

нены самоблокирующиеся межколесные дифференциалы повышенного трения, аналогичные межколесным дифференциалам применяемым в переднем мосту тракторов «Белорус». У такого МКД с ростом передаваемого крутящего момента полуосевые шестерни расходятся, прижимая пакет дисков к корпусу МКД. Последний при этом блокируется. Направление ДТР R_3^{36} и R_4^{36} противоположное описанному.

УДК 620.190

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ СВАРКИ И НАПЛАВКИ

*Антоничин Ю.Т., Абрамчик Н.М., Гвоздев В.Л.,
УО БГАТУ, Г. Минск*

Трудность сварки чугуна определяется содержанием в нем углерода, серы и фосфора; склонностью к образованию неравновесных фаз при кристаллизации; низкой пластичностью основного металла и зоны оплавления.

Проплавление основного металла в значительном количестве переводит углерод и другие примеси в сварной шов. Переход углерода не опасен, если наплавленный металл представляет собой чугун. В этом случае необходимой мерой для получения доброкачественных соединений является высокий предварительный подогрев изделия (горячая сварка чугуна).

Свариваемые изделия нагревают до высокой температуры, зависящей от конструкции, способа сварки, состава присадочных материалов и ряда других факторов. Всегда желательны сопутствующий подогрев места сварки и медленное охлаждение полученного соединения. Эти меры исключают образование в чугунах неравновесных фаз: цементита и ледебурита.

При сварке чугуна сталью науглероживание шва крайне нежелательно, поскольку оно приводит к образованию метастабильных структур, например, выделению цементита по границам зерен или распаду аустенита при охлаждении шва с мартенситным превращением. Это, в свою очередь, ведет к повышению твердости и резкому снижению пластичности металла шва и образованию трещин в соединениях.

Графитные включения в чугуне снижают его пластичность, в результате чего он может не выдерживать значительных сварочных напряжений. В случае образования неравновесных фаз в зоне сплавления пластичность падает еще больше. В связи с низкой пластичностью чугун боится и резкого изменения напряженного состояния, которое может иметь место при форсированных режимах сварки и последующем ускоренном охлаждении.

При сварке чугуна необходимо обеспечить не только заданный состав наплавленного металла, но и определенную скорость охлаждения, чтобы избежать образования отбела и трещин. Сварка выполняется с нагревом изделия до температуры 500...700 °С, при этом образуется ванна большого объема и создаются благоприятные условия для удаления из жидкого металла газов и неметаллических включений. Последующее охлаждение изделий со скоростью не более 50...100 °С/ч гарантирует отсутствие цементита и мартенсита в структуре соединения.

Нами разработан электрод для сварки чугуна, обеспечивающий в процессе сварки снижение содержания углерода и кремния в металле шва при сохранении механических свойств и обрабатываемости на уровне основного металла.

Идея создания электрода основана на гипотезе удаления углерода из расплавленного металла окислением его в наплавочной ванне. В процессе сварки снижается содержание углерода и кремния при сохранении механических свойств и обрабатываемости на уровне основного металла. Метод успешно применяется при бессемеровском производстве стали: жидкий чугун продувается кислородом, окисляющим избыточный углерод до заданной концентрации. Он прост, доступен, дешев, не усложняет технологический процесс. Вместе с углеродом окисляется и кремний, который в металле шва нежелателен.

Кислород для окисления углерода вводится за счет компонентов электродного покрытия (углекислые соединения, руды и концентраты). Общее содержание кислорода в мраморе, например, составляет 46 %, в гематите – 27 %, в рутиле – 36 %.

Сварку следует производить на прямой полярности, т.к. при этом температура анода сварочной дуги выше температуры катода, что обеспечивает более интенсивный нагрев изделия, чем при обратной по-

лярности. При этом сварочная ванна охлаждается медленнее, способствуя устранению твердых структурных составляющих. В сварочной ванне углерод находится в виде иона C^{4+} , который постоянным электрическим полем перемещается к катоду. Это значит, что при сварке на прямой полярности ионы углерода стремятся всплыть, удаляясь в верхние слои ванны, где они легко могут быть окислены, что снижает содержание углерода и кремния и улучшает структуру зоны сплавления.

Основные технико-экономические характеристики разработанного электрода: коэффициент наплавки - 10 г/А ч; производительность наплавки - 1,1 кг/ч; расход материалов на 1 кг наплавленного металла - 1,8 кг, стоимость 1 т электродов - 3000 \$.

Электрод испытан при восстановлении изношенного корпуса коробки перемены передач. Замена части импортных компонентов покрытия отечественными сделала стоимость тонны электродов 2 тыс. \$, тогда как российские аналоги стоят 4,3-4,7 тыс. Стоимость восстановленных холодной наплавкой чугунных деталей не превышает 18 % стоимости новых, а например, стоимость восстановленных тормозных барабанов троллейбусов и автобусов не превышает 40 % стоимости новых.

Таким образом, разработан электрод, в процессе холодной сварки и наплавки удаляющий углерод из сварочной зоны. Для окисления углерода необходимо 35-40 см³/г кислорода.

УДК 621 930

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

*Антоншин Ю.Т., Гвоздев В.Л.,
Абрамчик Н.М., ВО БГАТУ, г. Минск*

Чугунные детали обладают высокой прочностью на сжатие, отличаются надежной работой при знакопеременных нагрузках, хорошо сопротивляются абразивному износу, гасят вибрационные колебания и успешно обрабатываются резанием.

В процессе эксплуатации у них появляются дефекты различного характера и размеров, расположенные на поверхностях различного эксплуатационного назначения, из-за чего они бракуются окончательно или условно до исправления дефекта.

Технологии восстановления корпусных деталей, изготовленных из чугуна, в Республике Беларусь нет. В то же время в России и других странах дальнего зарубежья (Швеция, Германия) чугунные корпусные детали восстанавливают методами сварки и наплавки.

Дуговая наплавка электродами - простой, доступный и дешевый способ восстановления деталей. Сварка чугуна затруднена из-за образования трещин в зонах сварки и термического влияния. Причина трещинообразования - углерод. В зоне шва углерод оказывается в связанном состоянии, преимущественно в виде цементита. При больших скоростях охлаждения, присущих сварке, образуется или ледебурит (металл шва чугун), или структуры закалки (металл шва высокоуглеродистая сталь). Предупреждение ледебуритной структуры и мартенситных превращений возможно подогревом деталей перед сваркой до 600—650 °С и замедленным охлаждением в пределах 150—400 °С после сварки.

Идея восстановления основана на гипотезе удаления углерода из расплавленного металла окислением его в наплавочной ванне. Такой метод давно и успешно применяется при бессемеровском производстве стали: жидкий чугун продувается кислородом, окисляющим избыточный углерод. Вместе с ним окисляется кремний, повышенное содержание которого в наплавленном металле отрицательно влияет на качество сварного шва.

Для окисления избыточных элементов в сварочную ванну вводят кислород в виде кислородсодержащих компонентов электродного покрытия, которые должны:

- выделять в зоне сварочного пламени наибольшее количество свободного кислорода или образовывать кислородные соединения, которые можно было бы использовать для реакции окисления избыточных углерода и кремния металла шва;

- быть доступны, недефицитны, дешевы, удобны для применения и не оказывать вредного влияния на обсуживающий персонал.

Для окисления избыточного количества элементов металла при сварке чугуна в зону сварочной дуги (сварочную ванну) надо вводить кислород. Его можно подавать или в чистом виде, или в виде соединений, как газообразных, так и конденсированных. Газообразные соединения кислорода наиболее удобны