

Система пылеудаления для первичного смесителя на аглофабрике Monlevade компании ArcelorMittal

В статье представлены результаты эксплуатации системы пылеудаления для первичного смесителя агломерационной фабрики компании ArcelorMittal Monlevade на заводе в Жоао-Монлеваде, Бразилия.

Пыль отделяют с помощью недавно установленных электростатических фильтров (ESP). Влажный газ, выходящий из первичного смесителя, нагревают, используя горячие газы из зоны охлаждения агломерационной машины, а затем подают во вводной газопровод фильтра-очистителя. Инновация заключается в использовании горячих газов из зоны охлаждения агломерационной машины и адаптации газовой смеси для удаления пыли в ESP.

Введение

Агломерационная фабрика на заводе Monlevade компании ArcelorMittal была введена в эксплуатацию в 1978 г. С целью 100%-ного использования агломерационной шихты фабрика была реконструирована в 2002 г. и переведена на технологию гибридного окомкования (hybrid pelletizing sinter process, HPS). По этой технологии в роли связующего материала используется известняк. После освоения технологии HPS значительно увеличился выброс пыли из первичного смесителя. Для решения этой проблемы компания ArcelorMittal заключила контракт с Агентством по контролю окружающей среды.

Однако вторичный фильтр электростатической очистки (ESP) оказался менее эффективным, чем ожидалось, и его усовершенствовали. На заводе ArcelorMittal Monlevade осознали необходимость удаления пыли в газоотводной трубе первичного смесителя. По применяемой технологии агломерации компания ArcelorMittal в качестве одного из компонентов шихты добавляет известняк и перемешивает шихту в большом горизонтальном вращающемся цилиндрическом смесителе.

При заключении контракта с целью решения проблемы удаления пыли компания Enfil S.A предложила

использовать еще одну ступень пылеудаления, в дополнение к электростатическому фильтру, без снижения производительности и с перспективой получения 100%-ного результата. Предложенная система должна была гарантировать уровень запыленности выбросов не более 50 мг/м³ (сухой, при н. у.).

Установленный электростатический фильтр предназначался для сбора твердых частиц (particulate matter, PM), образующихся на различных запыленных участках, например, ленточных конвейерах, отгрузочном участке агломашины, участке грохочения, в верхней части бункера, в зоне охлаждения агломерата и других. Кроме того, в фильтр должны были поступать газы из первичного смесителя.

Материалы и методики

Предложенное компанией Enfil решение предусматривало полное удаление пыли на участке транспортирования агломерата (обычно эту операцию называют вторичным обеспыливанием агломерата) и очистку газов, отходящих из первичного смесителя. Для выявления проблемы, создаваемой первичным смесителем, можно рассмотреть характеристики смесителя и зоны охлаждения агломерата, которые приведены в **табл. 1**. В данном

Хидео Кимура, Маркело Озава, Жаиро Роча да Коста, компания **Enfil S.A. Controle Ambiental**, Сан Пауло, Бразилия; Раймундо Нонато Батиста Брага, Жеральдо Эустакио да Сильва, Рональдо Карлос да Сильва, Карлос Эдуардо де Соуза, компания **ArcelorMittal Monlevade**; Жоао-Монлеваде (MG), Бразилия

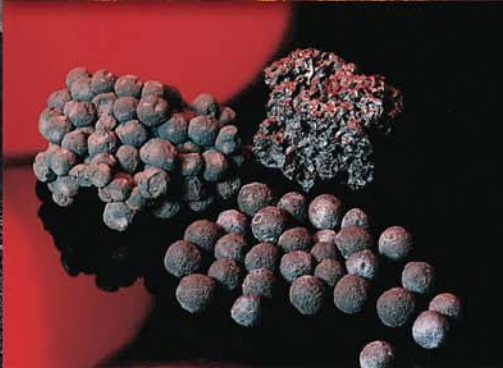
Контакт: www.enfil.com.br
E-mail: info@enfil.com.br

Характеристика завода	
Высота над уровнем моря	650 м
Локальное атмосферное давление	93386 Па
Зона охлаждения агломерата	
Газовый поток (влажный газ при н. у.)	16000 м ³ /ч
Температура газа	340 °С
Давление газа	-177 Па
Диаметр газохода	550 мм
Концентрация пыли (при н. у.)	0,2 г/м ³
Плотность пыли	1500 кг/м ³
Первичный смеситель	
Газовый поток (влажный газ при н. у.)	48634 м ³ /ч
Температура газа	48 °С
Давление газа	-20 Па
Диаметр газохода	1150 мм
Концентрация пыли (при н. у.)	0,5 г/м ³
Плотность пыли	2000 кг/м ³

Таблица 1. Исходные данные для расчета обеспыливания



Посетите нас на выставке
Металлургия-Литмаш 2012
28-31 мая в Москве
Стенд 7-5В12



Технологии для современной металлургии – Интенсивные смесители фирмы АЙРИХ. Оборудование, ноу-хау и сервис из одних рук



Новое оборудование



Так, например, было приготовлено
10 млн.т железной руды
без существенного износа
оборудования



Берите на вооружение опыт партнёра

- Обогащение металлосодержащих руд
- Смешивание агломерационных материалов
- Особые технологии
- Рециклинг зол и шламов
 - с целью сокращения отходов (снижение расходов на складирование)
 - воспроизводство ценных материалов
 - для сокращения эмиссии вредных веществ
 - с целью экономии энергии

ООО «Айрих Машинентехник»
ул. Уржумская, 4, строение 2
129343 Москва, Российская Федерация
Телефон: (495) 7716880, факс: (495) 7716879
E-mail: info@eirich.ru, Internet: www.eirich.ru



EIRICH

		Существующая зона охлаждения агломерата	Первичный смеситель	Выход из смесителей (1+2)
Поток технологического газа	м ³ /ч (при раб. у.)	16000	48634	65933
Поток технологического газа	м ³ /с (при раб. у.)	4,444	13,510	18,315
Поток технологического газа	м ³ /с (при н. у.)	1,821	10,578	12,400
Температура газа	К	613,15	321,45	367,94
Давление газа	Па	-177	-17,7	-981
Давление газа (абс.)	Па	93210	93369	92405
Концентрация пыли в газе	г/м ³ (при н. у.)	0,2	0,5	0,57
Плотность воздуха	кг/м ³ (при раб. у.)	0,532	1,016	0,8781
Плотность пыли	кг/м ³	1500	2,000	Нет св.
Диаметр газохода	мм	550	2,000	1150
Скорость в газоходе	м/с	18,71	4,30	17,63
Число Рейнольдса	—	182234	Нет св.	849528
Массовый поток технологического газа (пыль)	кг/с	0,0004	0,007	0,0071
Массовый поток технологического газа (воздух)	кг/с	2,362	13,720	16,0826
Массовый поток технологического газа (общий)	кг/с	2,363	13,727	16,0897

Таблица 2. Расчетные показатели баланса масс

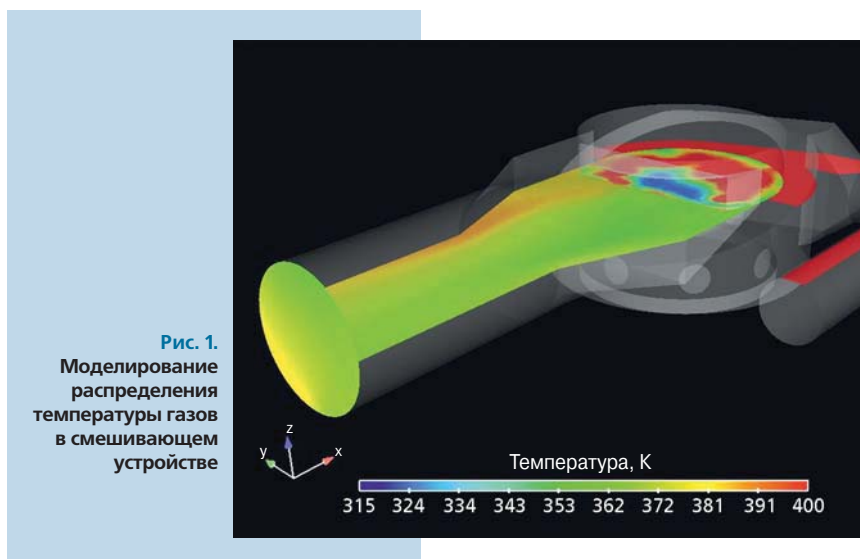


Рис. 2. Дымовая труба без обеспыливающего устройства



Рис. 3. Дымовая труба с обеспыливающим устройством

проекте следовало рассмотреть и решить следующие задачи:

- система пылеудаления первичного смесителя должна пропускать весь поток отходящих газов (влажный газ с влажностью 26 %, содержащий пыль и известняк);
- тепло, выделяющееся в зоне охлаждения агломашины, должно ис-

пользоваться для нагрева газов, отходящих из первичного смесителя; — перепад давления требовалось рассчитать таким образом, чтобы обеспечить разрежение (отрицательное давление) в зоне газоотсоса.

Требовалось рассчитать баланс масс и тепловой баланс. При смешивании потока отходящих газов из зоны

охлаждения агломерата и из смесителя общий массовый поток представляет собой сумму масс этих двух потоков. Исходя из этого, можно рассчитать температуру смешанного газового потока из зоны охлаждения и из смесителя [1]. Основываясь на балансе масс и тепловом балансе, можно рассчитать окончательную скорость смешанного газового потока и его температуру на выходе (табл. 2).

При выборе параметров газовой смеси важно было определить такую температуру на выходе и влажность, которые не ухудшали рабочие характеристики фильтров ESP и, соответственно, не вызывали нарушений работы газоходов и фильтров. После расчета параметров процесса и баланса масс появилась возможность продолжения конструкторских разработок с учетом характеристик газовой смеси в верхней части дымовой трубы для выброса газов из первичного смесителя. Используя экспериментальные данные, полученные при исследовании инъекционных систем для вдувания порошкообразного угля в доменную печь (процесс PCI—pulverized coal injection), построили идеальную модель устройства для смешивания газов, показанную на рис. 1.

Полученные результаты и их обсуждение

После завершения пылеудаления весь газ, направляющийся в дымовую трубу первичного смесителя, поступает во входной газоход электростатического фильтра, где осаждаются большая часть содержащихся в нем



www.sms-meer.com/ecoplants

ПЕРСПЕКТИВНО ИЛИ ДОХОДНО? НЕ „или“, А „и“

ecoplants

Ecoplants - это новый знак SMS Meer для перспективных решений, которые принесут нашим заказчикам экономическую и экологическую выгоду. Экономическую - потому что экономия энергии и сырья снижает затраты; экологическую - потому что охрана ресурсов приобретает все большую значимость. Ecoplants-решения SMS Meer отвечают обоим этим аспектам - на пользу наших заказчиков.

Качество объединяет - наши заказчики и мы каждый раз заново подтверждаем этот лозунг по каждому проекту. Нами совместно разрабатываются решения, дающие нашим деловым партнерам преимущества среди своих конкурентов. Благодаря хорошему сотрудничеству, SMS Meer является международным лидером в области тяжелого машиностроения.

**SMS
MEER**

SMS group

MEETING your EXPECTATIONS

www.sms-meer.com

Подготовка сырьевых материалов

твердых частиц. До установки системы обеспыливания удаление газов из дымовой трубы смесителя происходило путем естественной циркуляции, и, следовательно, верхнюю часть трубы приходилось периодически очищать.

Поставленная цель — удаление всей пыли в газоходе первичного смеси-

теля — была полностью достигнута. На **рис. 2** показана дымовая труба во время работы без обеспыливающего устройства, на **рис. 3** — труба, работающая с обеспыливающим устройством, а на **рис. 4** — вся установленная система электростатических фильтров. Система фильтров была введена в эксплуатацию 24 сентября 2007 г.,

а через два дня присоединена к дымовой трубе смесителя. Производство агломерата в это время продолжалось с нормальной производительностью (5100 т/сут).

Прежде наблюдались выбросы в виде утечек газа через щели и зазоры газоходов вблизи смесителя. Эту проблему удалось решить благодаря созданию отрицательного давления в системе обеспыливания, в результате чего происходила полная вытяжка газов.

Часть горячих (около 300 °С) газов, отходящих из зоны охлаждения агломерата, стали использовать для нагрева и удаления влаги из газов смесителя. (Во многих цехах отходящие газы из зоны охлаждения агломерата просто выбрасывали в атмосферу.)

Несмотря на то, что поток смешанных газов в обеспыливающем устройстве составлял лишь 10 % общего потока газов в системе, повышение влажности газов и появление в них пылевидного известняка способствовало повышению рабочих характеристик системы пылеудаления. Это объясняется фактом уменьшения сопротивления собранной пыли и, как следствие, облегчения пылеотделения. Данный факт подтвердила проверка эксплуатационных характеристик (при измерении массы твердых частиц) на выходе из электростатического фильтра.

Выбросы твердых частиц (измеренные дымомером) возрастали при неработающем смесителе и возвращались к нормальному уровню после включения смесителя. На **рис. 5** показана диаграмма, снятая на дымомере в ходе испытаний. Конструктивные параметры и результаты испытаний смесителя приведены в **табл. 3**.

Полученные результаты можно обобщить следующим образом:

- улучшены условия окружающей среды вблизи аглофабрики;
- уменьшен объем работ по очистке дымовой трубы;
- обеспечено полное удаление пыли в дымовой трубе первичного смесителя;
- отсутствуют утечки вблизи первичного смесителя;
- использование теплоты агломерации (энергосбережение);
- вклад в совершенствование систем пылеотделения.



Рис. 4. Установка системы электростатических фильтров (ESP)

		Конструктивные параметры	Результаты испытаний
Поток смешанных газов (фактич.)	м³/ч	65933	30201
Поток смешанных газов (при н. у.)	м³/ч	44640	13850
Температура смешанных газов	°С	94,8	145,7
Содержание твердых частиц (при н. у.)	мг/м³	57	2328
Влажность газовой смеси	% (объем.)	8	26,3
Концентрация пыли на выходе из фильтра (при н. у.)	мг/м³	50	9–13,5 (ср.: 11)

Таблица 3. Конструктивные параметры и результаты испытаний смесителя

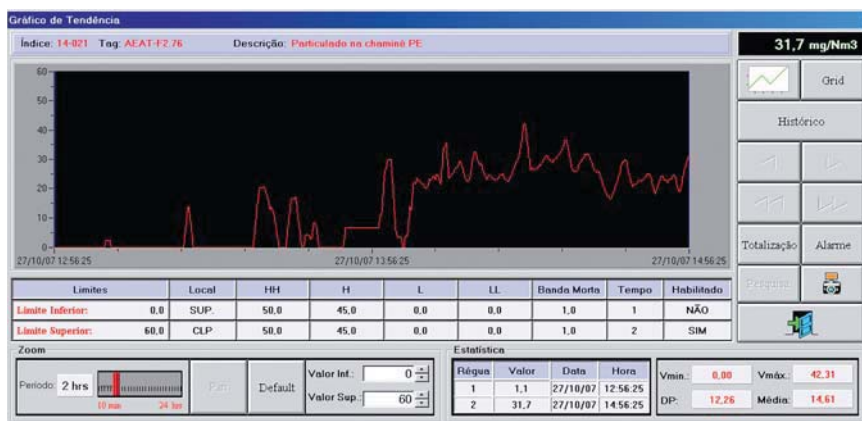


Рис. 5. Вид диаграммы, снятой на дымомере, установленном за электростатическим фильтром

KÜTTNER



28.-31.05.2012
Стенд 7-5C02



МЕТАЛЛ ЭКСПО

13.-16.11.2012

Технология для производства конкурентоспособного и высококачественного чугуна и стали



Производство чугуна

- ▶ Складские и погрузочно-разгрузочные работы
- ▶ Размол и сушка угля
- ▶ Вдувание пылеугольного топлива
- ▶ Рекуперация тепла
- ▶ Системы обеспыливания литейного двора собственной конструкции



Утилизация следующих отходов при работе с печью OXUCUP®

- ▶ мелкой фракции окиси железа
- ▶ шлама
- ▶ настелей и отходов металла
- ▶ лома



Производство стали

- ▶ Десульфуризация горячего металла
- ▶ Комбинированная донная продувка конвертера ТВМ
- ▶ Модель системы донной продувки конвертера ОТСМВ
- ▶ Дозировка легирующих добавок
- ▶ Кондиционирование шлаков
- ▶ Горячее брикетирование конвертерной пыли



Технологии по охране окружающей среды

- ▶ Высокотемпературные технологии
- ▶ Технологии нагрева
- ▶ Технологии по утилизации колошниковых газов
- ▶ Очистка отходящих газов на агломерационной установке
- ▶ Автоматизация производственных процессов

Выводы

Проблема, поставленная компанией ArcelorMittal Monlevade в связи с необходимостью удаления пыли из дымовой трубы первичного смесителя, получила уникальное решение, не имеющее аналогов в Бразилии. В ряде технических публикаций японских изданий упоминалось об утилизации теплоты агломерации в бойлерах, но обычно тепловая энергия из зоны охлаждения агломерационной машины просто терялась при выбросе отработанных газов в атмосферу.

Наряду с достижением основной цели (выбросы пыли на выходе из дымовой трубы составили не более 50 мг/м^3 при н. у., сухая масса), успех этому техническому проекту принесли также такие его эксплуатационные преимущества, как возможность утилизации тепла, выделяющегося в зоне охлаждения агломашины, и улучшение условий электростатического фильтрования запыленных газов.

Исходная предпосылка, касающаяся очистки отходящих газов смесителя с высокой влажностью, содержащих твердые частицы (образовавшиеся в результате взаимодействия влаги, известняка и пыли), была реализована не полностью. Результаты внедрения проекта продемонстрировали, что система работает надежно, без рисков, с отличными конструктивными и технологическими характеристиками. Поэтому в дополнение к опыту компании Enfil необходимо провести дополнительные расчеты и эксперименты, касающиеся систем обеспыливания.

Основным достижением можно считать снижение средней концентрации пыли до уровня 11 мг/м^3 (при н. у., сухая масса), что значительно ниже гарантированного уровня 50 мг/м^3 . Новые системы обеспыливания, которые находятся в эксплуатации уже некоторое время, после ввода в действие электростатических фильтров демонстрируют хорошую эффективность. ■

Благодарности

Авторы выражают благодарность следующим специалистам и/или организациям:

- инженерам компании ArcelorMittal Monlevade за их веру в жизнеспособность проекта и предоставление необходимой информации о производственных показателях;
- компании Enfil S.A. в лице инженера Франко Кастельяни Тарабини-мл., директору компании, за веру в проект и поддержку в его осуществлении, начиная с разработки концепции;
- инженеру Хидео Кимура, главному технологу компании Enfil S.A., за многочисленные и важные рекомендации по проекту, подкрепленные его экспертными заключениями и профессиональным опытом.

Библиографический список

- [1] White, F.M.: Viscous fluid flow. New York: McGraw-Hill, 1991.
- [2] Patankar, S.V.: Numerical heat transfer and fluid flow. New York: Hemisphere Pub. Corp.: McGraw-Hill, 1980.
- [3] Fluent v6.3.26 User's Guide.
- [4] 3rd International Meeting on Ironmaking, September 22–26, 2008. São Luis, Maranhão, Brazil.



ПЕЧИ CAN-ENG

Испытанная технология производства труб и прутков

**ЗАКАЛКА И ОТПУСК
ТРУБЫ, ПРУТКИ И ПЛАСТИНЫ**
**ОТЖИГ/НОРМАЛИЗАЦИЯ
ТРУБЫ, ПРУТКИ И ПЛАСТИНЫ**

Свяжитесь с нами, чтобы узнать, почему многие из крупнейших в мире компаний по термообработке стали выбирают CAN-ENG FURNACES INTERNATIONAL LIMITED для делового сотрудничества. Чтобы узнать больше о наших разработках, конструкциях и производственных возможностях, посетите www.can-eng.com или отправьте электронное письмо Майклу Клауку: mklauck@can-eng.com



ПОСЕТИТЕ CAN-ENG НА ВЫСТАВКЕ
МЕТАЛЛУРГИЯ-ЛИТМАШ 28-31 МАЯ 2012 г.
В МОСКВЕ, РОССИЯ, СТЕНД 7-5 В1



P.O. Box 235, Niagara Falls, New York 14302-0235 | www.can-eng.com | Тел.: +1 905.356.1327 | Факс: +1 905.356.1817