

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПГУ ДСП С ВНЕДРЕНИЕМ ПАРОИСПАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Евтушков А.В., Коноваленко С.В., Прицев М.И.

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», Республика Беларусь, г. Жлобин

Аннотация. При интенсификации процесса выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи количество выбросов загрязняющих веществ возрастает. Для уменьшения негативного влияния производства на окружающую среду произведена реконструкция пылегазоулавливающей установки (ПГУ) с внедрением пароиспарительной системы. В результате модернизации и увеличения производительности ПГУ: снизилось количество загрязняющих выбросов в атмосферу, появилась возможность генерировать и использовать водяной пар для нужд предприятия, использовать тепло отходящих дымовых газов для нагрева воды и отопления помещений.

Ключевые слова: газоочистка, пароиспарительная система, реконструкция, дуговая сталеплавильная печь.

В 2013 году в ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (далее – предприятие) в электросталеплавильном цехе, с целью увеличения производительности, проведена модернизация дуговой сталеплавильной печи, заключающаяся во внедрении газокислородных горелок в рабочее пространство печи и автоматизацию их работы. Вследствие модернизации удалось увеличить производительность электропечи до 1 млн. т/г, количество плавок в сутки увеличилось с 22 до 27 плавок, при среднем весе годного металла 107 тонн.

В связи с интенсификацией выплавки стали остро встал вопрос о комплексной реконструкции ПГУ, в части уменьшения влияния негативных воздействий производства стали на окружающую среду, снижения выбросов пыли и газов (CO, SO₂, NO_x) в атмосферу. Предприятие заключило контракт на реконструкцию системы удаления загрязненных выбросов от ДСП с зарубежной компанией. Согласно контракта предусматривалось:

- 1) Разработка и поставка нового водоохлаждаемого газохода увеличенного сечения и длины, увеличение сечения сводового колена.
- 2) Установка камеры дожига, выполняющей функцию пылесадительной камеры.
- 3) Увеличение общей площади фильтрации газов до 15 тыс м².
- 4) Увеличение мощности дымососов.
- 5) Увеличение площади холодильной установки.
- 6) Установка пароиспарительной системы для утилизации тепла отходящих газов и выработки пара.

Схема работы ПГУ до реконструкции представлена на рисунке 1.

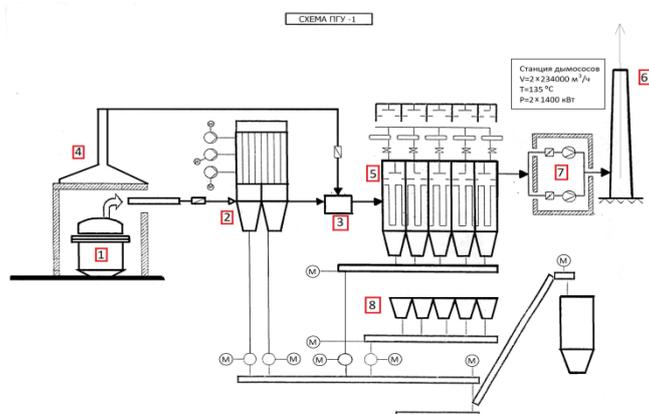


Рисунок 1. Схема ПГУ до реконструкции

На схеме представлена работа газоочистки ДСП до реконструкции. Отходящие дымовые газы следуют по каналу водоохлаждаемого газохода от рабочего пространства печи (1) в камеры холодильника (2), где происходит их охлаждение и очистка от крупных частиц пыли. Через смесительную камеру (3), смешиваясь с газами из-под зонта ДСП (4), смесь поступает в камеру с фильтрами (5), где происходит окончательная очистка дымовых газов от пыли и выпуск их в атмосферу через трубу (6). Работа обеспечивается двумя дымососами (7) производительностью 234000м³/ч и мощностью 1400 кВт. Частицы пыли, оседающие в холодильной камере и камере с фильтрами, через систему бункеров по конвейерной ленте (8) поступают в пылесборники для последующей утилизации.

Общий вид ПГУ после реконструкции представлен на рисунке 2, схема работы представлена на рисунке 3.

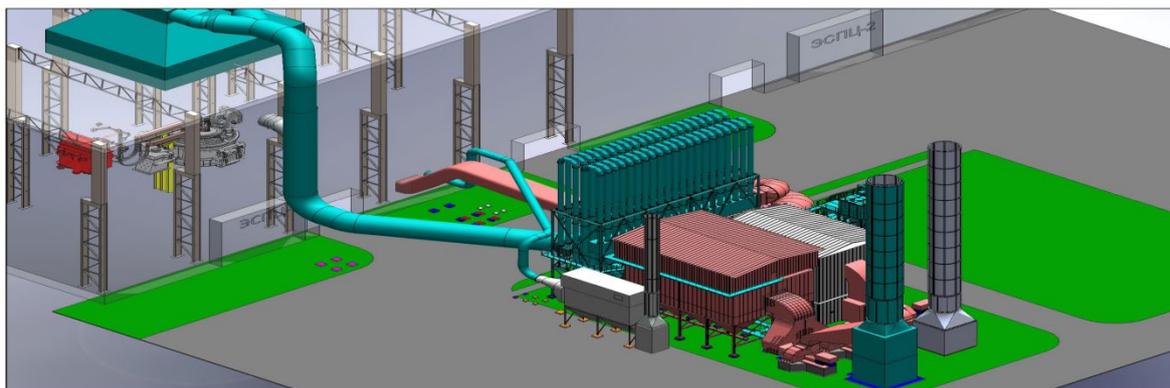


Рисунок 2. Общий вид ПГУ после реконструкции

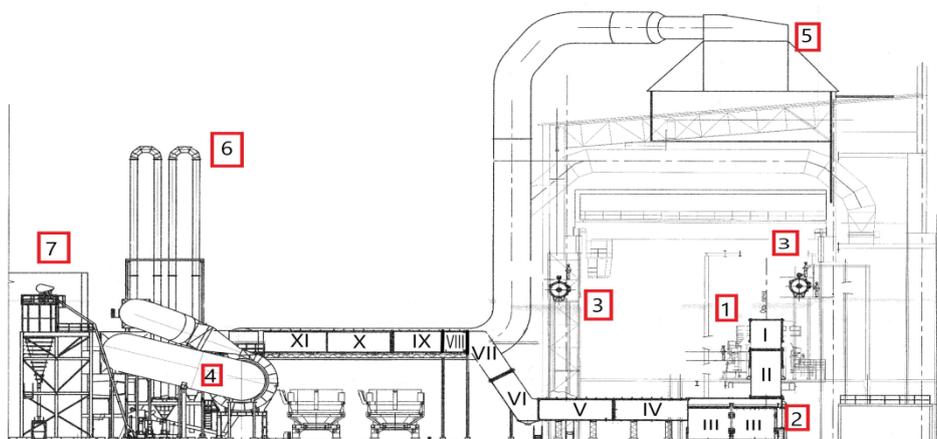


Рисунок 3. Схема ПГУ после реконструкции

Отходящие дымовые газы из пространства ДСП (1) поступают в канал газохода увеличенного сечения (2600мм) состоящего из 10-ти сегментов (I-X) и пылеосадительной камеры (2), которые имеют водоохлаждаемый контур, и являются частью пароиспарительной системы, функционирование которой обеспечивается двумя котлами-утилизаторами (3). В смесительной камере (4), с функцией искрогасителя, дымовые газы из рабочего пространства печи смешиваются с газами из-под зонта (5), который поглощает неорганизованные выбросы во время завалки корзины или слива плавки. Смесь газов поступает в холодильную камеру (6) для охлаждения, для предотвращения повреждения фильтрующих элементов в камере (7). Очищенный от пыли газ выходит через дымовую трубу в атмосферу, а пыль по конвейерной ленте поступает в систему бункеров для последующей фасовки в "биг-бэги" для отгрузки сторонним потребителям. Контроль параметров отходящих газов ДСП осуществляется автоматической системой контроля (АСК), в которой фиксируются показания ПДВ (предельно допустимые выбросы) и ПДК

(предельно допустимая концентрация). Наличие подвижной муфты обеспечивает регулировку дожига СО в случае превышения выбросов.

В результате модернизации и увеличения производительности ПГУ, количество выбросов в атмосферу значительно снизилось, как по данным газоанализаторов, так и по оценке работников предприятия. Эффективность очистки газа на всех режимах плавки достигает более 99,5 %. Концентрация выбросов пыли после очистки менее 10 мг/м³, а массовые выбросы в отходящих газах на выходе из источника составляют: пыль менее 5г/с, СО менее 100 г/с. Благодаря введению в эксплуатацию пароиспарительного комплекса, у предприятия появилась возможность производства пара и нагрева воды используя тепло отходящих дымовых газов ДСП. До ввода в работу установки пар производился газовыми котлами утилизаторами, использовавших в работе природный газ, в настоящее же время их работа необходима только при длительном простое ДСП. Работа печи обеспечивает горячей водой для отопления не только территорию предприятия, но и жилые районы и другие предприятия.

Технологическая схема работы пароиспарительной системы газохода представлена на рисунке 4.

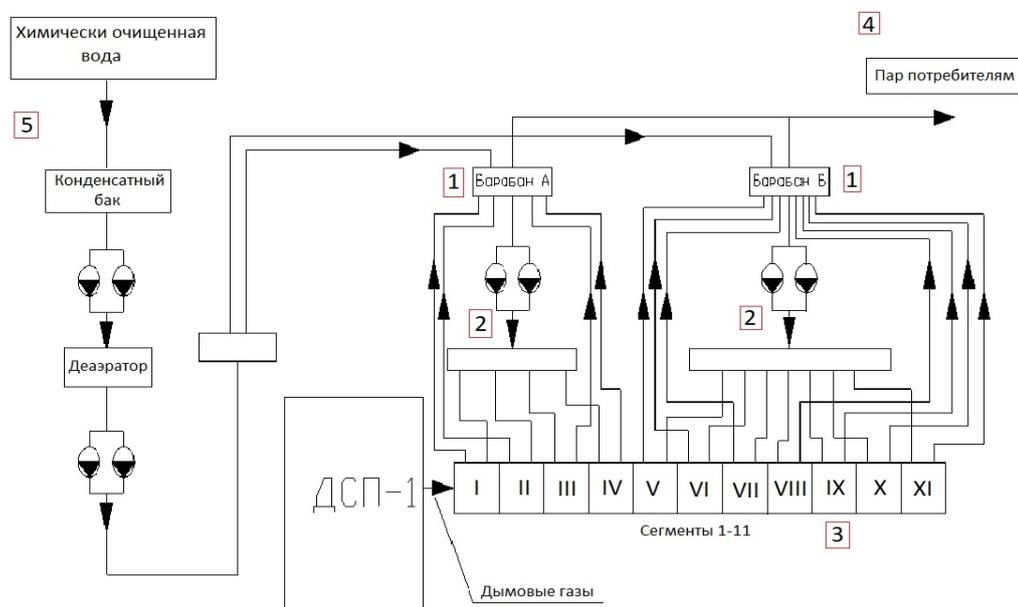


Рисунок 4. Схема работы пароиспарительной системы

Подготовленная вода с котельного барабана А и Б (1) по опускным трубопроводам подается на циркуляционные насосы (2), которые перекачивают ее к охлаждаемым сегментам I-XI (3). В охлаждаемых сегментах вследствие проникновения тепла от отходящих газов ДСП-1 образуется водопаровая смесь, которая по подъемным трубопроводам идет обратно к котельному барабану (1), где происходит отделение пара от воды. Вода возвращается обратно к охлаждаемым сегментам, а пар отводится во внешнюю сеть (4) с возможностью использования на нужды предприятия, средняя производительность пара достигает 10 т/ч.

Убыль воды в системе циркуляции восполняется подготовленной водой, посредством питающих насосов (5). В связи с большой протяженностью охлаждаемого канала предусмотрен раздел на две отдельные системы испарительного охлаждения "А" и "Б". К контуру "А" подключены также стенки и свод пылесадительной камеры, которая помимо своих основных функций выполняет роль камеры дожигания угарного газа.

Выводы. С увеличением интенсификации выплавки стали после модернизации ДСП проведена реконструкция действующей ПГУ. Основные задачи реконструкции - осуществить эффективную локализацию и улавливание пылегазовых выбросов, образующихся во время выплавки стали в дуговой печи. Устанавливаемая система имеет пароиспарительное охлаждение, применение которой делает возможным рациональное использование тепла, отходящих газов, что дополнительно влияет на тепловой баланс печи, позволяет снизить затраты на воду охлаждающих контуров, увеличивает стойкость охлаждаемых элементов. У предприятия появилась возможность генерации водяного пара промышленных параметров для его дальнейшего использования в производстве и выработке электроэнергии.

В совокупности мероприятия по комплексной реконструкции цеха позволили увеличить производительность ДСП, одновременно снизив выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и получить при этом возможность производства водяного пара.

РАФИНИРОВАНИЕ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ ПОД Ar-H₂ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГОЙ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И КИНЕТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ

Еланский Д.Г.

НИТУ «МИСИС», Выксунский филиал НИТУ «МИСИС»

Аннотация. Для рафинирования тугоплавких и ряда иных металлов в лабораторных условиях использовали плавку под плазменной Ar-H₂ дугой. Добавка водорода к плазмообразующему газу повышает степень удаления примесей из металла из-за изменения температуры металла, а вклад образующихся газовых соединений незначителен. Расчёт равновесного состояния металл-газ позволяет оценить поведение элементов в такой системе и показывает сходимость с экспериментальными результатами. Лимитирующими стадиями удаления Fe и Al из Nb являются внешний и внутренний массоперенос этих элементов, а скорость их удаления растёт при добавке H₂ к плазмообразующему элементу.

Ключевые слова: рафинирование металлов, аргон-водородная низкотемпературная плазма, равновесие металл-газ, степень удаления.

Тугоплавкие металлы в современной промышленности, в частности электронной, находят широкое применение, при этом основным требованием к ним является высокая степень чистоты на уровне нескольких млрд⁻¹ (ppb). Для рафинирования таких металлов используют достаточно сложные и дорогие вакуумные методы, электронно-лучевой переплав, зонная плавка. Также было отмечено, что при выдержке тугоплавких металлов под плазменной дугой при атмосферном давлении степень удаления многих примесей увеличивается при добавке к плазмообразующему газу Ar водорода. Было высказано предположение, что водород способствует образованию газообразных соединений с рядом элементов, что способствует удалению таких элементов из металлов.

Исследование, проведенное в 1992-1995 гг. в Tohoku University, г. Сендай, Япония, имело целью выяснить природу и основные закономерности Ar-H₂ плазменного рафинирования тугоплавких металлов Zr, Nb и Ta в сравнении с таковым применительно к Fe, Cr, Ti и V при атмосферном и пониженном давлениях. По результатам исследования автор защитил диссертацию с присуждением степени Doctor of Engineering, а позже получил степень к.т.н. после прохождения процедуры нострификации в ВАК РФ.

Для опытов в дуговой печи в атмосфере Ar готовили образцы коммерчески чистых металлов, с массовой долей основного элемента 99,35% (Cr) – 99,99% (Ti) объемом 2 и 7 см³.

Опыты проводили в лабораторной печи под зависимой дугой, помещая образца в медный водоохлаждаемый тигель с выемкой малого радиуса, при давлении 101,3 и 5,3 кПа. В качестве плазмообразующего газа использовали спектрально чистые газы, Ar и H₂, объемная доля водорода составляла 0-50%, расход газа для основных опытов равнялся 5 дм³/мин.