



УДК 504.054+504.064:669.1

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, д.т.н., генеральный директор,

В.Д. МАНТУЛА, зам. генерального директора, директор НИИ, **С.В. СПИРИНА**, к.х.н., зав. отделом
УкрГНТЦ «Энергосталь»

Л.Г. МАКСИМЕНКО, директор по охране окружающей среды, **Е.Н. ГОЛОВЕЦКАЯ**, главный специалист,
Л.А. НЕСТЕРЕНКО

ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»

МЕТОДОЛОГИЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАКТОРОВ ЭМИССИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «АРСЕЛОРМИТТАЛ КРИВОЙ РОГ»

Представлено описание детальных методик расчета удельных выбросов загрязняющих веществ от стационарных и неорганизованных источников для основных производств – агломерационного, доменного, сталеплавильного (мартеновского и конвертерного), прокатного, а также вспомогательных – теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) и топливопотребляющих агрегатов.

инвентаризация, загрязняющие вещества, металлургическое производство, удельные выбросы

Одним из направлений деятельности по внедрению в Украине нового механизма регулирования в области охраны атмосферного воздуха является разработка показателей удельных выбросов (факторов эмиссии) загрязняющих веществ (ЗВ), регламентируемая Постановлением Кабинета Министров Украины «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення збору» от 01.03.99 г. № 303.

Методические основы определения удельных выбросов ЗВ в атмосферный воздух от основных производств по отраслям промышленности изложены в типовой методике, разработанной Министерством охраны окружающей природной среды [1]. Представлены методики расчета удельных выбросов для непрерывных процессов (например, агломерации, топливопотребляющих агрегатов, производства технологического пара, электроэнергии), где расходы газовоздушной смеси и массовая концентрация ЗВ постоянны, и для циклических процессов (к примеру доменная плавка), где измерения проводят за один цикл [1]. В случае циклического процесса, состоящего из нескольких периодов (например, выплавка стали в конвертере или мартеновской печи), измерения рекомендуется проводить по каждому периоду, суммируя затем их результаты. В соответствии с методологией «CORINAIR» металлургические предприятия рассматриваются как точечные источники [2].

Расчет удельных выбросов проводится на тонну произведенной продукции или потребляемого тепла по каждому технологическому процессу. Для организованных источников, снабженных газоочистным оборудованием, удельные выбросы определены до и после очистки. При расчете удельных показателей использованы данные прямых инструментальных измерений выбросов ЗВ от организованных источников в сочетании с данными материального баланса. При расчетах выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников учтены как основные технологические операции, так и подготовительные (получение, хранение, транспортировка, разгрузка сырья и т.д.). Ниже представлены методики расчета удельных выбросов для агломерационного, доменного, сталеплавильного, прокатного и вспомогательных производств.

АГЛОМЕРАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Получение агломерата сопровождается выбросами ЗВ в атмосферный воздух на разных стадиях – от транспортировки и подготовки сырья до отгрузки готовой продукции.

Основными источниками выбросов являются:

- зона спекания шихты;
- разгрузочные части агломашин;
- барабаны тушения возврата;
- барабаны вторичного смешивания;
- подача шихты в бункеры;

- зона охлаждения агломерата;
- корпуса дробления, грохочения, транспортировки известняка.

Основными ЗВ, выбрасываемыми в атмосферный воздух в процессе агломерации, являются оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, суспендированные твердые частицы (с.т.ч.). Для определения удельных выбросов агломерационного производства в качестве исходных использованы данные инвентаризации источников выбросов и контрольных измерений на них.

Методика расчета состоит из следующих этапов:

- получение средних значений мощности выбросов ЗВ от каждого источника выбросов, г/с;
- расчет выбросов ЗВ в течение часа, кг;
- определение производительности оборудования за час работы, т;
- выведение удельных выбросов для каждого агрегата, кг/т агломерата.

Для расчета неорганизованных выбросов применен балансовый метод. Исходные данные для расчета – количество используемого сырья, полученного агломерата, влажность сырья, потери при прокаливании, содержание серы в шихте и агломерате, общее количество пыли, уловленной газоочистной установкой (ГОО), общее количество пыли, выбрасываемое в атмосферный воздух источниками агломерационного производства.

Расчеты показали, что основным источником выбросов ЗВ является зона спекания шихты – порядка 94 %, около 3 % приходится на зону охлаждения и примерно 3 % – на долю остальных источников. В общем объеме выбросов оксид углерода составляет 85–87 %; оксиды азота – 1–1,2 %; диоксид серы – 5,2–5,6 %; с.т.ч. – 5–6 %.

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Доменная плавка, как циклический процесс, состоит из нескольких периодов, отличающихся по длительности и количеству выбросов (разгрузка шихты на бункерной эстакаде, загрузка материалов в доменную печь, выпуск чугуна, шлака и др.).

К основным источникам загрязняющих веществ в доменном производстве относятся:

- участок приема шихтовых материалов и загрузка их в приемные бункеры;
- подбункерное помещение, где получают необходимую фракцию исходных материалов (просеивание), осуществляют дозирование и подачу этих материалов в загрузочное устройство доменной печи;
- загрузка шихтовых материалов в рабочий объем доменной печи и периодическая продувка межконусного пространства для выравнивания давления в нем;

- сжигание доменного газа или смеси доменного и природного газов в воздухонагревателях доменных печей для подогрева дутьевого воздуха;
- процесс нагрева и плавки исходных шихтовых материалов в доменной печи в восстановительной среде с получением чугуна и шлака;
- выпуск чугуна и шлака из печи через летки и разлив их в ковши.

Доменное производство сопровождается выбросами ЗВ (оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сероводород, с.т.ч. и др.) в атмосферный воздух на всех технологических этапах выпуска продукции, обеспечения работы основного оборудования по подготовке и транспортировке сырья, получению энергетических и тепловых ресурсов, ремонту технологического оборудования.

Объемы выбросов от источников доменного производства рассчитаны на основе материально-сырьевого баланса доменного цеха, удельных показателей, приведенных в [3], инструментальных измерений выбросов на стационарных источниках, а также результатов инструментального контроля выполнения нормативов выбросов ЗВ и на основе метода определения выбросов в атмосферный воздух от энергетических установок (для воздухонагревателей) [4].

Материально-сырьевой баланс по доменному цеху включает:

а) приходную часть – железную руду, окатыши, агломерат, металлодобавки, сталеплавильный шлак, известняк, кокс, уголь, воздух, природный газ и т.д.;

б) расходную часть:

- продукцию – чугун, отходы производства (скрап, шлак), отходы сырья;
- технологические отходы – колошниковую пыль, колошниковый газ (сжигание на свече, использование для воздухонагревателей, ТЭЦ и других потребителей), выбросы парогазовой смеси, пыль из пылеулавливающего оборудования, остатки сырья, выбросы в атмосферный воздух.

Результаты измерений и расчетов показали, что основным источником выбросов ЗВ являются межконусное пространство доменной печи, бункерная эстакада и подбункерное помещение, литейный двор. Выбросы оксида углерода составляют порядка 60 %, с.т.ч. – около 34 %.

СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Производство стали в мартеновском и конвертерном цехах сопровождается выбросами загрязняющих веществ (в основном оксидов азота, оксида углерода, диоксида серы, с.т.ч., тяжелых металлов и их соединений) в атмосферный воздух на разных технологических этапах – от



транспортировки и подготовки сырья (известняка, твердого топлива, обжига известняка) до разлива стали.

Основными источниками загрязнения в мартеновском и конвертерном производствах являются:

- подготовка и складирование исходных материалов;
- мартеновская печь, конвертер;
- миксер;
- заливка чугуна и завалка металлолома;
- выпуск и разлива стали.

Удельные выбросы для мартеновских печей и конвертеров определены по методике циклических процессов, остальные производства рассматриваются как непрерывные процессы. При расчете удельных показателей в качестве исходных использованы данные инвентаризации источников выбросов и контрольных измерений. Измерения массовых концентраций ЗВ в дымовых трубах выполняли для каждого технологического агрегата на протяжении всего цикла выплавки стали. Одновременно с измерением концентраций ЗВ в дымовых газах фиксировали производительность печи по выпуску стали.

В конвертерном цехе к неорганизованным относятся выбросы через аэрационные фонари двух конвертерных отделений, разливочного пролета и двух миксерных отделений; в мартеновском цехе – аэрационный фонарь над мартеновской печью и двухваннным сталеплавильным агрегатом (ДСПА), аэрационный фонарь миксерного отделения.

При определении удельных выбросов пыли от неорганизованных источников сталеплавильного производства использованы данные, приведенные в ежемесячных технических отчетах цехов. Прибыльная часть баланса включает металлическую часть шихты, дополнительные и сыпучие материалы. Металлическая часть шихты состоит из чугуна, металлолома и добавок в виде раскислителей и ферросплавов. К расходной части баланса относятся готовая продукция, отходы, брак и твердые частицы пыли, поступающие на газоочистные установки (расположенные за конвертерами, мартеновской печью, ДСПА), потери влаги и углерода чугуна, антрацита, а также известняка и извести.

Результаты измерений и расчетов показали, что основными источниками выбросов ЗВ являются:

- в мартеновском цехе – мартеновская печь (43,5 %), ДСПА (53 %), миксер (3,5 %);
- в конвертерном производстве – конвертер (63 %), миксер (10 %), разливочный пролет (9 %), пролет ремонта и сушки конвертеров (8,5 %), конвертерный пролет (4,7 %), пролет ремонта и сушки ковшей (3,5 %).

Выбросы ЗВ составляют:

- в конвертерном производстве – около 63 % оксида углерода; 7 % диоксида серы; 29 % с.т.ч.

- в мартеновском производстве – около 34 % оксида углерода; 13 % оксидов азота; 52 % с.т.ч.

ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Выбросы вредных веществ при получении проката составляют лишь 1,5–2 % общего объема выбросов металлургического производства, при этом основная их часть – газообразные: оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы.

Основными источниками их образования является топливо, сжигаемое в нагревательных агрегатах прокатных станов. Прокатное производство имеет ряд особенностей (широкий ассортимент прокатной продукции, различные конструкции топливопотребляющих агрегатов, горелочных устройств с разными тепловыми режимами работы, калорийностью и составом топлива), усложняющих методику расчета удельных выбросов. Нагрев металла в нагревательных печах прокатных станов носит непрерывный характер. Измерение концентраций ЗВ для каждой нагревательной печи осуществляется непрерывно на протяжении 2–3 часов при производительности печи, близкой к номинальной. Одновременно с измерением концентраций ЗВ в дымовых газах фиксируются производительность печи по нагретому металлу и расход газообразного топлива, его калорийность.

Методика расчета удельных выбросов газообразных ЗВ нагревательных печей прокатных станов включает определение:

- мощности выбросов ЗВ в дымовых газах нагревательных печей;
- количества ЗВ, образовавшихся за время проведения измерений;
- количества условного топлива, израсходованного на нагрев заготовок за время проведения измерений;
- количества тепла, которое использовано на нагрев заготовок за время проведения непрерывных измерений;
- удельных выбросов газообразных ЗВ, г/ГДж.

Нагрев заготовок в нагревательных колодцах носит циклический характер с несколькими режимами. Из-за отсутствия измерений концентраций ЗВ на дымовых трубах разработана методика определения удельных выбросов, в которой использованы:

- результаты эколого-теплотехнических испытаний, проведенных при наладке режимов сжигания топлива;
- данные о всаде металла (холодный, горячий, теплый) из журналов учета слитков;
- диаграммы расхода топлива;
- данные о химическом составе топлива и его калорийности.

При разработке методики расчета удельных выбросов с.т.ч. неорганизованными источниками обжимного

и прокатного производств в качестве исходных данных использованы:

- ежемесячные технические отчеты, содержащие данные о балансе металла, по Блюмингу-1 и Блюмингу-2;
- ежемесячные технические отчеты, содержащие данные о балансе металла, по СПЦ-1, СПЦ-2 и Прокат-3 прокатного производства;
- ежеквартальные отчеты по движению и утилизации отходов – технические паспорта отходов на окалину первичных и вторичных отстойников;
- технические паспорта отходов на шлак сварочный.

В качестве исходных использованы также данные о выбросах пыли в атмосферный воздух от организованных источников (машины огневой зачистки, зачистных станков адьюстажа цехов Блюминг-1, Блюминг-2). Подробно методика расчета удельных выбросов ЗВ топливопотребляющих агрегатов прокатного производства изложена в [5].

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Продукция ТЭЦ – электрическая энергия, технологический пар для нужд предприятия, нагретый воздух для доменного дутья. Котлы «НИКА» предназначены для подогрева воды, необходимой для отопления и технологических нужд предприятия. В качестве топлива в котлах используется в разных пропорциях смесь природного, доменного и коксового газов, а также мазут.

Основными ЗВ, выбрасываемыми с дымовыми газами в атмосферный воздух, являются оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, с.т.ч., ванадий и его соединения, ртуть и ее соединения. При разработке методики определения удельных выбросов СО и NO_x в качестве исходных использованы данные эколого-теплотехнических испытаний котлов (режимные карты) и контрольных измерений. Методика включает определение выбросов ЗВ, г/час; продуктивности оборудования за час работы, ГДж/час; удельных выбросов ЗВ для данного агрегата, г/ГДж. Продуктивность оборудования рассчитывается по данным производственных отчетов, технологических инструкций, паспортам. Удельные выбросы диоксида серы, с.т.ч., ванадия и его соединений, ртути и ее соединений рассчитаны в соответствии с [3]. При сжигании в агрегатах топлива в атмосферный воздух выбрасываются оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, а при сушке песка в сушильных барабанах и обжиге известняка – вещества в виде с.т.ч.

Для определения удельных выбросов ЗВ непрерывно в течение 1–2 часов производились измерения их концентраций в дымовых газах при производительности технологических агрегатов, близкой к номинальной. Одновременно с этим фиксировались производитель-

ность агрегатов по нагретому металлу, расход топлива, его состав и калорийность.

Удельные показатели выбросов ЗВ в атмосферный воздух от основных и вспомогательных производств ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» утверждены Министерством охраны окружающей природной среды на период до 5 лет и подлежат периодическому пересмотру в случае изменения технологии производства, замены очистного оборудования, других мероприятий, влияющих на объем выбросов.

Анализ результатов по определению удельных нормативов показал, что наибольшие выбросы – в аглодоменном и сталеплавильном производствах. Основными ЗВ, выбрасываемыми в атмосферный воздух, являются оксид углерода (около 80 %), диоксид серы (6–7 %), оксиды азота (2–3 %), с.т.ч. (около 12 %). Их количество составляет 99,9 % всех выбросов.

Таким образом, внедрение предприятием природоохранных мероприятий должно быть направлено на снижение выбросов оксида углерода, диоксида серы, с.т.ч. в агломерационном, доменном, сталеплавильном производствах.

Руководство ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» постоянно уделяет внимание обеспечению экологической безопасности, обновлению и модернизации производственных мощностей и природоохранного оборудования, максимально возможному улучшению экологических показателей, внедрению ресурсосберегающих и малоотходных технологий.

На 2006–2015 гг. ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» предусмотрено 14 мероприятий по охране воздушного бассейна с внедрением автоматизированной системы экологического мониторинга.

По агломерационному производству:

- строительство нового агломерационного цеха с современным шихтоподготовительным комплексом, эффективной системой пылегазоочистки.

По доменному производству:

- реконструкция и оснащение системами аспирации литейных дворов и подбункерных помещений;
- подавление выбросов в межконусном пространстве азотом.

По сталеплавильному производству:

- строительство нового конвертерного цеха с внедрением экологически безопасных технологий, современных эффективных методов пылегазоподавления и очистки;
- закрытие существующего мартеновского цеха
- модернизация действующего конвертерного цеха со строительством новых газоочистных установок за конвертерами № 1–6;



- вывод из эксплуатации действующего цеха Блюминг-1 до 2011 года.

Внедрение указанных мероприятий позволит ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 132,16 тыс. т/год, а также снизить выбросы до предельно допустимых значений.

ВЫВОДЫ

Разработаны методики определения удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от основных (агломерационного, доменного, сталеплавильного, прокатного) и вспомогательных (теплоэлектроцентралей и топливopotребляющих агрегатов) производств ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог».

При расчете удельных показателей использованы данные прямых инструментальных измерений выбросов от организованных источников в сочетании с данными материального баланса.

Показано, что наибольший вклад в выбросы предприятия с полным металлургическим циклом вносят аглодоменное и сталеплавильное производства.

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферный воздух, являются оксид углерода (около 80 %), диоксид серы (6–7 %), оксиды азота (2–3 %), с.т.ч. (около 12 %).

Анализ валовых выбросов показал, что внедрение предприятием природоохранных мероприятий должно быть направлено прежде всего на снижение выбросов оксида углерода, диоксида серы, с.т.ч. в агломерационном, доменном, сталеплавильном производствах.

С целью уменьшения загрязнения окружающей природной среды на 2006–2015 гг. ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» предусмотрено 14 мероприятий по охране воздушного бассейна, внедрение которых позволит предприятию сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 132,16 тыс. т/год, а также снизить выбросы до предельно допустимых значений.

Надано опис детальних методик розрахунку питомих викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і неорганізованих джерел для основних виробництв – агломераційного, доменного, сталеплавильного (мартенівського, конвертерного), прокатного, а також допоміжних – теплоелектроцентралей (ТЕЦ) та паливовоспоживаючих агрегатів.

Результаты выполненной работы могут быть использованы при разработке:

- единого подхода к оценке валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с целью упорядочения отчетности, получения достоверной информации о выбросах и дальнейшего прогнозирования процессов загрязнения атмосферы;
- отраслевой методики определения удельных выбросов загрязняющих веществ по отдельным производствам горно-металлургического комплекса;
- нормативов выбросов загрязняющих веществ и рекомендаций по технологическим нормативам выбросов для отдельных производств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення [Текст]. – Київ, 2000.
2. Руководство по инвентаризации выбросов CORINAIR, 2000, 2006 [Текст].
3. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами [Текст]. – Донецьк, УкрНТЕК, 2004. – Том 1.
4. ГKD 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок / Методика визначення // Міністерство палива та енергетики України [Текст]. – Київ, 2002.
5. Бренер, Л.М. Основные положения проекта методики расчета удельных выбросов загрязняющих веществ топливopotребляющих агрегатов прокатного производства [Текст] / Л.М. Бренер, В.Д. Мантула, С.В. Спирина и др. // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов : Сборник научных статей XIII Международной научно-практической конференции – Харьков, УкрГНТЦ «Энергосталь», 2005. – Том 1. – С. 348–351.

Description of detailed techniques for calculating emissions from stationary and non-organized point for the basic manufactures, namely sintering plants, blast-furnace shops, steel-melting (open-hearth & converter), rolling shops as well as auxiliary such as heat and power plants and fuel-consuming units is presented.

Поступила в редакцию 28.03.2008