



УДК 669.74

Поступила 17.01.2014

Д. А. ПЕТРОВИЧ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

## РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСОЛЕЙ ЭЛЕКТРОДОВ НА ДСП

*Показано, что при четком соблюдении технологического процесса ремонт, восстановление и модернизация таких сложных и ответственных конструкций, как консоли для электродов силами завода предпочтительней по сравнению с закупкой новых консолей, что позволяет экономить не малые средства для завода.*

*It is shown that at efficient observation of technological process the repair, restoration and modernization of such complex and important constructions as consoles for electrodes by the plant efforts is more preferable in comparison with purchase of new consoles, that allows for the plant to save considerable means.*

Конкуренция на мировом рынке черной металлургии постоянно заставляет двигаться вперед в развитии передовых инновационных технологий, модернизаций и технических перевооружений в металлургическом производстве. ОАО «БМЗ» старается удержать свои позиции на мировом рынке черной металлургии и вкладывает значительные средства под такие цели (в том числе модернизации). Такая позиция завода позволяет ежегодно наращивать объемы производства продукции. Начиная с пуска завода объем выплавки жидкой стали вырос более чем в 3 раза (с проектных 750 тыс. т в год).

Такой темп неизбежно влечет за собой износ оборудования и закономерно встает вопрос о покупке запчастей или ремонте/изготовлении их своими силами. Производительность и целесообразность восстановления и ремонта в процессе эксплуатации можно определить по времени проведения и затратам, а также по достигаемому качеству. Отталкиваясь от таких требований, наш завод отказывается от закупок многих запчастей и оборудования и изготавливает их своими силами на базе ремонтных цехов, что экономит заводу не малые деньги, а также позволяет сократить время ввода вновь изготовленной или отремонтированной детали/оборудования по сравнению с закупкой на стороне. При этом основная задача ремонтных цехов состоит в производстве запчастей высокого качества с максимально возможной экономией сырья, материалов и энергии с целью достижения наименьшей себестоимости производимых запчастей.

Консоль для электродов в сборе (электрододержатель) служит для подвода тока к электродам

и зажима электродов и представляет собой (каждая из трех консолей, входящих в сборку) цельную конструкцию с плакирующим слоем (медным) и зажимным устройством. Электрододержатель должен плотно зажимать электроды и иметь небольшое контактное сопротивление. Наиболее распространенным в настоящее время является пружинно-гидравлический электрододержатель. Зажим электрода осуществляется при помощи зажимного устройства (зажимной хомут, колодка, комплект пружин и т. п.). Электрододержатель скрепляется с подвижными стойками в одну жесткую конструкцию. Стойка может перемещаться вверх или вниз внутри несущего механизма свода печи (портал). Перемещение подвижных стоек происходит с помощью гидравлических устройств (гидроцилиндров). Механизмы перемещения электродов должны обеспечить быстрый подъем электрододержателей с электродами в случае обвала шихты в процессе плавления, а также плавное опускание электрододержателей с электродами во избежание их погружения в металл или ударов в нерасплавившиеся куски шихты. Механизм состоит из следующих узлов: стойки (колонны) – 3 шт.; гидроцилиндра подъема/опускания электродов – 3 шт.; сферической опоры – 3 шт.; комплекта конечных выключателей с электроразводками – 3 шт. Стойка представляет собой сварную металлоконструкцию, выполненную из стальных листов с направляющими треугольной формы. С целью уменьшения электрических потерь в электропечном контуре верхнюю часть стойки и опорный стол электрододержателя изготавливают из немагнитной стали. Столик и верхняя часть стойки охлаждались водой.

Подвод охлаждаемой воды осуществляется от контура охлаждения плакированных электрододержателей. Скорость перемещения электродов составляет максимум 300 мм/с. Данная конструкция начала применяться после модернизации на ДСП.

До модернизации консоли для электродов представляли собой разъемную конструкцию: головки электрододержателей были сделаны из стали и охлаждались водой, так как они сильно нагревались как теплом из печи, так и контактными токами; зажим электрода осуществлялся при помощи неподвижного кольца и зажимной плиты, которая прижималась к электроду пружиной; электрододержатель крепился на металлическом рукаве – консоли. После модернизации были установлены цельные конструкции с плакирующим слоем и зажимными устройствами.

Новые консоли для электродов более жестче, проще в обслуживании и долговечнее своих предшественников. Однако таким консолям, как и любому другому оборудованию, по истечении некоторого времени необходим ремонт.

Процесс ремонта должен включать в себя несколько этапов: установление причины неисправности, разработку технологии, процесс ремонта, контроль качества выполненных работ.

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.

Основные дефекты, устраняемые при ремонте консолей, это как механические повреждения, так и течи, трещины, прогары, образовавшиеся в процессе работы под воздействием высоких температур и постоянного давления воды внутри контура охлаждения плакированных консолей.

При поступлении консолей для электродов в ремонт специалисты механо-технологической лаборатории осматривают конструкцию и приступают к технологии написания ремонта. После написания технологии в ремонтном цеху приступают к выполнению ремонта конструкции.

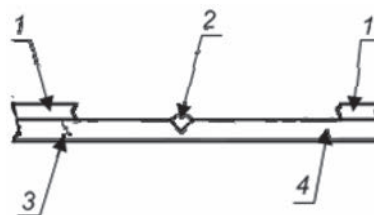
Конструкция опрессовывается и проводится гидроиспытания давлением 0,9 МПа для выявления мест течи и прочих дефектов (прогары, трещины и т. п.). Дефектные места и течи помечаются, воду с конструкции сливают. Затем конструкцию устанавливают на металлорежущий (расточной) станок для разделки дефектных мест и трещин под сварку (выполняется при необходимости). На поверхности плакирующего слоя дефектные места

(выбоины, раковины) зачищаются металлической щеткой и пневматическим инструментом. Непосредственно перед сваркой при обнаружении трещин, не вскрытых на станке (находятся в недоступном для разделки инструментом месте), удаляют плакирующий слой и разделяют трещину абразивным инструментом. Затем выполняют зачистку околошовной зоны и зоны наплавки до чистого металла металлической щеткой с удалением оксидов, загрязнений, жиров и пр. После этого производят заплавку разделанных трещин в основном металле, сварку ведут герметичным швом.

На данном этапе ремонта появляется первая и одна из основных проблем, при ремонте и восстановлении консоли для электродов, – выявление точного местонахождения дефектов. Проблема заключается в том, что определить, где именно образовалась трещина в основном металле, не позволяет плакирующий (медный) слой. И даже после его снятия и разделки с последующей заплавкой обнаруженной трещины (или т. п. дефектов) в основном металле нельзя быть уверенным в том, что после повторной опрессовки и проверки конструкции на герметичность выделение воды прекратится. Трещина может быть не одна и находиться не под местом выделения слезок (течи) и потения (см. рисунок). В таком случае приходится повторить технологическую операцию, приведенную выше, еще до полного устранения течи.

Когда все течи устранены, проведены контрольная опрессовка и проверка конструкции на герметичность, составляют протокол испытаний.

После того, как происходит заплавка всех разделанных трещин в основном металле, приступают к наплавке медного слоя (плакирующего). Выбор технологического процесса сварки изделия в первую очередь определяется его назначением, сложностью (наличие коротких или криволинейных швов в различных пространственных положениях, труднодоступных мест), а также числом изготавливаемых изделий (серия) и требованиями, предъявляемыми к их качеству. При единичном производстве и ремонтных работах допускается



Появление трещин (или т. п. дефектов) в основном металле под слоем меди: 1 – плакирующий слой; 2 – заплавленная трещина; 3 – трещина; 4 – основной металл

использовать ручную дуговую сварку покрытыми электродами.

На данном этапе ремонта решается задача наплавки меди на поверхность стали.

При осуществлении данной технологической операции возможно возникновение хрупких слоев за счет интенсивного проникновения меди в поверхностные слои стали по границам зерен. Процесс проникновения определяется температурой и временем контактирования жидкой меди с твердой сталью. Для уменьшения проникновения меди по границам зерен процесс сварки меди со сталью или процесс наплавки меди на сталь надо производить при минимальной погонной энергии и с минимальной глубиной проплавления. Рекомендуется использовать дополнительное охлаждение для ускорения кристаллизации медного слоя.

После наплавки меди на поверхность стали приступают к наплавке непосредственно меди на медь. К сварным соединениям из чистой меди почти всегда предъявляют высокие требования по сохранению в металле сварных швов всего комплекса физических свойств: электропроводности, теплопроводности, плотности и коррозионной стойкости, так как эти изделия работают в тяжелых условиях эксплуатации. Поэтому в процессе сварки медь не должна загрязняться какими-либо примесями, влияющими на эти свойства. Сварка чистой меди существенно отличается от сварки сталей. Большие тепло- и температуропроводность создают высокие градиенты температуры и скорости охлаждения, а также малое время пребывания сварочной ванны в жидком состоянии. Это обуславливает необходимость применения повышенной погонной энергии при сварке меди по сравнению со сталями или предварительного подогрева изделия. Высокие градиенты температуры способствуют развитию термической диффузии водорода в зоне термического влияния, что приводит к обогащению водородом металла вблизи зоны сплавления и увеличивает вероятность возникновения дефектов (пор, трещин). Высокая чувствительность меди к водороду должна учитываться при разработке технологии сварки.

На данном этапе ремонта решается задача сварки меди.

Сварка меди осложняется большой теплопроводностью, присущей меди (выше в 6 раз, чем у железа), способностью сильно окисляться в расплавленном состоянии, наличием примесей, которые всегда имеются в ее составе. Еще одна особенность – медь в расплавленном состоянии сильно поглощает водород. А это приводит к появлению внутри свариваемого участка пузырьков воды,

в результате чего создаются напряжения, что является причиной появления большого числа микротрещин. Это явление получило название водородной болезни меди. Чтобы ее предупредить, следует снижать количество водорода в зоне сварки. Для этого перед сваркой производят прокалку электродов и флюсов, применяют защитные газы.

Ручную сварку покрытыми электродами выполняют на постоянном токе обратной полярности короткой дугой без поперечных колебаний. Возвратно-поступательное движение даст оптимальное формирование шва. Если дугу увеличивать, это приведет к разбрызгиванию и существенно ухудшит механические свойства шва. Для уменьшения насыщения меди в разогретом и жидком состоянии газами процесс дуговой сварки должен осуществляться в возможно короткий срок. Поэтому дуговую сварку следует выполнять при больших мощностях дуги – при увеличенной силе тока и повышенном напряжении, на больших скоростях. Ввиду большой жидкотекучести меди сварку необходимо производить только в нижнем положении или при небольшом угле наклона до 20–10° к вертикали, а сварочная дуга направляется непосредственно на сварочную ванну. Сварка должна производиться на специальных подкладках. Подкладками могут быть асбест, флюс, графит, медные и стальные полосы (возможно для не крупногабаритных изделий). После наложения каждого валика выполняется тщательная зачистка сварного шва металлической щеткой.

Ранее для сварки меди наибольшее распространение получили электроды «Комсомолец-100», в которых в качестве стержня использована медная проволока М1 и М2. В настоящее время (в том числе при ремонте консолей) используются электроды «Bronzil» (Hilco, Нидерланды) диаметром 3,2 мм (4–5 мм). При переходе на данные электроды улучшилось формирование шва, снизилась вероятность появления дефектов в сварном шве, электропроводность электродов «Bronzil» достигает 93% электропроводности меди («Комсомолец-100» – лишь 20%), что является неоспоримым преимуществом при ремонте медных токопроводящих конструкций. В сравнении с электродами «Комсомолец-100» электроды «Bronzil» позволили частично избавиться от проблем, связанных с применением ручной дуговой сварки покрытыми электродами. В дальнейшем есть планы перехода на более производительный способ сварки – сварка меди в среде защитных газов, так как ручная дуговая сварка покрытыми электродами приводит к загрязнению металла шва легирующими компонентами, что нарушает фи-

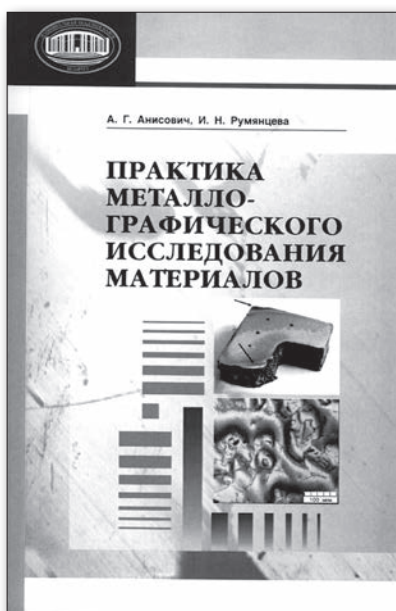
зические свойства металла шва по сравнению с чистой медью.

При четком соблюдении технологического процесса ремонт даже таких сложных и ответствен-

ных конструкций, как консоли для электродов, предпочтительней по сравнению с закупкой новых консолей. А это, без сомнений, позволит сэкономить не малые средства и время для нашего завода.

## ВНИМАНИЕ!

**Вышла в свет книга А. Г. Анисович, И. Н. Румянцевой  
«Практика металлографического исследования материалов»  
Минск: Белорусская наука, 2013**



Книга посвящена вопросам применения металлографического микроскопа для анализа разнообразных металлических и неметаллических материалов. Рассмотрено использование различных способов освещения образцов при анализе в отраженном свете. Исследованы некоторые часто встречающиеся практические задачи анализа материалов, а также типичные ошибки металлографического анализа и изготовления образцов.

Предназначена для материаловедов-практиков, интересующихся возможностями металлографических микроскопов и интерпретацией данных, полученных с их помощью, а также тех, кто осваивает анализ и исследование разнообразных материалов, аспирантов, студентов старших курсов.

*Книга состоит из девяти глав.*

**Глава 1. Методы металлографического исследования структуры**

**Глава 2. Ошибки изготовления и фотографирования образцов**

**Глава 3. Травление**

**Глава 4. Неметаллические включения и фазы сталей в сплаве**

**Глава 5. Анализ поверхности**

**Глава 6. Упрочняющие и декоративные слои**

**Глава 7. Объекты биологического происхождения**

**Глава 8. Несвязанные объекты**

**Глава 9. Визуализация поверхности методом дифференциально-интерференционного контраста**

Книгу можно приобрести в магазине «Академкнига»  
по адресу : 220012, г. Минск, пр-т Независимости, 72.

Телефон/факс: 292-00-52, 292-46-52, 292-50-43

e-mail: akademkniga@tut.by, akademknigaminsk@mail.ru