



---

<b>Категория</b>		<b>Название</b>
<b>НО:</b>	2.C.2	Производство ферросплавов
<b>ИНЗВ:</b>	040302	Ферросплавы
<b>МСОК:</b>		
<b>Версия</b>	Руководство 2016	

---

**Основные авторы**

Джероуэн Куэнен

---

## Оглавление

<b>1</b>	<b>Общие сведения .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Описание источников.....</b>	<b>3</b>
2.1	Описание процесса .....	3
2.2	Методики .....	3
2.3	Выбросы и контроль .....	4
<b>3</b>	<b>Методы.....</b>	<b>6</b>
3.1	Выбор метода.....	6
3.2	Метод Уровня 1 по умолчанию.....	6
3.3	Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях.....	7
3.4	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных.....	8
<b>4</b>	<b>Качество данных .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Наведение справок .....</b>	<b>9</b>

# 1 Общие сведения

Ферросплавы – это промежуточные сплавы, содержащие железо и один или несколько цветных металлов в качестве легирующей добавки. Ферросплавы обычно классифицируются на 2 группы: основные (производятся в больших количествах в электродуговых печах) и специальные (производятся в меньших количествах, но с большей значимостью). Основные ферросплавы используются исключительно в производстве стали и в сталелитейных или чугунолитейных цехах, в то время как использование специальных ферросплавов более разнообразно. В целом 86,7 % произведенных ферросплавов используется в сталелитейной промышленности (Европейская Комиссия, 2001).

Выбросы при производстве ферросплавов считаются незначительными, так как их доля в суммарном количестве выбросов государства считается несущественной, то есть это менее, чем 1% от суммарных государственных выбросов любых загрязнителей. Несмотря на это, данная версия Руководства дает коэффициенты выбросов по умолчанию для данной категории источников.

Настоящая глава содержит простое описание процесса и метод Уровня 1 для оценки выбросов по данной категории источников.

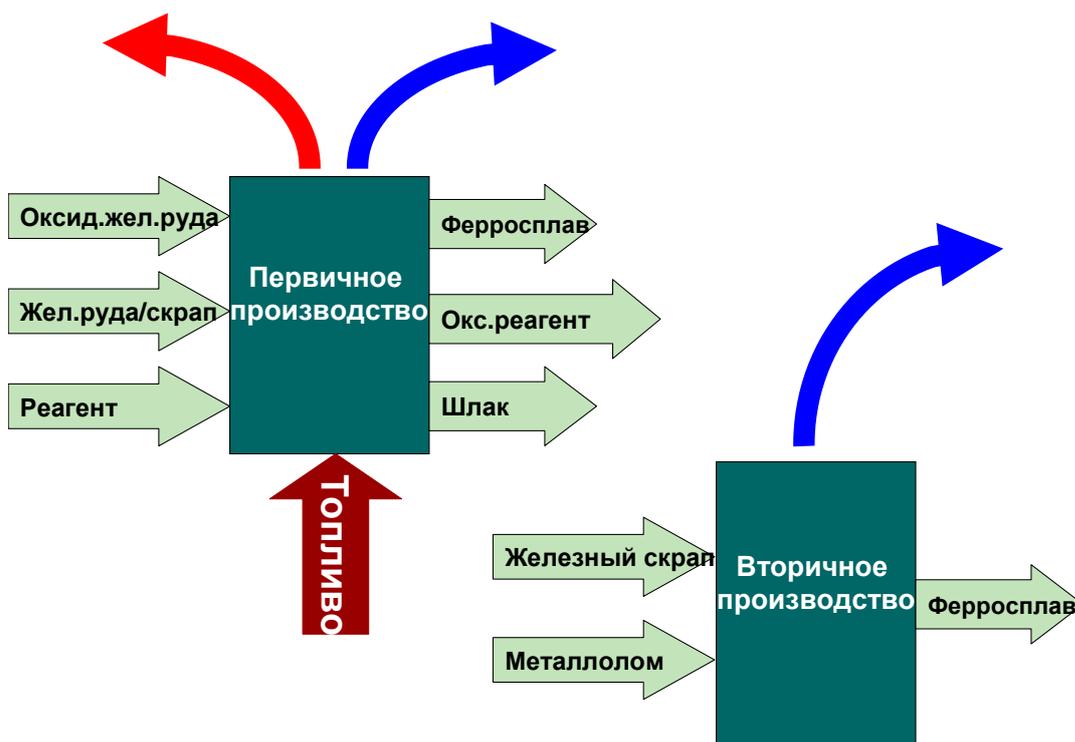
## 2 Описание источников

### 2.1 Описание процесса

Производство ферросплавов обычно включает в себя использование электродуговых печей и реакционных тигелей, в которые погружаются природные вещества (например, кварц, известь, различные минералы, дерево и т.д.) с относительно нестабильным материально-вещественным составом. Благодаря этому основным влиянием производства ферросплавов на окружающую среду являются выбросы пыли и дыма в процессе плавки.

### 2.2 Методики

В зависимости от используемого сырья (первичного или вторичного) производство ферросплавов может быть выполнено как первичный или вторичный процесс. Основной химический состав обоих процессов показан на рисунке 2.1.



**Рисунок 2-1 Упрощенная схема процесса для первичного (верхний левый) и вторичного (нижний правый) производства ферросплавов**

Первичным процессом может быть либо карбонатно-термическое, либо металло-термическое измельчение оксидосодержащих руд или концентратов. В карбонатно-термическом измельчении (самый важный процесс), углерод в форме кокса (металлургический кокс), угля или древесного угля используется в качестве восстанавливающего агента. При использовании доменной печи кокс необходим в качестве источника энергии. Учитывая это, схема процесса также содержит подачу топлива и выделение выбросов, образующихся при горении.

Металло-термическое измельчение обычно производится при помощи силиконового или алюминиевого восстанавливающего агента.

### 2.3 Выбросы и контроль

Выбросы пыли также случаются при хранении, перемещении (глава 2.С.5.е) и предварительной обработке сырья, где выброс сдуваемой пыли играет большую роль. В зависимости от используемого сырья и процесса остальными выбросами в воздух являются диоксид серы ( $SO_2$ ), окись азота ( $NO_x$ ), окись углерода ( $CO$ ), двуокись углерода ( $CO_2$ ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), летучие органические вещества (ЛОС) и летучие металлы. Формирование диоксинов возможно в зоне горения и в охлаждающей части системы обработки отходящих газов.

Тяжелые металлы вводятся в процесс в качестве микроэлементов в сырье. Часть тяжелых металлов выделится в качестве пара. Данный процесс сильно зависит от типа производимого ферросплава и температуры процесса плавки.

Большое количество информации по процессам производства ферросплавов и используемым методикам можно найти в документе Best Available Techniques Reference (BREF) (наиболее доступная справочная методологическая информация по цветной металлургии) (European Commission, 2001), а также документации BREF (Европейская комиссия, 2009) с ожидаемой адаптацией в 2013 г..

В настоящей главе говорится только о технологических выбросах при производстве ферросплавов. Речь о выбросах, имеющих отношение к сжиганию, идет в главе 1.А.2.в. Учтите, что глава 1.А.2.в не приводит никаких специальных коэффициентов выбросов (КВ), имеющих отношение к сжиганию ферросплавов. Предполагается, что процесс сжигания аналогичен для производства любых металлов.

При измерении выбросов твердых частиц при производстве ферросплавов могут использоваться методы, позволяющие получать фильтруемые, конденсируемые или общие ТЧ. На измерение и определение выбросов первичных ТЧ в результате таких видов деятельности, как производство ферросплавов, влияет ряд факторов. Количество ТЧ, определяемое при измерении выбросов, в значительной степени зависит от условий измерения. Это особенно касается деятельности, связанной с высокотемпературными и полулетучими компонентами выбросов - в таких случаях выбросы ТЧ могут быть разделены между твердой/аэрозольной фракцией и фракцией, которая газообразна в точке отбора проб, но может конденсироваться в атмосфере. Доля фильтруемого и конденсируемого материала будет варьироваться в зависимости от температуры дымовых газов и оборудования для отбора проб.

Ряд методов измерения фильтруемых ТЧ используются по всему миру обычно с температурами фильтра 70-160°C (температура определяется путем испытаний). Конденсируемые фракции могут быть определены непосредственно путем извлечения конденсированного материала из охлажденных импинджерных систем после фильтра - обратите внимание, что это конденсация без разбавления и может потребоваться дополнительная обработка для удаления образцов артефактов. Общий подход для общих ТЧ включает разбавление пробы, когда дымовые или выхлопные газы смешиваются с окружающим воздухом (или с помощью смесительного канала или системы разбавления проб), которые собирают фильтруемые и конденсируемые компоненты на фильтре при более низких температурах (но в зависимости от метода, это может быть 15-52°C).

Коэффициенты выбросов ТЧ Уровня 1 и Уровня 2 были пересмотрены для определения того, представляют ли данные фильтруемые или общие (фильтруемые и конденсируемые) ТЧ. В обзоре определены, представляют ли коэффициенты выбросов ТЧ (для ОКВЧ, ТЧ10 и ТЧ2.5) собой общее количество ТЧ, фильтруемые ТЧ или основа коэффициентов выбросов не может быть определена (см. отдельные таблицы коэффициентов выбросов).

Следует отметить, что коэффициенты выбросов ТЧ в данном Руководстве представляют собой первичные выбросы в результате деятельности, а не образование вторичного аэрозоля в результате химической реакции в атмосфере после выброса.

## 3 Методы

В данном разделе предоставлена информация о коэффициентах выбросов по умолчанию для данной категории источников. Поскольку это только небольшой источник выбросов, то предоставлены только коэффициенты выбросов по умолчанию по Уровню 1.

### 3.1 Выбор метода

Не применяется, так как представлены только коэффициенты по Уровню 1. Однако, если есть качественные данные по объектам, то их также можно использовать.

### 3.2 Метод Уровня 1 по умолчанию

#### 3.2.1 Алгоритм

В методе по Уровню 1 применяется следующая формула:

$$E_{\text{загрязнитель}} = AR_{\text{производство}} \times EF_{\text{загрязнитель}} \quad (1)$$

Коэффициенты выбросов по Уровню 1 допускают внедрение «средней» стандартной технологии и сокращения выбросов в стране, а также интеграцию всех различных подпроцессов.

#### 3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Коэффициенты выбросов по умолчанию предоставлены в Таблице 3-1. Коэффициент выбросов для пыли (суммарное количество взвешенных твердых частиц – ОКВЧ) основан на Техническом справочнике по загрязнению воздуха (Ассоциация по регулированию качества воздуха и утилизации отходов, 1992). Распределение между ОКВЧ, ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub> основано на экспертном заключении, согласованном с US EPA (2011a; 12.4). ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub> берутся равными 85 % и 60 % ОКВЧ соответственно. Более подробная информация по выбросам пыли из различных видов ферросплавов и/или о различных стадиях процесса содержится в документе BREF по цветной металлургии (Европейская Комиссия, 2001). В данном документе также предоставлена информация по выбросам, возникающим в процессе горения (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, ЛОС и ПАУ). Коэффициенты выбросов для ЧУ<sup>1</sup> для производство железных сплавов (ферромарганца) берутся из US EPA, база данных SPECIATE, версия 4.3 (US EPA, 2011). КВ для ЧУ относятся к выбросам ТЧ<sub>2,5</sub>.

Коэффициенты выбросов для ОКВЧ, представленные в таблице ниже, расположены в таком же порядке величины как и сумма всех доступных коэффициентов выбросов для подпроцессов в документе BREF.

**Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источников 2.С.2 Производство ферросплавов**

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1		
Категория источника ИО	Код	Название
	2.С.2	Производство ферросплавов

<sup>1</sup> Для целей данного Руководства коэффициенты выбросов ЧУ принимаются равными коэффициентам элементарного углерода (ЭУ). Более подробную информацию можно найти в Главе 1.А.1 Энергетические отрасли промышленности.

Топливо	Не применимо				
Не применяется	ГХЦГ, ПХБ, , ГХБ				
Не оценено	NOx, CO, НМЛОС, SOx, NH3, ТЧ10, ТЧ2,5,Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	1 000	г/Мг произв. сплава	100	10 000	Air & Waste (1992)
ТЧ10	850	г/Мг произв. сплава	85	8 500	Expert judgement based on US EPA (2011a).
ТЧ2,5	600	г/Мг произв. сплава	60	6 000	Expert judgement based on US EPA (2011a).
ЧУ	10	% ТЧ2,5	5	20	US EPA (2011b, file no.: 91151)

Данные коэффициенты выбросов ТЧ представляют только фильтруемые ТЧ (не включая любые конденсируемые фракции)

### 3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Большое количество информации по производственным статистическим данным (для различных категорий источников) доступно в ежегодном статистическом справочнике Организации Объединенных Наций, либо в статистических материалах той или иной страны.

Дальнейшие указания можно найти в Директивах Межправительственной группы экспертов по изменению климата в отношении национальной инвентаризации парникового газа за 2006 год (IPCC, 2006).

## 3.3 Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях

Документ BREF по цветной металлургии (Европейская Комиссия, 2001) определяет количество типов ферросплавов, которые могут быть произведены. Таковыми являются:

- Ферро-хром:
  - Высокоуглеродистый ферро-хром (НС FeCr), содержащий 4–10 % углерода;
  - Среднеуглеродистый ферро-хром (МС FeCr), содержащий 0,5–4 % углерода;
  - Малоуглеродистый ферро-хром (LC FeCr), содержащий 0,01–0,5 % углерода;
- Ферро-кремниевые и кремниевые сплавы:
  - Ферро-кремниевый (FeSi), с содержанием кремния менее, чем 96 %;
  - Si-металл (Si-металл), с содержанием кремния более 96 %;
  - Кремниевый-кальциевый (Кальций-кремний), с содержанием кремния около 60–65 % и с содержанием кальция около 30–35 %;
- Ферро-марганцевые и марганцевые сплавы:
  - Высокоуглеродистый ферро-марганцевый (НС FeMn), максимум 7,5 % углерода;
  - Среднеуглеродистый ферро-марганцевый (МС FeMn), максимум 1,5 % углерода;
  - Низкоуглеродистый ферро-марганцевый (LC FeMn), максимум 0,5 % углерода;
  - Силикомарганец (SiMn), максимум 2 % угля;

- Низкоуглеродистый силикомарганец (LC SiMn), максимум 0,05 % углерода;
  
- Ферро-никель (FeNi);
- Ферро-ванадий (FeV);
- Ферро молибден;
- Ферр вольфрам;
- Ферро-титан;
- Ферро-бор;
- Ферро-ниобий.

Документ BREF предоставляет коэффициенты выбросов только для определенных подпроцессов с числом данных типов ферросплавов. Поскольку большая часть данной информации неполная, то соответствующие коэффициенты выбросов по Уровню 2 не могут быть взяты из нее.

### 3.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

Документ BREF дает много доступной информации по производству цветных металлов (Европейская Комиссия, 2001), в главе по ферросплавам. Данный документ широко раскрывает различные виды ферросплавов и стадии процесса.

## 4 Качество данных

Специальных вопросов по данной категории источников нет.

## 5 Список использованной литературы

Air & Waste Management Association, 1992. *Air Pollution Engineering Manual*. Buonicore, A.J. and Davis, W.T. (eds). ISBN 0-442-00843-0. Van Nostrand Reinhold, NY.

European Commission, 2001. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques (BREF) in the Non-Ferrous Metal Industries*. December 2001.

European Commission, 2009. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Non-Ferrous Metals Industries*. Draft July 2009.

IPCC, 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). IGES, Japan.

US EPA 2011a. AP-42, *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition (with revisions till January 2011)*. Available at: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>.

US EPA, 2011b. SPECIATE database version 4.3, U.S. Environmental Protection Agency's (EPA). Available at: <http://cfpub.epa.gov/si/speciate/>.

## 6 Наведение справок

Все вопросы по данной главе следует направлять соответствующему руководителю (руководителям) экспертной группы по сжиганию и промышленности, работающей в рамках Целевой группы по инвентаризации и прогнозу выбросов. О том как связаться с сопредседателями ЦГИПВ вы можете узнать на официальном сайте ЦГИПВ в Интернете ([www.tfeip-secretariat.org/](http://www.tfeip-secretariat.org/)).