

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ИНЖЕКЦИОННОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Повышению эффективности производства стали, обеспечению её конкурентоспособности как на отечественном, так и на зарубежном рынках, способствует освоение прогрессивных технологий. Одним из перспективных направлений, получивших широкое распространение за рубежом, являются инъекционные технологии, используемые как для обработки расплавов порошкообразными материалами, так и для торкретирования металлургических агрегатов.

Инжекция (вдувание) порошкообразных материалов в ковш, электропечь, конвертер, мартеновскую печь, шахтные печи (вагранка, доменная печь) и т.д. для науглероживания, десульфурации, дефосфорации, раскисления, восстановления, ускорения шлакообразования, вспенивания шлака, утилизации отходов твёрдых углеводородных материалов осуществляется инъекционными установками. Метод вдувания позволяет значительно улучшить технико-экономические показатели процесса производства стали и чугуна. Объектами обработки вдуваемыми порошками могут быть расплавы стали и чугуна. При продувке металла порошками обеспечивается максимальный контакт вдуваемых твёрдых реагентов с жидким расплавом, максимальная скорость взаимодействия их и высокая степень использования вдуваемых материалов. Материалы вдуваются в металл струёй газа-носителя (сжатого воздуха, аргона, азота).

Торкретирование применяется для нанесения огнеупорных торкрет-масс (увлажнённых) с помощью сжатого воздуха на ремонтируемую поверхность футеровки теплотехнических агрегатов (стальковшей, промковшей, сталеплавильных агрегатов, миксеров, патрубков вакууматоров). Торкретирование осуществляется торкретустановкой, выполненной в виде камерного нагнетателя, подающего по напорному рукаву сухой торкрет-порошок, который только на выходе (в смесителе) увлажняется жидкостью и выбрасывается под давлением сжатого воздуха через сопло со скоростью 120 – 140 м/с. Для нормального увлажнения торкрет-порошков требуется подача затворителя в смеситель, находящийся перед соплом, под давлением на 0,20 – 0,25 МПа превышающим давление газозвеси в смесителе. Смачивание сухого торкрет-порошка затворителем регулирует торкретировщик, находящийся на рабочей площадке перед ремонтируемым агрегатом. Применение торкретустановок для горячего и холодного ремонтов металлургических агрегатов позволяет увеличить стойкость их футеровки на 15 - 20 % и сократить ковшовый парк.

Эффективность применения инъекционных технологий во многом определяется надёжностью работы инъекционного оборудования, обеспечивающего процессы.

С 1999 года фирма «Новые технологии в металлургии» разрабатывает и изготавливает современное инъекционное оборудование. Наше оборудование успешно работает на ряде металлургических заводов России и стран СНГ и превосходит некоторые зарубежные аналоги по надёжности, наиболее соответствует условиям отечественных металлургических предприятий и вместе с тем значительно дешевле.

Одним из основных и определяющих факторов успешной работы инъекционного оборудования является правильный выбор типа камерного нагнетателя, соответствующего требованиям технологического процесса, условиям эксплуатации, параметрам используемого газа – носителя, параметрам и свойствам применяемых материалов.

В настоящее время для инъекционных технологий используются два типа камерных нагнетателей: аэрационный и пневмомеханический.

Камерные нагнетатели аэрационного типа используются для заглубленной инъекции порошкообразных материалов и, частично для торкретирования. Эти нагнетатели подразделяются на: выталкивающие и псевдоожигающие. В основном используются псевдоожигающие нагнетатели, имеющие аэраторы и работающие с той или иной степенью псевдоожигания порошка. Нагнетатели этого типа представляют собой герметичный сосуд с коническим днищем, в верхней части которого расположен клапан для загрузки порошка, а в нижней – разгрузочная камера с узлом выдачи порошка. Основным элементом аэрационного нагнетателя является разгрузочная камера, состоящая из корпуса, пористой перегородки, выходной трубы и патрубка подвода аэрирующего (псевдоожигающего или регулирующего) газа. Для нормальной транспортировки порошка необходимо, чтобы он обладал свойствами жидкости (обеспечивается системой псевдоожигания). Такое свойство порошкообразных материалов необходимо для их плавной подачи без скачков давления и блокировки (пробкообразования) транспортирующих трубопроводов. Путём увеличения давления в верхней части нагнетателя обеспечивается подача порошка в струю несущего газа. Скорость подачи регулируется перепадом давления, диаметром разгрузочной камеры, выбором системы псевдоожигания и типом эжектора.

Продувочный комплекс на основе камерного нагнетателя аэрационного типа обеспечивает:

- одновременный ввод в жидкий металл через одну фурму нескольких видов порошков при независимом управлении расходом каждого порошка;
- быструю гомогенизацию (смешение) нескольких видов порошков перед их вводом в металлургический агрегат в гомогенизаторе аэрофонтанного типа;
- стабильную выдачу и безынерционное регулирование расхода каждого порошка с помощью аэрационных нагнетателей;
- транспорт порошков без пульсаций расходов и давлений, в том числе и при высоких концентрациях;
- равномерное распределение порошков по фурмам металлургического агрегата с использованием делителя потока газозвеси;
- разгон твёрдых частиц в соплах продувочных фурм до скоростей, необходимых для безусловного их внедрения в металл;
- заглублённую инъекцию больших порций порошка и газа без раскочки металла и брызгообразования.

В последние годы в мире широкое распространение получили камерные нагнетатели пневмомеханического типа (далее – пневмомеханический нагнетатель), применяемые как для торкретирования футерованных поверхностей, так и для незаглубленной инъекции порошкообразных материалов в расплав металла. Такие нагнетатели являются наиболее подходящей конструкцией, соответствующей условиям отечественного металлургического производства, отличаются простотой и надёжностью в эксплуатации, широким диапазоном применения.

Пневмомеханический нагнетатель представляет собой рабочую камеру, работающую под давлением, в верхней части которой имеется загрузочная воронка с колокольным клапаном. Клапан приводится в действие пневмоцилиндром от крана управления. В нижней части нагнетателя находится тарельчатый питатель, приводимый во вращение волновым мотор-редуктором с промежуточными звеньями, специально разработанным для инъекционных установок и торкретустановок. Частота вращения электродвигателя регулируется с помощью частотного преобразователя. Газодинамическое регулирование в совокупности с частотным регулированием скорости вращения тарельчатого питателя

позволяют настроить требуемую производительность нагнетателя по материалу в двукратном диапазоне. Для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации пневмомеханический нагнетатель оснащён пневматической системой управления, включающей: запорную и запорно-регулирующую арматуру, приборы для измерения давления, предохранительное устройство, редуцирующий и обратный клапаны, коллекторы; соединительную арматуру. Пневмомеханический нагнетатель также оборудован сигнализатором максимального уровня материала.

Основные критерии выбора типа нагнетателя представлены в табл. 1.

Таблица 1

Критерии выбора типа нагнетателя для инъекционных технологий

| Наименование критерия | Тип нагнетателя | |
|--|--------------------|----------------|
| | пневмомеханический | аэрационный |
| Необходимость механического дозирования | да | нет |
| Производительность по материалу (возможный диапазон), кг/мин | 10 - 150 | 10 - 500 |
| Диапазон регулирования производительности | двукратный | пятикратный |
| Дальность подачи материала, м | до 250 | до 250 |
| Возможность применения сыпучих материалов с углом естественного откоса | до 45° | до 35° |
| Возможность использования влажных насыпных материалов | до 4% | не допускается |
| Возможность применения насыпных материалов с плотностью частиц до 4500 кг/м ³ | да | да |
| Необходимость использования псевдоожигающихся сыпучих материалов | нет | да |
| Размер частиц материала, мм | 0 – 15 | 0 – 2 |
| Необходимость просеивания для обеспечения требуемой фракции материала | нет | да |
| Рабочее давление газа-носителя, МПа | 0,25 – 0,60 | 0,60 – 1,00 |
| Расход газа-носителя при нормальных условиях, м ³ /мин | 2,0 – 8,0 | 0,7 – 1,7 |
| Возможность использования газа-носителя влажностью до 10 г/м ³ | да | нет |
| Массовая концентрация порошка в транспортирующем газе, кг/кг | 2 – 30 | 2 – 200 |
| Необходимость аэрации в нижней части нагнетателя | нет | да |
| Количество выходов для материала | от 1 до 4 | от 1 до 4 |

Выбор требуемого пневмомеханического нагнетателя производится в соответствии с техническими характеристиками, приведёнными в табл. 2

Таблица 2

Технические характеристики пневмомеханических нагнетателей НТМ-1

| Объём рабочей камеры*, м ³ | | 0,25 | 0,32 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,75 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | |
|---|--------|--|------|---|-----|------|------|---------|---------|------|---------|---------|-----|-----|-----|--|
| Внутренний диаметр материалопровода, мм | | по мере необходимости используются материалопроводы: Dy 25; Dy 32; Dy 40; Dy 50; Dy65 | | | | | | | | | | | | | | |
| Производительность по материалу** (возможный диапазон), м ³ /час | Dy25 | 0,5-1,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dy32 | 0,5-2,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dy40 | 0,5-3,5 | | | | | | 0,5-3,5 | | | 0,5-3,5 | | | | | |
| | Dy50 | 0,5-4,0 | | 0,5-4,5 | | | | | 0,5-4,5 | | | 0,5-4,5 | | | | |
| | Dy65 | | | 0,5-6,5 | | | | | 0,5-6,5 | | | 0,5-6,5 | | | | |
| Расход газаносителя при нормальных условиях, м ³ /мин | Dy25 | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dy32 | 3,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dy40 | 5,0 | | | | | | 5,0 | | | 5,0 | | | | | |
| | Dy50 | 8,0 | | | | | | 8,0 | | | 8,0 | | | | | |
| | Dy65 | | | 15,0 | | | | | 15,0 | | | 15,0 | | | | |
| Рабочее давление сжатого газаносителя, МПа | | 0,25 – 0,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| Размер частиц материала (max), мм | Dy25 | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dy32 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dy40 | 12 | | | | | | 12 | | | 12 | | | | | |
| | Dy50 | 15 | | | | | | 15 | | | 15 | | | | | |
| | Dy65 | 20 | | | | | | 20 | | | 20 | | | | | |
| Мощность привода тарельчатого питателя, кВт | | 2,2 | | по мере необходимости используются волновые мотор-редукторы: 2,2; 3,0; 4,0 | | | | | | | | | | | | |
| Количество выходов для материала | | один | | по мере необходимости используются от одного до четырёх | | | | | | | | | | | | |
| Диаметр рабочей камеры, мм | | 800 | | | | 1000 | | | | | 1200 | | | | | |
| Габаритные размеры нагнетателя, мм: | длина | 1950 | | | | | | 1350 | | | | | | | | |
| | ширина | 800 | | | | | | 1150 | | | | | | | | |
| | высота | 1800 | 1950 | | | 2410 | 2600 | 2670 | 2800 | 2930 | | | | | | |
| Масса нагнетателя, кг | | 880 | 900 | | | | 2000 | | | | | | | | | |

Инжекционная установка типа НТМ-01-2М состоит из следующих основных узлов: пневмомеханического нагнетателя; системы подготовки технологического газа; шкафа управления установкой; системы весоизмерения и дозирования; автоматизированной

* По требованию могут быть выбраны другие объёмы рабочих камер

** При выборе технической производительности из возможных диапазонов ограничиваться любым двукратным диапазоном при использовании газодинамического и электромеханического регулирований

системы управления и контроля инъекционным оборудованием; шлюзовых питателей; дистанционного управления приводом тарельчатого питателя; напорных рукавов для подачи газа и материала, оснащённых быстроразъёмными соединениями и фланцами; кабелей силовых и управления с разъёмами; фурмы.

Система подготовки технологического газа включает: вентиль расхода газа; фильтр-влагоотделитель, манометры, счетчик-расходомер газа, регулятор давления газа и соединитель-ную арматуру.

Шкаф управления оборудован частотным преобразователем и необходимыми элементами для управления электрооборудованием установки.

Система весоизмерения и дозирования включает четыре тензодатчика с узлами встройки в установку, сигналы от которых поступают по отдельным кабелям в соединительную коробку и далее в программируемый контроллер. Дозирование осуществляется с операционной панели (терминал).

Автоматизированная система управления и контроля инъекционным оборудованием позволяет выполнять загрузку установки и инъекцию материала в расплав в режимах с весовым дозированием или без дозирования, осуществляет контроль процесса загрузки с помощью сигнализатора максимального уровня материала, обеспечивает настройку и индикацию режимов работы оборудования.

Порошкообразный материал загружается в рабочую камеру нагнетателя из загрузочных бункеров, оборудованных шлюзовыми питателями с электроприводом и ручной регулировкой производительности. Колокольный клапан закрывается, и в рабочую камеру подаётся сжатый газ. Ячейки тарельчатого питателя переносят порции материала к выходному отверстию. Материал, попадая под струю сжатого газа, выдувается из ячеек в выходной патрубков, далее уносится в материалопровод и через фурму вдувается в расплав металла. Рекомендуемое расстояние между инъекционной установкой и местом инъекции до 200м.

Для торкретирования используется оборудование, аналогичное оборудованию для вдувания порошкообразных материалов в расплав, с той разницей, что автоматизированная система взвешивания и дозирования требуется значительно реже. Эти торкретустановки при отсутствии необходимого давления воды в водопроводной магистрали цеха дополнительно оснащаются автономной системой подачи жидкости (вода, жидкое стекло и т.д.) для затворения торкрет-порошков с требуемым давлением (регулируемым) и с возможностью её подогрева в холодное время года.

В 2004 г. освоен выпуск мобильной торкретустановки НТМ-01-4М с пневмомеханическим нагнетателем, смонтированной на прицепной (самоходной) тележке. В комплект торкретустановки дополнительно входит автономная система подвода жидкости для затворения, включающая компрессор сжатого воздуха и водяной бак объёмом 0,2 м³, оборудованный нагревателем.

В настоящее время металлургическим предприятиям предлагается поставка и внедрение автоматизированных комплексов инъекционного оборудования для вдувания порошкообразных материалов в расплав металла и торкретирования футеровки теплотехнических агрегатов. Под комплексом инъекционного оборудования понимается комбинация основного и вспомогательного оборудования. К основному оборудованию относится инъекционная установка (торкретустановка); к вспомогательному – опорная рама, загрузочные бункера, шлюзовые питатели, тракты загрузки материала из бункеров в рабочую камеру, манипулятор для управления фурмой (соплом).

Поставки оборудования сопровождаются его технологической привязкой применительно к конкретным производственным условиям, проводятся пуско-наладочные работы и обучение персонала.

Пневмомеханические нагнетатели, применяемые для инъекционных установок и торкретустановок, соответствуют условиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» и изготавливаются в соответствии ТУ-3134-001-52309356-01. Инъекционное оборудование не подлежит регистрации в органах Госгортехнадзора, согласно пункту 6.2.2. вышеуказанных Правил.

Срок окупаемости капиталовложений составляет не более 6 месяцев.

Если Вы заинтересованы в предлагаемых инъекционных технологиях, просим заполнить и выслать в наш адрес прилагаемый опросный лист. Мы будем рады налаживанию сотрудничества с Вами.

Наши услуги: инжиниринг, инженерные разработки, обучение персонала, полный или частичный технический сервис.

Мы подготовим готовую концепцию наиболее выгодной инъекционной технологии применительно к заданным производственным условиям, поможем наиболее правильно подобрать оборудование в соответствии с поставленной Вами технологической задачей, дадим рекомендации по выбору материалов и наиболее эффективному использованию инъекционного оборудования.