

**Новые технологии в сварочном производстве**

Студент гр. 104819 Бабич И.А.  
Научный руководитель – Голубцова Е.С.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Сваркой называется процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями, при их нагревании и расплавлении или пластическом деформировании. Сварка позволила внести коренные изменения в технологии производства, создать принципиально новые конструкции машин. Например, применение сварных конструкций вместо клепанных в строительстве позволяет экономить около 20% металла, снизить на 5 - 30% трудоемкость изготовления конструкции.

Главным направлением развития сварочного производства на сегодня считается разработка и внедрение новых технологий сварки и резки металлов, соответствующих международным стандартам. Решения этих задач определяют развитие не только фирм-разработчиков технологий и оборудования сварочного производства, но и отрасли машиностроения и металлообработки в целом.

Целью настоящей работы является представление последних новинок в области сварочного производства.

Один из основных путей совершенствования технологии сварки связан с переходом на компьютерное регулирование сварочного процесса. Там, где раньше для сварки приходилось использовать самые разнообразные методы и аппараты, сегодня достаточно одного аппарата, оснащенного периферийными дополнительными устройствами и компьютерным управлением — электронным регулированием показателей электрического импульса и характера электрической дуги. Испанская фирма Lincoln Electric Еигора разработала методы и варианты их применения, включающие весь комплекс от программ по управлению дугой до механических устройств, роботизации и аппаратов для полуавтоматической сварки.

Метод сварки пульсирующей дугой MIG/MAG-Puls предусматривает работу в трехступенчатом режиме, включающем этап быстрого увеличения тока до предельных значений, этап кратковременного выдерживания сильного тока с образованием капли на электроде и глубоким прогревом зоны шва и заключительный третий этап сброса тока до базового значения, необходимого для поддержания дуги. Дополнительно в процессе варьируется частота тока: увеличение частоты служит для сужения конуса электрической дуги, уменьшение частоты — для расширения конуса дуги. Заключительный оплавляющий импульс заостряет конец электрода и улучшает условия запуска дуги для следующего процесса. Метод пульсирующей дуги служит для сварки стали, алюминия, нержавеющей стали, никелевых сплавов. Особенно выгодно его применять для тонколистовых материалов.

Несколько иная последовательность импульсов положена в основу метода Puls-on-puls, представляющего собой комбинацию высоких и низких импульсов тока. Высокоэнергетический импульс очищает и плавит материал, низкоэнергетический импульс остужает расплав и ведет к образованию плотного волнистого шва. Регулируемый поток тепла дает возможность сваривать даже тонкие алюминиевые листы и получать аккуратный качественный шов при средней квалификации сварщика. Метод быстрой дуги RapidArc представляет собой процесс с более сложным регулированием импульса. Он состоит из четырех этапов. На первом этапе обеспечивается рост тока и напряжения до предельных значений с образованием капли расплава, на втором происходит резкий сброс тока и частичное снижение напряжения с развитием плазменного эффекта, на третьем — резкий сброс напряжения при

минимальном токе с обрывом дуги и стеканием капли в шов, на четвертом — подача нового импульса тока и напряжения с восстановлением дуги после паузы. При этом поток плазмы сдвигает расплав, отделяет электрод от расплава и охлаждает его. Метод RapidArc позволяет при той же скорости подачи электрода увеличить на 30% скорость сварки, уменьшить разбрызгивание и обгорание металла. Это достигается за счет снижения напряжения в дуге и уменьшения теплопередачи благодаря обрыву дуги. Метод RapidArc особенно перспективен для автоматической и полуавтоматической сварки материалов толщиной 1,5-4 мм. Например, при сварке нелегированной стали методом RapidArc при токе 300 А, напряжении 28 В и скорости подачи сварочной проволоки 10 м/мин. была достигнута скорость сварки 62 см/мин. при теплотратах 0,82 кДж/мм, в то время как в обычном MAG-процессе с постоянным напряжением и скоростью подачи проволоки 13 м/мин. скорость сварки была 44 см/мин., а теплотраты — 1,13 кДж/мм.

Размеры и вес сварочного оборудования также имеют большое значение. Совершенствование сварочной техники идет, в том числе, и по пути создания компактных и легких сварочных аппаратов. Финская фирма Kemppi разработала оригинальные переносные сварочные аппараты MinarcMig типа MIG/MAG, предназначенные для механизированной дуговой сварки листового и профильного металла в среде инертных и активных защитных газов. Стандартный режим работы, горелка и механизм подачи у них рассчитаны на сварочную проволоку диаметром 0,6-1 мм, оптимально - диаметром 0,8 мм. Номинальный сварочный ток — 180 А, продолжительность нагрузки — 35%. Аппарат можно использовать для сварки алюминиевой сварочной проволокой или массивной проволокой из нержавеющей стали в защитной атмосфере из чистой углекислоты или из ее смеси с 82% аргона. Возможна также работа открытой дугой с порошковыми самозащищаемыми проволоками. MinarcMig поставляется полностью укомплектованным (включая кабель и горелку). Вес комплекта — 9,8 кг. Аппарат полностью готов к запуску, нужно только вставить в него бобину со сварочной проволокой и подсоединить к газовому баллону соединительный шланг с редуктором. Для автоматической подачи проволоки фирмой разработан оригинальный механизм, вес которого меньше на 35%, энергетическая эффективность выше на 50%, а динамический резонанс быстрее на 200% по сравнению с ранее применявшимися устройствами. MinarcMig отличается исключительной простотой управления. Работать с ним может не только профессионал, но и начинающий сварщик и даже любитель. На приборном щитке аппарата установлен дисплей и кнопка настройки. Примененная в аппарате система настройки позволяет заранее установить исходные показатели, от которых зависят параметры сварочного процесса: диаметр проволоки, вид защитного газа, скорость сварки. В процессе сварки аппарат анализирует дугу и выбирает оптимальное соотношение между напряжением, силой тока и скоростью подачи проволоки.

Одним из новых способов сварки является сварка способом холодного переноса материала. Электронное управление процессом сварки в сочетании с высокочастотным возвратно-поступательным движением сварочной проволоки лежат в основе способа холодного переноса материала (СМТ), разработанного австрийской фирмой Fronius. Сварочные комплексы, в которых метод СМТ применялся для термического соединения стали с алюминием, что до недавнего времени считалось невозможным. Отличительная особенность нового метода заключается в том, что в процессе сварки электрод на мгновение подается вперед и после возникновения короткого замыкания вновь возвращается назад — и так до 70 раз в секунду! В результате оптимизируются условия отделения расплавленной капли, исключается разбрызгивание и получается равномерный плотный шов. Процесс идет с гораздо меньшими затратами тепла, и именно это делает возможной электродугую сварку алюминия и стали. Однако одним лишь соединением стали с алюминием область

применения способа СМТ не ограничивается. Она включает также пайку листового металла с нанесенными на него покрытиями, сварку тонколистового алюминия и магниевых сплавов.

В последние годы патентные ведомства промышленно развитых стран мира ежемесячно регистрируют более 200 изобретений в области сварочной техники и технологии – таковы темпы развития сварочного производства.

Все это предъявляет повышенные требования к квалификации специалистов в области сварки, в особенности рабочих-сварщиков, так как именно они непосредственно осваивают новые способы и приемы сварки, новые сварочные машины.

УДК 621.791.052-048.34

### **Определение обобщенного параметра оптимизации механических характеристик сварного соединения стали 42Х2ГСНМ**

Студенты гр. 104829 Щавелева О.А., Водич А.С.

Научный руководитель – Голубцова Е.С.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Работоспособность сварных соединений среднелегированных сталей зависит от структуры и свойств металла околошовной зоны. Наиболее опасными с точки зрения надежности работы сварных конструкций являются такие структурные соединения, которые приводят к нарушению сплошности кристаллической структуры, образованию макро- и микротрещин или значительному снижению деформационной способности металла в околошовной зоне. Главной трудностью при сварке среднелегированных сталей без последующей термообработки является сложность получения высоких свойств металла в околошовной зоне, особенно в участке перегрева. Структура металла околошовной зоны определяется составом стали и термическим циклом сварки. В зависимости от этих условий формируются структуры от перлитной до мартенситной. Сварка стали 42Х2ГСНМ затруднена из-за сложности предотвращения трещин вследствие распада аустенита в мартенситной области. Одной из основных причин хрупкости свежезакаленной стали 42Х2ГСНМ является высокий уровень микроискажений в пересыщенном твердом растворе углерода в  $\alpha$ -железе, т. е. практически весь углерод фиксируется в твердом растворе.

Эффективным средством получения удовлетворительных показателей пластичности и вязкости при высоком значении прочности закаленного металла является, как известно, отпуск, при котором углерод частично переходит в мелкодисперсные карбиды, а процесс их коагуляции протекает весьма медленно вследствие пониженной диффузионной подвижности легирующих элементов в области температуры отпуска. Это способствует упорядочению твердого раствора и снижению уровня упругих искажений в металле.

Целью настоящей работы является выбор оптимального режима термической обработки сварного соединения стали 42Х2ГСНМ с помощью обобщенного комплексного показателя  $D$ . данные для расчетов представлены в таблицах 1 и 2.