.м/км, определяются по формуле [4]

$$Q_{\text{Вит1пит}} = 0,0036 \times K \times V_c \times (P_a + P_r) / (273 + t_r),$$

где

V _c	геометрический объем 1 км газопровода, куб.м;
P _a	атмосферное давление, Па;
P _r	давление газа в газопроводе при продувке, Па;
t _r	температура газа, град. С;
K	коэффициент, который учитывает то, что объем газа для продувки газопровода всегда больше геометрического объема газопровода, K = 1,3.

Удельный выброс природного газа в атмосферу составит (Q_{Вит1пит} - V_c), куб.м/км (затраты на заполнение трубопровода не являются выбросами в атмосферу).

2. Удельные производственно-технологические затраты газа для обеспечения *снижения избыточного давления газа до минимального*, куб.м/км, определяются по формуле [4]

$$Q_{\text{Вит2пит}} = 0,007 \times V_c \times (P_a + P_r) / (273 + t_r),$$

где

V _c	геометрический объем 1 км отключаемого газопровода, куб.м;
P _a	атмосферное давление, Па;
P _r	давление газа в газопроводе при продувке, Па;
t _r	температура газа, град.С.

3. Удельные производственно-технологические затраты газа *на регулирование и настройку* газового оборудования, приборов квартир жилых домов и подобных объектов коммунально-бытовых (непроизводственного назначения) и бюджетных организаций при пусконаладочных работах после строительства Q_{Вит3пит} (предельные объемы) определяются по таблице [4]

№ п/п	Тип оборудования	Производственно- технологические затраты, куб.м газа на 1 прибор
1	Плита газовая бытовая	1,0
2	Аппарат водонагревательный проточный (газовая колонка)	1,5
3	Бытовое отопительное устройство	1,0

4. Удельные производственно-технологические затраты газа на проведение *ремонтных и профилактических работ* на ГРП $Q_{\text{Вит4пит}}$

4.1. Удельные производственно-технологические затраты газа *на продувку* оборудования ГРП *в процессе его наладки*, куб.м [4]

$$Q_{\text{Вит4пит.налаг.}} = 9d^2 \times t_{\text{п}} \times P_{\text{г}}/v \times (P_{\text{а}} + P_{\text{г}})/(273 + t_{\text{г}}),$$

где

d	диаметр свечи, через которую проводится продувка, м;
t _п	время продувки, час; время продувки зависит от емкости оборудования ГРП и составляет 0,2-0,5 часа;
v	плотность газа, кг/куб.м;
P _а	атмосферное давление, Па;
P _г	давление газа при продувке, Па;
t _г	температура газа, град.С;

4.2. Удельные производственно-технологические затраты газа *на продувку* оборудования ГРП *после реконструкции и капитального ремонта*, куб.м, определяются по формуле [4]

$$Q_{\text{Вит4пит.пр.}} = 0,007 \times V_{\text{с}} \times (P_{\text{а}} + P_{\text{г}})/(273 + t_{\text{г}}),$$

где

V _с	геометрический объем 1 км газопровода, куб.м;
P _а	атмосферное давление, Па;
P _г	давление газа в газопроводе при продувке, Па;
t _г	температура газа, град.С.

Общий объем производственно-технологических затрат газа ($Q_{\text{Вит}}$) за соответствующий период определяется по формуле [4]

$$Q_{\text{Вит}} = Q_{\text{Вит1}} + Q_{\text{Вит2}} + Q_{\text{Вит3}} + Q_{\text{Вит4}}, \text{ куб.м,}$$

$$Q_{\text{Вит}} = (Q_{\text{Вит1пит}} \times L) + (Q_{\text{Вит2пит}} \times L) + (\sum Q_{\text{Вит3пит}}^i \times n) + (Q_{\text{Вит4пит.налаг.}} \times n_1 + Q_{\text{Вит4пит.пр.}} \times n_2), \text{ куб.м}$$

где

L	длина газопровода, км;
n	количество однотипного оборудования и приборов, на которых проводилось регулирование и настройка при пусконаладочных работах после строительства
Σ	сумма по видам оборудования и приборов, на которых проводилось регулирование и настройка при пусконаладочных работах после строительства
n ₁	количество ГРП, на которых проводилась наладка оборудования;
n ₂	количество ГРП, которые отключались для реконструкции и капитального ремонта

Общий объем выбросов газа в атмосферный воздух ($Q_{\text{Вит}}$) за соответствующий период определяется по формуле

$$Q_{\text{Викмд}} = [(Q_{\text{Вит1пит}} - V_{\text{с}}) \times L] + (Q_{\text{Вит2пит}} \times L) + (\sum Q_{\text{Вит3пит}}^i \times n) + (Q_{\text{Вит4пит.налаг.}} \times n_1 + Q_{\text{Вит4пит.пр.}} \times n_2), \text{ куб.м,}$$

где

V_с - геометрический объем 1 км газопровода, куб.м.

Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС)

Источники информации:

[5]. ДК "Укртрансгаз" НАК "Нафтогаз України". "Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від обладнання АГНКС", Київ, 2004. Затверджено Міністром охорони навколишнього природного середовища України С.В.Поляковим 02.02.2004.

Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС) - это комплекс технологического оборудования, необходимого для компримирования, очистки, осушки сжатого природного газа и заправки природным газом автомобилей (код ...).

Источниками выбросов являются свечи сепараторов, фильтров, влагомаслоотделителей, аккумуляторов и предохранительных клапанов. Основным загрязняющим веществом при эксплуатации АГНКС является природный газ, состоящий на 96-98 % из метана. Все выбросы метана являются залповыми.

Кроме того, источниками выбросов на АГНКС являются котлы, предназначенные для отопления бытовых помещений (код 030103). От котлов в атмосферу выбрасываются продукты сгорания природного газа, содержащие оксиды азота (NO_x) и оксид углерода (CO).

Таблица VIII-13 – Удельные выбросы метана в атмосферный воздух от технологического оборудования автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), [5]

Тип АГНКС	Удельный выброс, кг/тыс.м ³ природного газа
"Борець", Росія	14,1
Г-500, Німеччина	20,4
Італія	16,2
Суми, Україна	18,4
Г-250, Німеччина	9,2

Таблица VIII-14 – Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от бытовых котлов (АГНКС), [5]

Загрязняющее вещество	Г/ГДж
CO	100
NO _x	80

СЖИГАНИЕ ГАЗОВ В ФАКЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ
(при производстве нефтепродуктов)

Источники информации

- 1. Сборник методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л.: Гидрометеиздат, 1986.

Таблица VIII-15 - Удельные выбросы загрязняющих веществ при сжигании газов в факельных устройствах

Загрязняющее вещество	Удельные выбросы, кг вещества / кг сжигаемого газа	
	При наличии устройств для бездымного сжигания газов	При отсутствии устройств для бездымного сжигания газов
Оксид углерода CO	2×10^{-2}	0,25
Углеводороды CH	5×10^{-4}	3×10^{-2}
Оксиды азота NOx	3×10^{-3}	2×10^{-3}
Сажа	-	3×10^{-2}
Диоксид серы SO ₂	$1,88 [H_2S] \times 10^{-2}$, где [H ₂ S] – содержание сероводорода в сжигаемом газе	

IX. ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Источники информации:

1. «Рекомендации по определению удельных выбросов в атмосферу загрязняющих веществ при производстве строительных дорожных материалов», Киев, 1981. РД 204 УССР 088-81.
Украинский государственный проектный и научно-исследовательский институт по газоснабжению, теплоснабжению и комплексному благоустройству городов и поселков Украины (УкрНИИинжпроект) Министерства жилищно-коммунального хозяйства УССР.
2. CORINAIR. Инвентаризация атмосферных выбросов в Европе. "Руководство по инвентаризации атмосферных выбросов". 1999.
3. Сборник методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л.: Гидрометеиздат, 1986.
4. Методика по расчету валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями Минсевзапстроя РСФСР. Ч.1. Асфальтобетонные заводы. М., 1990.

ПРОИЗВОДСТВО АСФАЛЬТОБЕТОНА (Код SNAP 030313)

Основными компонентами асфальтобетонных смесей являются наполнители и вяжущие материалы. В качестве наполнителя используется песок, гранотсевы, щебень, твердые отходы некоторых производств, в качестве вяжущего – битум. Кондиционированные (измельченные и просеянные) наполнители направляются на просушку и подогрев до 165-185°С в сушильные барабаны. Битум из хранилища, обогреваемого электротенами или паром из котельной, подается в в битумоплавильные котлы, где обезвоживается и нагревается до температуры 160°С электротенами или горелками, сжигающими мазут или газ. Подогретые наполнители и битум подаются в смесители для приготовления асфальтобетонной смеси (мешалки). Трубопроводы асфальтосмесительной установки обогреваются паром от котельной, работающей на мазуте или газе.

Основные выбросы загрязняющих веществ осуществляются из сушильного барабана и топки. Выбросы из мешалок пренебрежимо малы и не рассматриваются в источниках информации.

Отходящие газы из сушильного барабана подвергаются, как правило, двухступенчатой очистке (1-я ступень – сухая очистка, 2-я ступень – мокрая очистка) и выбрасываются в атмосферу. Уловленная в сухой ступени очистки пыль возвращается в производство (утилизируется).

На многих асфальтобетонных заводах (АБЗ) имеются реакторные бескомпрессорные установки для приготовления битума из гудрона путем его окисления.

Источники образования загрязняющих веществ на асфальтобетонных заводах приведены в таблице IX-1.

Таблица IX-1 - Источники образования загрязняющих веществ на асфальтобетонных заводах

Цех, участок	Источник образования	Источник выброса	Загрязняющее вещество
1	2	3	4
Склад инертных материалов	Разгрузка материалов	неорганизованный	пыль неорганическая, сод. двуокись кремния
	Хранение материалов	неорганизованный	пыль неорганическая, сод. двуокись кремния
Отделение приготовления асфальтобетонной смеси	Загрузка инертных материалов:		
	в бункер-питатель	неорганизованный	пыль неорганическая, сод. двуокись кремния
	в сушильный барабан	неорганизованный	пыль неорганическая, сод. двуокись кремния

1	2	3	4
	Сушильный барабан	дымовая труба	пыль неорганическая, сод. двуокись кремния
			сажа
			углерода окись
			ангидрид сернистый
			азота оксиды (в пересчете на двуокись)
			ванадия пятиокись
	Выгрузка асфальтобетонной смеси	неорганизованный	этилен
			спирт этиловый
			ксилол
			фенол
Битумоплавильное отделение			углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉
	Битумохранилище	жаровая труба	сажа
			углерода окись
			ангидрид сернистый
			азота оксиды (в пересчете на двуокись)
			ванадия пятиокись
		дыхательный люк	этилен
			спирт этиловый
			ксилол
			фенол
			углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉
	Битумоплавильные котлы	жаровая труба	сажа
			углерода окись
			ангидрид сернистый
			азота оксиды (в пересчете на двуокись)
			ванадия пятиокись
		дыхательный люк	этилен
			спирт этиловый
			ксилол
			фенол
			углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉
	Реакторная установка окисления гудрона в битум	жаровая труба	сажа
			углерода окись
			ксилол
			фенол
		дыхательный люк	этилен
			спирт этиловый
			ксилол
			фенол
			углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉
Котельная		дымовая труба	сажа
			углерода окись
			ангидрид сернистый

1	2	3	4
			азота оксиды (в пере- счете на двуокись)
			ванадия пятиокись

Выбросы пыли

В таблице IX-2 приведены данные об удельных выбросах пыли на АБЗ в соответствии с «Рекомендациями...» [1], разработанными на основании экспериментальных данных и анализа литературных источников

Таблица IX-2 - Удельные выбросы пыли от сушильных барабанов на асфальтобетонных заводах по данным [1]

№№ п/п	Типы пылеуловителей	Эффективность пылеулавливания, %	Удельный выброс пыли после пылеуловителя, кг/т
Без очистки - 10-50 кг пыли/т асфальтобетона			
Сухие пылеуловители – 1-я ступень очистки			
1	Циклоны НИИОГаз ЦН-15	75	2,5-12,5
2.	Циклоны СДК-ЦН-33	85	1,5-8
3.	Мультициклоны	85	1,5-8
4.	Дымососы-пылеуловители	80	2,0-10
Мокрые пылеуловители – 2-я ступень очистки			
1.	Ротоклон	85	0,23-1,9
2.	Циклон-промыватель СИОТ	90	0,15-1,3
3.	Скруббер Вентури	98 ¹	0,03-0,25

Из таблицы IX-2 видно, что диапазон колебаний предлагаемых значений даже для каждого типа пылеочистного оборудования велик, и отношение максимальных и минимальных значений составляет 5-10, что затрудняет пользование приведенными данными.

В CORINAIR [2] данные об удельных выбросах от сушильных барабанов приведены одним значением для каждого типа пылеуловителя (таблица IX-3), однако применяемое в этой отрасли в странах Европы пылеочистное оборудование отличается от такового на Украине, в первую очередь, более высокой эффективностью.

Таблица IX-3 - Удельные выбросы пыли от сушильных барабанов на асфальтобетонных заводах по данным CORINAIR [2]²

Типы пылеуловителей	Удельный выброс пыли после пылеуловителя, кг/т
Предварительный очиститель	22,5
Высокоэффективный циклон	0,850
Колонна с распылителем	0,200
Составной центрифугированный скруббер	0,150
Дефлекторная колонна с распылителем	0,150
Скруббер с отверстиями	0,020
Камера с рукавным фильтром	0,050

¹ Система очистки уходящих газов асфальтосмесительных установок ДС-185, выпускаемых Кременчугским производственным объединением «Дормашина» включает предварительную ступень очистки и четыре циклона типа СЦН-40, а также мокрый пылеуловитель на основе скруббера Вентури, обеспечивающих очистку уходящих газов до 99,2%.

² Данные об удельных выбросах других загрязняющих веществ в Руководстве CORINAIR, код 030313, отсутствуют.

По данным [4], при работе асфальтосмесительных установок без очистки удельные выбросы пыли составляют 17-20 кг/т.

Удельные выбросы пыли, по данным [4], от сушильных барабанов конкретных типов асфальтосмесительных установок, оснащенных аппаратами пылеулавливания, представлены в таблицы IX-4 .

Таблица IX-4 - дельные выбросы пыли от сушильных барабанов асфальтосмесителей по данным [4]

Тип асфальто-смесителя	Производительность В, т/ч	Концентрация пыли в отходящих газах, г/м ³	Пылеочистное оборудование			Удельный выброс пыли, г/с (приведен в [4])	Удельный выброс пыли, кг/т (рассчитан по данным [4])
			Степень очистки	Характеристика пылеуловителя	Эффективность очистки, %		
Г-1	20	20	I	Дымосос-пылеуловитель ДП-10А с циклоном рециркуляции ЦН-15У	90	5,6	1,01
ДС-158	45	115	I	Прямоточный осевой циклон	35		
		75	II	Групповой циклон СЦН-40 (4 шт.)	95		
		3	III	Мокрый пылеуловитель ударно-инерционного действия	70	2,75	0,22
СИ-601	50	35	I	Дымосос-пылеуловитель ДП-10А с циклоном рециркуляции ЦН-15У	90		
		3,5	II	Мокрый пылеуловитель ударно-инерционного действия	90	1,4	0,10
Д-597	25	50	I	Дымосос-пылеуловитель ДП-10А с циклоном рециркуляции ЦН-15У	85		
		7,5	II	Групповой циклон СЦН-40 (4 шт.)	87	5,46	0,79
Д-597А	30	30	I	Циклоны СДК-ЦН-38 (4 шт.)	75		
		7,5	II	Циклон-промыватель СИОТ	87	3,9	0,47
Д-508-2А	25	47	I	Прямоточный предочиститель	22		
		36,8	II	Дымосос-пылеуловитель ДП-10А с циклоном рециркуляции ЦН-15У	68		
		11,7	III	Групповой циклон СЦН-40 (4 шт.)	94	3,6	0,52
Д-508-2А	25	30	I	Циклоны СДК-ЦН-33 (4 шт.)	85		
		4,5	II	Циклон-промыватель СИОТ	88	2,7	0,39
ДС-84-2	200	120	I	Дымосос-пылеуловитель ДП-15,5х2 с циклоном рециркуляции ЦН-15У	53		
		56,4	II	Групповой циклон УЦ-40 (3 шт.)	85		
		8,5	III	Ротоклон	92	13,26	0,24
Д-645-2	100	43	I	Циклон ЦН-15 НИИОГАЗ (12 шт.)	70		
		13	II	Ротоклон	85	25,0	0,900
Д-225	12,5	30	I	Циклон ЦН-15 НИИОГАЗ (2 шт.)	75	10,5	3,02
Д-617-2	50	45	I	Циклон ЦН-15 НИИОГАЗ (8 шт.)	75		
		11,3	II	Ротоклон	85	9,3	0,67
Д-617-2	50	34	I	Дымосос-пылеуловитель ДП-12 с циклоном рециркуляции ЦН-15У	72		
		9,5	II	Групповой циклон СЦН-40 (4 шт.)	93	5,5	0,40
ДС-117-2Е	35	88	I	Прямоточный осевой циклон	38		
		55	II	Дымосос-пылеуловитель ДП-10А с циклоном рециркуляции ЦН-15У	67		
		18	III	Групповой циклон СЦН-40 (4 шт.)	90	5,0	0,51
ДС-117-2К	36	64	I	Прямоточный осевой циклон	40		
		38	II	Групповой циклон СЦН-40 (4 шт.)	95		
		1,9	III	Мокрый пылеуловитель ударно-инерционного действия	65	2,2	0,22

Значения удельных выбросов пыли от сушильных барабанов асфальтосмесителей, оборудованных различными типами пылеуловителей, полученные на основе расчетного анализа данных таблицы IX-4 , представлены в таблице IX-5.

Таблица IX-5 - Рекомендуемые значения удельных выбросов пыли от сушильных барабанов асфальтосмесителей

Тип пылеуловителя	Концентрация пыли на входе, г/м ³	Эффектив- ность очистки, %	Удельный выброс, кг/т	
			диапазон	среднее значение
При работе без очистки удельные выбросы пыли составляют 17-35 кг/т асфальтобетона				
1. Прямоточный предочиститель	47	22		29,7
2. Прямоточный осевой циклон	89	38	12,5-18,6	11,7
3. Дымомсос-пылеуловитель ДП-10А с циклоном рециркуляции ЦН-15У	50	75	1-19,8	6,9
4. Циклон ЦН-15 НИИОГАЗ	39	75	3,0-5,85	4,44
5. Циклоны СДК-ЦН-38	30	80	2,6-3,6	3,1
6. Групповой циклон УЦ-40	56	85		3,0
7. Групповой циклон СЦН-40	17	92	0,4-0,79	0,6
8. Ротоклон	11	87	0,24-0,90	0,6
9. Циклон-промыватель СИОТ	6	88	0,39-0,47	0,43
10. Мокрый пылеуловитель ударно-инерционного действия	2,8	75	0,10-0,22	0,18

Выбросы газообразных загрязняющих веществ

В таблицы IX-6[1] приведены данные о выбросах окиси углерода и сернистого ангидрида от сушильных барабанов на асфальтобетонных заводах для различных видов топлива, полученные на основании анализа результатов исследования и обобщения литературных источников.

Выбросы метана CH₄ и оксидов азота NO_x , по данным [1], незначительны, и их величина не приводится.

Таблица IX-6 - Среднее содержание окиси углерода и сернистого ангидрида в газовых выбросах от сушильных барабанов на асфальтобетонных заводах по данным [1]

Вид топлива	Содержание вредных веществ, %	
	CO	SO ₂
Газ	1	-
Мазут	3,5	0,7

Примечание. Удельные выбросы CO и SO₂ определяются по объему газов, отсасываемых из сушильного барабана, и процентному содержанию CO и SO₂. Плотность CO составляет 1,25 кг/м³; плотность SO₂ - 2,926 кг/м³. При прохождении газов через пылеочистные аппараты мокрого типа содержание в них SO₂ снижается.

По оценке [4], выбросы газообразных загрязняющих веществ (углеводороды, CO, SO₂, NO_x и др.) составляют менее 0,045 кг/т, при этом выброс альдегидов – до 0,01 кг/т – зависит от вида используемого топлива.

3,0 кг/т асфальтобетона - при плохом состоянии.

$$\Pi = \frac{p \times m}{100},$$

p	убыль материалов, %;
m	масса строительного материала.

Материал	Вид хранения и укладка	При складском хранении	При погрузке	При разгрузке
Щебень, в том числе черный, холодный гравий, песок	Открытый склад в штабелях	0,5	0,4	0,4
	При механизированном складировании	1,0	0,4	0,5
Цемент, минеральный порошок, известь комковая	Закрытые склады			
	силосного типа	0,1	0,25	0,25
	бункерного типа и амбарные	1,2	0,5	0,6

183

Холодный асфальт	Открытый склад (в штабелях или под навесом)	0,7	0,25	0,25
Битум, деготь, эмульсия, смазочные материалы и т.п.	Ямные хранилища закрытого типа или резервуары	0,5	0,1	до 0,2
	Полуподземные или надземные склады, резервуары	0,5	0,1	0,1

Выбросы при производстве битума из гудрона

При производстве битума из гудрона, по данным [1] со ссылкой на данные института ВНИПИнефтехим, выбрасываются тяжелые углеводороды. Их количество составляет ориентировочно 1 кг/т битума.

При последующем дожигании углеводородов в циклонных топках их выброс в атмосферу практически отсутствует.

Выбросы при сливе битума (гудрона) из железнодорожных цистерн

В [4] рекомендуется определять выбросы при сливе битума (гудрона) из железнодорожных цистерн расчетным путем по методике, изложенной в [3], раздел «Расчет выбросов загрязняющих веществ при хранении нефтепродуктов». Выполнить такой расчет для битума затруднительно, так как изначально требуется знать температуру его кипения. В [3 и 4] эта температур не приведена, а найти ее в другой справочной литературе нам не удалось (Справочник химика (6 томов), Л.-М., Химия, т. I – 1962 г., т. II – 1967 г., на который приводится отсылка в [3]).

В указанном справочнике (том 6) приводятся данные по свойствам битумов, но температуры кипения не приведены, хотя для других нефтепродуктов эти температуры приведены. Среди прочих характеристик битумов отмечено «уменьшение веса за 5 часов при 160°C, %, не более – 1,0». Такие свойства битума, как вязкость, плотность, теплопроводность приводятся в диапазоне температур 160-200°C.

Следует отметить, что давление насыщенных паров для нефтепродуктов $P_{S(38)}$ с повышением эквивалентной температуры начала кипения стремительно падает: при повышении температуры с 20 до 100°C на порядок, до 150°C – на два порядка, до 200 °C – на три порядка, до 250°C – на 4 порядка. Величина $P_{S(38)}$ присутствует в расчетной формуле в первой степени. Таким образом, в такой же степени снижаются выбросы углеводородов. Учитывая, что битум – остаточный продукт перегонки нефти, можно считать, что выбросы углеводородов при сливе битума незначительны, и ими можно пренебречь.

Выбросы от котлов АБЗ

Выбросы загрязняющих веществ от котлов определяются расчетным путем по методике, изложенной в [3], раздел – Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч.