

В.И.Большаков, А.М.Башмаков, А.Ф.Шевченко, Ю.И.Черевик

ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ЧУГУНА

Выполнен анализ оборудования, используемого для десульфурации чугуна. Показано, что это оборудование имеет ряд существенных недостатков, устранение которых позволит улучшить технико-экономические показатели действующих установок.

Современное состояние вопроса.

В зависимости от вида реагента и способа его введения в расплав оборудования, используемого для десульфурации чугуна, можно разделить на две основные группы. К первой группе относится оборудование, используемое для принудительного погружения в расплав порции кусков, брикетов, чушек или слитков магния или его сплавов на определенную глубину в специальных колоколах или контейнерах. В виду взрывообразного характера испарения магния, порция, задаваемая на одно погружение, невелика и обычно не превышает 0,015–0,020 % от веса обрабатываемого металла. Для торможения скорости испарения (пассивации) магния куски или чушки магния покрывают огнеупорной обмазкой [1], в состав чушки вводят огнеупорный мелкокусковой наполнитель [2], пропитывают расплавленным магнием куски металлургического кокса [3], в состав брикетов включают железо [4].

Постановка задачи.

Поскольку величина одной порции реагента ограничена, то за время обработки емкости с жидким металлом до получения необходимой степени десульфурации необходимо выполнить несколько погружений реагента. В качестве механизмов, выполняющих периодическое погружение колоколов или контейнеров с реагентом в жидкий металл, используются погружающие устройства с направляющими различных конструкций и приводы, обеспечивающие перемещение контейнеров по этим направляющим [5]. Для погружения в жидкий металл магния в виде слитков или гирлянд из чушек с регулируемой скоростью также используют специальные механизмы с захватами, направляющие и привод, обеспечивающий плавное погружение гирлянды в расплав с регулируемой скоростью [6]. Конструктивное исполнение оборудования первой группы отличается присутствием таких основных рабочих элементов как колокола, контейнеры, направляющие и захваты, которые в процессе обработки жидкого чугуна погружаются с реагентом в расплав и находятся в нем в течение всего времени обработки. Это приводит к их быстрому износу и выходу из строя, а также создает ряд трудностей при обслуживании и эксплуатации этого оборудования. Таким образом, к первой группе относится достаточно компактное, но быстро

изнашивающееся оборудование, представляющее собой механизмы периодического действия с гидро– или электроприводом и регулируемым скоростным режимом работы, находящееся в непосредственной близости от расплавленного металла.

Ко второй группе относится оборудование другого типа, обеспечивающее вдвигание порошков извести, соды, карбида кальция, а также смесей, полученных на основе этих реагентов с порошковым магнием, или гранулированного магния [7–9]. Оборудование этой группы представляет собой достаточно сложные многоэтажные сооружения с бункерными эстакадами, складскими помещениями, погружаемыми фурмами, системами пневмотранспорта и газоочистки, комплексом технологического оборудования и КИП, обеспечивающими регулирующую продувку жидкого чугуна порошковыми реагентами.

Установки или отделения десульфурации чугуна (УДЧ или ОДЧ) размещаются в потоке металлургического производства по ходу движения чугуновозных ковшей из доменного к сталеплавильным цехам, что обеспечивает рациональный путь их движения. В зависимости от мощности металлургических предприятий установки десульфурации имеют различные габаритные размеры. Так, для меткомбината им.Ильича УДЧ представляет собой трехэтажное здание эстакадного типа длиной 50, шириной 13 и высотой 20 м. На установке одновременно могут обрабатываться пять чугуновозных ковшей. На нулевой отметке расположен железнодорожный путь, смесеприготовительное отделение с бункерами извести, перемешиватели и вакуумнасосы, блок осушки воздуха, расходный склад магния, мастерские для изготовления фурм и мелкого ремонта оборудования установки. На втором этаже располагаются каминьы с газоходами, шлакоотбойники, фурменные устройства, пульта управления и бытовые помещения. На третьем этаже находятся дозирующие емкости (расходные бункеры), приводы фурм и шлакоотбойников.

Изложение основных материалов исследования.

Типовая схема установки для глубокой десульфурации чугуна магнийсодержащими смесями приведена на рисунке, а. Она состоит из двух автономных линий, производящих приготовление и подачу смеси в три и два расходных бункера, соответственно, для трех и двух фурм. Порошковая известь или ее заменитель хранится в бункерах, а порции порошкового магния массой 30–32 кг – в банках. Приготовление смеси происходит следующим образом. Из емкостей, расположенных на тележках 3, порошковый магний перегружается в перемешиватель 2, благодаря разрежению в системе перегрузки, создаваемому вакуумнасосом 4. После этого из бункера извести 1 при помощи пневмотранспорта подается известь. Когда порошковые известь и магний загружены в необходимых количествах, производится перемешивание компонентов до приготовления гомогенной смеси. Для этого под

аэрационную решетку перемешивателя подается воздух под давлением 4–5 ати. Проходя через порошкообразные материалы, воздух способствует образованию «кипящего слоя», в котором компоненты интенсивно перемешиваются, образуя однородную смесь. После этого приготовленная рабочая смесь пневмотранспортом перегружается в расходные бункеры 5. Чугун в чугуновозных ковшах 7 подается на въездной путь установки и устанавливается под фурмами 6, на горловины ковшей опускаются шлакоотбойники и фурмы опускаются до уровня зеркала металла. После завершения подготовительных операций в фурмы подают сначала сжатый воздух, а затем газопорошковую смесь и постепенно их опускают в жидкий металл на глубину 1,5–2,0 метра. Транспортирующим газом является воздух. После завершения продувки фурмы поднимают и подачу газопорошковой смеси прекращают.

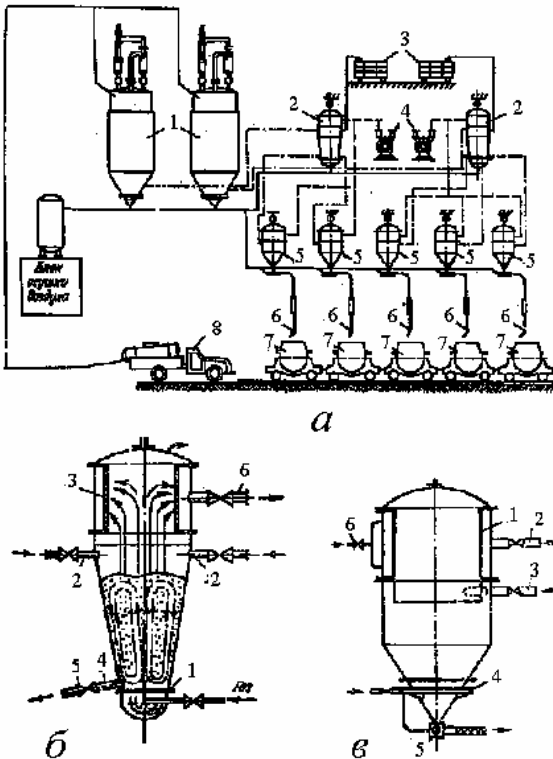


Рисунок. Установка десульфурации чугуна: а – схема установки (обозначения в тексте); б – перемешиватель: 1 – аэроднище; 2 – патрубки загрузки извести и магнезии; 3 – фильтр; 4 – расходные патрубки; 5 – кран; 6 – патрубки выдачи; в – расходный бункер: 1 – фильтр; 2 – патрубок сброса воздуха; 3 – патрубок ввода; 4 – аэратор; 5 – смеситель-форсунка; 6 – кран высокого давления.

Основными технологическими элементами установки, участвующими в процессе подготовки шихты и транспортирующего газа, дозирования и пневмотранспортирования смеси являются: блок осушки воздуха, вакуумнасосы, бункеры извести, перемешиватели, расходные бункера и система пневмотранспорта. Принципиальные схемы перемешивателя и

расходного бункера приведены на рисунке,б и в. Схема установки, приведенная на рисунке, является достаточно универсальной, так как она может быть использована (после небольшой модернизации), как для работы только на порошках извести, соды или карбида кальция, так и на одном гранулированном магнезии. В первом случае не будут использоваться перемешиватели, во втором – емкости извести и перемешиватели, то есть используется не вся схема, а ее отдельные части. Важной составляющей механической части оборудования установки являются металлоконструкции эстакады, погружаемые фурмы и механизмы их перемещения, направляющие шахты, фурменные тележки и шлакоотбойники.

Опыт эксплуатации первых установок показал, что из-за недостаточной жесткости металлоконструкций эстакад в них происходят колебания значительной амплитуды, которые передаются размещенным на них помещениям, тележкам, приборам и пультам управления. Это приводит к возникновению опасных напряжений в сварных соединениях и узлах металлоконструкций и их усталостным разрушениям, искажает показания приборов, способствует быстрому выходу из строя аппаратуры.

Направляющие шахты представляют собою металлоконструкции с развитыми линейными размерами, обеспечивающие перемещение фурм в вертикальной плоскости. На них монтируются узлы привода фурмы и направляющие элементы, непосредственно воспринимающие действие силы тяжести фурменного устройства и динамические нагрузки, возникающие в элементах привода во время продувки. От работоспособности шахт зависит надежность всего устройства в целом, поэтому к их конструкции предъявляются особые требования.

Длительная эксплуатация УДЧ показала, что их шахты обладают рядом существенных недостатков, к которым относятся: – недостаточная жесткость конструкции направляющих; – слабое крепление фурменных тележек; – большие зазоры в направляющих; – отсутствие ограничителей хода и демпферов в крайних положениях. Направляющие должны достаточно жестко, но без заклинивания, ограничивать перемещение фурм в горизонтальной плоскости и обладать минимальной тенденцией к деформации (короблению), так как они эксплуатируются в зоне достаточно высоких температур и воспринимают значительные нагрузки. Отсутствие подпружиненных упоров, ограничивающих перемещение фурмы вниз, приводит к созданию аварийных ситуаций, когда при разрыве тросов привода фурмы она падает на землю или в ковш и разрушается.

Фурменные устройства перемещаются электроприводом через зубчато-реечную, тросовую или цепную передачи. Выбор вида передачи зависит от способа перемещения фурмы. Если фурма перемещается под действием собственного веса, то в качестве передающего звена используются тросы. При принудительном перемещении фурм

используются зубчато–реечные или цепные передачи. Особенность работы таких передач заключается в том, что они работают в циклическом режиме с частыми пусками и остановками. При наличии в линии привода гибких связей во время остановки фурмы происходит ослабление ведущих ветвей передачи. При пусках эта слабость резко выбирается, что приводит к появлению рывков, из-за которых усилия в тросах возрастают, а напряжения превышают допустимые значения, и они часто выходят из строя. Замена тросов более прочными несколько увеличивает их срок службы, но основная причина при этом не устраняется.

Сотрудниками ИЧМ выполнены работы по определению нагрузок, действующих в элементах приводных механизмов фурменных устройств установок десульфурации чугуна [5, 10]. В результате экспериментальных исследований, приведенных в работе [5], впервые показано, что в гибких связях привода (тросах) во время продувки и подготовительных операций в тросах возникают знакопеременные напряжения, обусловленные действием инерционных нагрузок. На основании теоретических исследований, выполненных в работе [10], разработана методика определения динамических характеристик цепного привода установки десульфурации чугуна колонно–поворотного типа. Результаты этих работ были положены в основу дальнейших исследований, позволивших уточнить основные силовые параметры, необходимые для разработки и проектирования современного механического оборудования комплексов десульфурации чугуна нового поколения.

Для обработки жидкого чугуна используются фурмы погружения двух видов. Первые – представляют собой огнеупорный ствол с каналом постоянного или малоизменяющегося сечения по всей длине, которые предназначаются для вдувания различных порошковых немагниевого реагентов и порошковых магнийсодержащих смесей. Вторые – имеют ствол с испарительной камерой конической или цилиндрической формы на выходе. У таких фурм в стволе канал имеет постоянное сечение, затем резко расширяется на выходе, образуя испарительную камеру, в результате чего поток гранул магния при подходе к поверхности расплава рассредоточивается. У каждого вида фурм существует свой механизм формирования нагрузок, у второго он более сложен, чем у первого. От правильного выбора конструктивных параметров фурм зависят величины и характер изменения статических, технологических и динамических нагрузок, действующих на несущие элементы фурмы, её привод и направляющие, через которые действие этих нагрузок передается в виде колебаний на металлоконструкции эстакады и расположенные на ней помещения, оборудование, пульты управления, контрольно–измерительные приборы и аппаратуру, воспринимается обслуживающим персоналом.

Выводы.

Анализ современного состояния оборудования, используемого для десульфурации чугуна, показывает, что оборудование имеет ряд существенных недостатков, устранение которых позволит улучшить технико-экономические показатели установок. Отдельные детали и узлы этого оборудования часто выходят из строя, имеют низкую надежность и долговечность, требуют существенной модернизации или реконструкции.

1. *Denies G., Francois M., Desulfuration de la fonte par la magnésium // Circulaire information techniques, Centre documentation siderurgique. – 1978, – vol. 35, № 10. – p. 1775–1784.*

2. *Гловацкий А.Б. Внедоменная десульфурация чугуна. М.: Metallurgia, 1986. – 95 с.*

3. *Воронова Н.А. Внедоменная десульфурация чугуна магниевым коксом // Бюл. Черметинформация. – 1975. – № 19 (759). – С. 3–8.*

4. *Мачикин В.И., Зборицк А.М., Складановский Е.Н. Повышение качества черных металлов. – Киев: Техника, 1981. – 161 с.*

5. *Совершенствование оборудования отделения десульфурации чугуна с погружаемыми фурмами / А.Г.Бондаренко, А.Ф. Шевченко, Н.П.Остапчук и др. // Metallurg. – 1983. – № 3. – С. 17–20.*

6. *Десульфурация чугуна с регулируемым вводом слиткового магния / М.З.Левин, В.И.Мачикин, Е.Н.Складановский и др. // Metallurg. – 1973. – № 2. – С. 10–11.*

7. *Рафинирование доменного чугуна в ковшах вдуванием порошкового магния на промышленной установке завода «Азовсталь» / Н.А. Воронова, С.Т. Плискановский, Д.В.Гулыга и др. // Повышение качества чугуна и чугунного литья: Сб. ИЧМ: Metallurgia, 1972. – С. 43–50.*

8. *Промышленная установка для глубокой десульфурации чугуна в 140-т ковшах вдуванием порошкового магния на Ждановском заводе им. Ильича / Ю.П.Волков, Н.А.Воронова, М.Л.Лаврентьев и др. // Повышение качества чугуна и чугунного литья: Сб. ИЧМ: Metallurgia, 1972. – С. 15–20.*

9. *Установка для глубокой десульфурации чугуна магниесодержащими смесями на заводе «Запорожсталь» / Н.А.Воронова Г.Г. Побегайло, И.Я.Емельянов и др. // Повышение качества чугуна и чугунного литья: Сб. ИЧМ. – М.: Metallurgia, 1972. – С. 20–24.*

10. *Большаков В.И., Богачев Ю.А., Маслов Н.А. Динамические характеристики привода установки десульфурации чугуна // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2000. – № 6. – С. 70–73.*

Статья рекомендована к печати докт. техн. наук А.С.Вергуном