



*The processes of repair of water-cooled block blast steel furnace in repair shops of RUP "BMZ" are described in detail.*

М. В. МАКСИМЦОВ, РУП «БМЗ»

УДК 669.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ БЛОКОВ ДСП В РЕМОНТНЫХ ЦЕХАХ РУП «БМЗ»

Повышение эффективности производства, основанное на применении новейшей техники и технологии, путь давно привычный для Белорусского металлургического завода. БМЗ – одно из немногих предприятий Республики Беларусь, которое из года в год наращивало объемы производства продукции, вкладывая значительные средства в реконструкцию, модернизацию и техническое перевооружение. Начиная с пуска завода в 1984 г. объем выплавки жидкой стали вырос с проектных 700 тыс. т в год более чем в 3 раза. Все масштабные модернизации на БМЗ были реализованы совместно с ведущими мировыми производителями оборудования для металлургии.

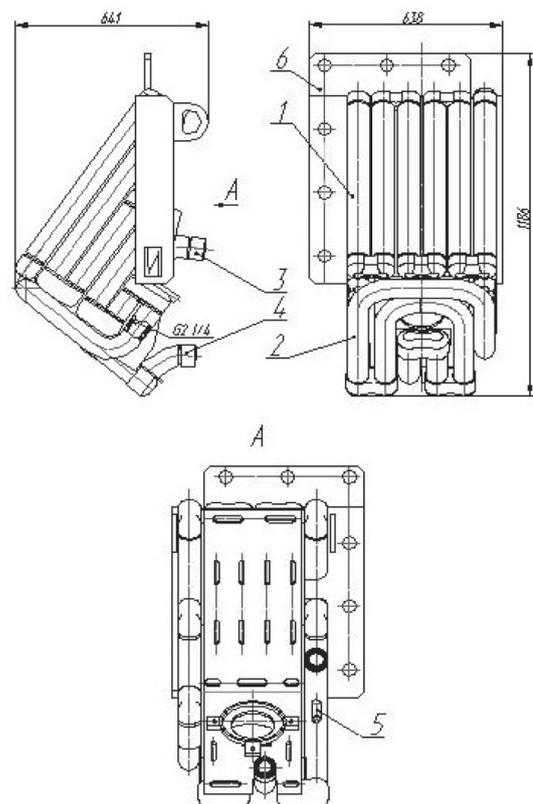
В 2007–2008 гг. были реализованы проекты по интенсификации процессов выплавки жидкой стали с использованием кислородных технологий на дуговых электросталеплавильных печах. Оборудование было поставлено ведущим мировым производителем в области производства металлургического оборудования – итальянской компанией DANIELI.

Блок водоохлаждаемый совместно с инжекторами «Oxygenjet» и «Carbonjet», разработанными фирмой DANIELI, представляет собой высокоинновационную установку «МОДУЛЬ», предназначенную для оптимизации сверхзвукового впрыска кислорода и угольной пыли в дуговую печь с целью улучшения конечного качества стали, увеличения продуктивности и уменьшения воздействия на экологическую обстановку отходящих газов.

Блок водоохлаждаемый предназначен для защиты инжекторов «Oxygenjet» и «Carbonjet» от механических повреждений, которые могут возникнуть при завалке шихты в дуговую сталеплавильную печь (ДСП), а также защиты данных инжекторов от теплового излучения, возникающего

при расплаве черных металлов. Кроме того, блок водоохлаждаемый служит для крепления инжекторов на каркасе печи и позволяет при помощи промежуточного кронштейна установить инжектора под разными углами к зеркалу расплавленного металла, чтобы обеспечить максимальное воздействие потока вдуваемого кислорода и углерода на расплавление шихты и вспенивание шлака.

Водоохлаждаемый блок представляет собой сварную конструкцию треугольной формы из труб с одним контуром охлаждения. Контур охлаждения состоит из трубопроводов двух типов. Стальные трубопроводы сварены между собой в виде



защитного козырька 1, предохраняющего инжектор от повреждения при загрузке шихты в печь, а медная часть контура охлаждения 2 защищает инжектор со стороны зеркала расплавленного металла, т. е. со стороны наиболее значительного теплового излучения. Стальная часть контура охлаждения соединяется с медной частью при помощи резьбы ( $G2 \frac{1}{4}$ ), которая для герметичности и надежности дополнительно обваривается по контуру трубы. Блок имеет три патрубка для подачи 4 и отвода 3 охлаждающей воды, а также для установки предохранительного клапана 5 для сброса избыточного давления. На корпус блока водоохлаждаемого приварен Г-образный фланец 6 с отверстиями для крепления блока на корпусе печи.

На выходе из блока производится автоматический контроль температуры охлаждающей жидкости. Аварийная сигнализация срабатывает при температуре охлаждающей жидкости  $\sim 60^\circ\text{C}$ , а при  $75^\circ\text{C}$  срабатывает блокировка на отключение работы печи. Рабочее давление охлаждающей жидкости в блоке 6 бар.

Но любому оборудованию, даже самых известных фирм, по прошествии некоторого времени необходим ремонт. Производительность и целесообразность восстановления и ремонта в процессе эксплуатации можно определить по времени проведения и затратам, а также по достигаемому качеству. В идеальном случае ремонт должен быть завершен с первой попытки и обеспечит продление срока службы узла или конструкции. Неудачно проведенный ремонт может привести к снижению срока службы узла или конструкции либо может вызвать отказ оборудования.

Процесс ремонта должен включать несколько этапов: установление причины неисправности, разработку технологии, процесс ремонта, контроль качества выполненных работ. При возникновении отказа важно знать, какое конкретно явление послужило причиной. Нередко бывает трудно определить, чем вызвана неисправность: неправильной эксплуатацией или случайным повреждением. Однако в любом случае следует собрать максимальное количество информации, что даст возможность правильно назначить технологию ремонта.

В процессе разработки технологии ремонта сваркой необходимо определить режимы предсварочной и послесварочной термообработки; тип сварочного процесса и характеристики сварочного оборудования; расходуемые при сварке материалы; методы контроля сварочного процесса и результатов сварки.

Даже при написании качественного технологического процесса с описанием всех операций и ре-

жимов необходим четкий контроль за беспрекословным выполнением требований технологического процесса, особенно это требование актуально при ремонте особо ответственных узлов и конструкций, а также конструкций из трудно свариваемых материалов.

Основным и наиболее сложным ремонтом, выполняемым на водоохлаждаемых блоках ДСП, является ремонт медной части контура охлаждения. Основные дефекты, устраняемые при ремонте, – это как механические повреждения труб контура, так и течи, трещины, образовавшиеся в процессе работы под воздействием высоких температур и постоянного давления воды внутри контура. При выполнении ремонта медных конструкций необходимо учитывать специфические свойства металла, такие, как высокая теплопроводность, большая жидкотекучесть и значительная активность меди при взаимодействии с кислородом и водородом в расплавленном состоянии.

При поступлении в ремонт водоохлаждаемого блока ДСП специалисты механо-технологической лаборатории осматривают конструкцию и приступают к написанию технологии ремонта.

Конструкция опрессовывается и проводится гидроиспытания давлением 9 бар для выявления мест течи и трещин. Трещины и течи помечаются, воду с конструкции сливают, дефекты полностью удаляются при помощи абразивного инструмента. Места, прилегающие к зоне сварки, тщательно очищаются от оксидов и загрязнений металлической щеткой до чистого металла. В связи с повышенной жидкотекучестью меди сварку проводят в нижнем положении. На сварочный стол предварительно укладывается теплоизоляционный материал для уменьшения отвода тепла от изделия. Производится предварительный и сопутствующий подогрев мест сварки до температуры  $550\text{--}600^\circ\text{C}$  (толщина стенки труб 13 мм), что позволяет улучшить условия формирования и кристаллизации сварного шва, снизить внутренние напряжения и устранить склонность металла шва к образованию трещин, контроль температуры производится в течение всего времени сварки пирометром. Сварка осуществляется электродами «Bronsil» (Hilco, Нидерланды) диаметром 4–5 мм, ранее использовали электроды «Комсомолец-100», при переходе на данные электроды улучшилось формирование шва, снизилась вероятность появления дефектов в сварном шве, электропроводность электродов «Bronsil» достигает 93% электропроводности меди («Комсомолец-100» – лишь 20%), что является неоспоримым преимуществом при ремонте медных токопроводных конструкций (электрододержате-

ли, консоли, контактные колодки). Перед сваркой электроды должны быть прокалены при температуре 340–360 °С в течение 1 ч. Сварку ведут постоянным током обратной полярности максимально короткой дугой, удлинение дуги ухудшает формирование шва, повышает разбрызгивание, снижает механические свойства сварных соединений. В дальнейшем есть планы перехода на более производительный способ сварки – сварка меди в защитных газах. Еще одной важной особенностью является то, что при повышенных температурах (более 200 °С) медь снижает прочность с одновременным уменьшением пластичности (в отличие от других металлов, например, стали, у которых снижение прочности при повышенных температурах связано с повышением пластичности). В интервале температур 250–550 °С пластичность меди достигает минимальных значений, что может привести к возникновению трещин, в связи с этим, по возможности, следует избегать жестких закреплений. Проковки швов, которые применяют для повышения пластичности, нельзя осуществлять в указанном интервале температур. В связи с так

называемой «водородной болезнью меди» (пористость, связанная с выделением растворенного в меди водорода в процессе охлаждения и кристаллизации металла шва, после окончания процесса сварки) необходимо обеспечить максимально низкую скорость охлаждения изделия, что достигается плотным обматыванием и укрытием конструкции теплоизоляционным материалом. Только после полного остывания водоохлаждаемого блока производятся гидроиспытания давлением 9 бар в течение 30 мин. Слезки, течи, потения не допускаются. Далее цех, производящий ремонт, оформляет акт о проведенном ремонте с указанием даты ремонта, эскиза устраняемых дефектных мест, подтверждения проведения гидроиспытаний. Данный акт подшивается к паспорту изделия.

Несмотря на сложность восстановления и ремонта медных конструкций, данные изделия не только можно, но и нужно ремонтировать с помощью сварки, что позволяет экономить огромные средства для предприятия. Затраты на ремонт несоизмеримо малы по отношению к затратам на закупку новых медных конструкций.