

УДК 621.791.042:621.7.073

Чигарев В. В., Голуб Д. М.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Одной из задач, решаемых на кафедре «Оборудование и технологии сварочного производства» Донбасской государственной машиностроительной академии, является разработка и усовершенствование наплавочных материалов, позволяющих значительно повысить износостойкость штампового инструмента. Такими перспективными материалами для наплавки элементов штампового инструмента являются порошковые проволоки, в том числе, обеспечивающие проявление эффекта вторичного твердения в наплавленном слое, в результате чего эксплуатационные свойства такого наплавленного слоя превышают аналогичные для обычных инструментальных сталей.

Однако, несмотря на преимущества порошковой проволоки перед проволокой сплошного сечения, такие как: возможность сварки на более высокой плотности тока, более высокую производительность процесса, проще, чем в сплошную проволоку, вводить легирующие компоненты, возможность введения защитных компонентов, порошковая проволока имеет и ряд недостатков. Один из них заключается в том, что в процессе наплавки порошковой проволокой одинаковая скорость плавления оболочки и шихты практически не достигается. Нагрев и плавление сердечника порошковой проволоки в процессе сварки или наплавки происходит за счет излучения дуги, конвективного теплообмена с расплавленным металлом и нагретым газом и энергии Джоуля-Ленца, выделяющейся при протекании части общего тока через сердечник. Дуга при этом нагревает только небольшой участок у самого торца проволоки. Количество Джоулевого тепла зависит от геометрической формы оболочки проволоки, плотности тока, времени нагрева, материала оболочки и других факторов. В свою очередь характер плавления и переноса электродного металла в сварочную ванну при наплавке оказывает существенное влияние на химический состав и свойства наплавленного металла, его формирование и образование дефектов. [1, 2]. Таким образом, решение проблемы равномерности плавления порошковой проволоки является актуальной задачей.

Шихта порошковой проволоки значительно менее электропроводна по сравнению с оболочкой, поэтому ток протекает в ней преимущественно по оболочке, при расплавлении которой образуются капли, имеющие возможность при перемещении и переходе дугового промежутка активно взаимодействовать с воздухом. Порошковая проволока должна создавать максимально благоприятные условия для взаимодействия шихты с жидким металлом каплей расплавляющейся оболочки. Одним из способов повышения равномерности плавления порошковой проволоки является наличие внутри шихты части токопроводящей металлической оболочки (рис. 1).

Это способствует улучшению взаимодействия металла каплей с шихтой сердечника, компоненты которой в этом случае имеют более благоприятные возможности защитить жидкий металл каплей от контакта с воздухом.

Чем большая часть токопроводящей оболочки находится внутри шихты, тем более надежно защищаются капли от воздействия воздуха. Наилучшая защита в этом случае обеспечивается при сварке порошковой проволокой двухслойной конструкции. Если зона сварки непосредственно контактирует с воздухом, не имея дополнительной защиты, то применяют самозащитную порошковую проволоку сложного сечения.

До настоящего времени трубчатое сечение применялось лишь у порошковой проволоки для сварки в углекислом газе, когда от зоны сварки воздух оттесняется потоком углекислого газа. В этом случае задача компонентов шихты значительно упрощена и сводится лишь

к раскислению металла ванны элементами, связывающими кислород в соединения, удаляемые затем из нее в шлак.

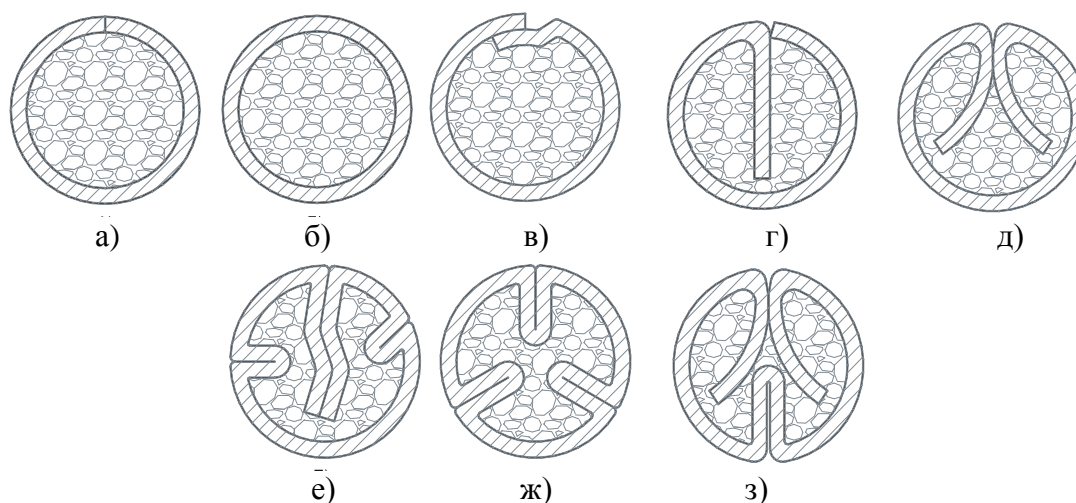


Рис.1. Типовые конструкции сечения порошковых проволок:

а) трубчатая; б) трубчатая бесшовная; в) трубчатая с нахлестом; г) однозагибная; д) двухзагибная; е) – з) сложнозагибная

При изготовлении порошковой проволоки сложного сечения не всегда обеспечивается стабильное заполнение проволоки шихтой. Поэтому, несмотря на определенные преимущества проволоки со сложным сечением для защиты металла капель от воздуха, наиболее перспективным является применение проволоки трубчатой конструкции. Ее преимущества заключаются в более простой технологии изготовления и возможности обеспечения требуемого качества. Для надежной защиты в этом случае в состав шихты вводят такие активные элементы, как Al, Ti, Si, которые, соединяясь с азотом и кислородом воздуха, прореагировавшего с жидким металлом капель, переходят в шлак.

Поэтому основным направлением в развитии порошковой проволоки является применение простого трубчатого сечения в проволоке, предназначенной для сварки в углекислом газе, и самозащитной, т. е. применяемой без дополнительной защиты зоны сварки. Так, в последние годы одна из ведущих фирм в области изготовления сварочных материалов, фирма «Эрликон», разработала и организовала массовое производство так называемой «бесшовной» проволоки трубчатого сечения. Принципиальным отличием «бесшовной проволоки» является отсутствие стыка, который в процессе изготовления заваривается специальным способом – токами высокой частоты. За счет изменения состава сердечника была получена порошковая проволока для сварки низкоуглеродистых, низколегированных, высокопрочных коррозионно-стойких нержавеющей сталей, нашедших широкое применение при сварке различных конструкций и сооружений.

Целью данной работы являлось усовершенствование способа изготовления порошковой проволоки, что позволит повысить равномерность плавления шихтовой композиции сердечника и оболочки проволоки.

При изготовлении порошковой проволоки одним из известных способов [3], с целью повышения производительности процесса изготовления и качества порошковой проволоки, заполнение желоба шихтой выполняют в количестве $65 \pm 5\%$ объема полости трубки, а волочение ведут с суммарными деформациями 70–95% и единичными деформациями 20–45%.

Изготовление порошковой проволоки по такой технологии позволяет существенно улучшить сварочно-технологические свойства порошковой проволоки, поэтому такое соотношение размеров ленты, объема заполнения желоба шихтой и степени деформации было взято за основу при усовершенствовании этого способа.

Также известны способы изготовления порошковой проволоки [4–6], при которых на заготовку проволоки воздействуют магнитным полем на выходе из фильеры и одновременно создают внутри оболочки разрежение воздуха 0,5–0,95 кПа.

Авторами предложен новый способ изготовления порошковой проволоки, принципиальная схема которого представлена на рис. 2.

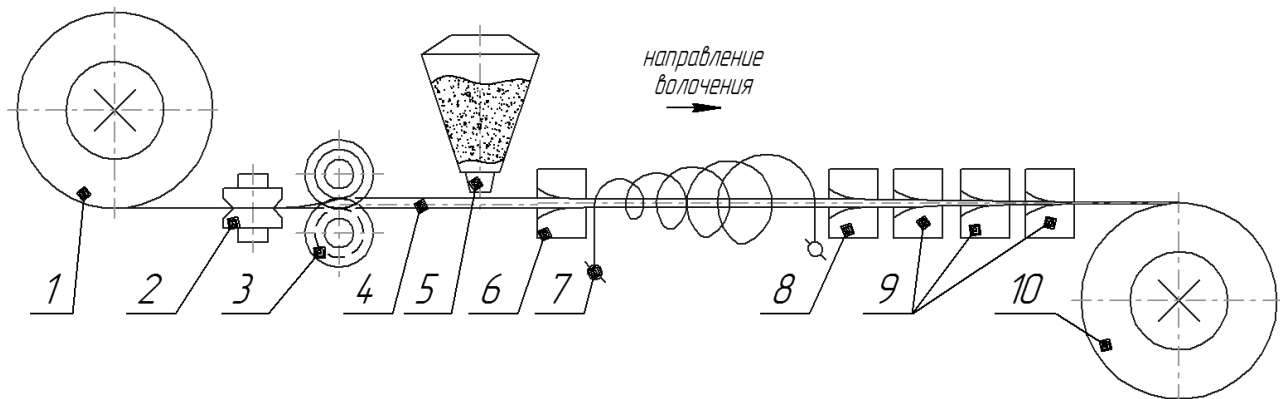


Рис. 2. Схема технологического процесса изготовления проволоки

При изготовлении порошковой проволоки по предложенной технологии с размотки 1 металлическая лента (с размерами 0,5x15 мм) с помощью направляющих роликов 2 подается в формирующие ролики 3, которые формируют из нее U-образный желоб 4, в который из дозатора 5 засыпают шихту. Заготовку, заполненную шихтой, подают в формирующую фильеру 6 и заформовывают в трубку.

Трубчатую заготовку проволоки с неуплотнённой шихтой пропускают через конический индуктор 7. Частота намотки обмоток индуктора постоянна в направлении волочения. При этом заготовку проволоки подвергают воздействию аксиально-симметричного импульсного магнитного поля конической формы с индукцией 0,9–1,1 Тл, периодом пульсаций 0,1–1 с и регламентированной формой импульсов. Магнитное поле является однородным и его индукция и магнитный поток постоянны в направлении волочения.

Вследствие воздействия магнитного поля, в системе «оболочка проволоки – шихта» возникает МДС, которая влияет на ферромагнитные частицы шихты. При этом в результате намагничивания, между частицами увеличивается количество поверхностей контакта, вследствие чего электро- и теплопроводность шихты увеличивается. Пылевидная неметаллическая фракция будет отеснена от технологического стыка оболочки, что уменьшает вероятность просыпания шихты.

Под воздействием постоянного магнитного поля за счет возникновения электропластического эффекта происходит снижение микротвердости и повышение пластичности, и, как следствие, снижение усилия волочения при одновременном достижении заданного коэффициента заполнения K_3 и надежного уплотнения шихты, что уменьшает вероятность ее просыпания.

Шихта порошковой проволоки при этом должна содержать 10–85 % ферромагнитных компонентов. При меньшем количестве эффективность предложенного способа снижается, при большем – снижается эффективность газошлакообразующей части шихты.

После намагничивания проволоку пропускают через обжимающую фильеру 8, которая дополнительно уплотняет шихту, в результате чего образуются дополнительные поверхности контакта между ферромагнитными частицами шихты.

С помощью калибрующих фильер 9 заготовку порошковой проволоки перетягивают до нужного диаметра (для опытного образца – 3,0 мм). Готовую порошковую проволоку наматывают в бухту на намоточном устройстве 10.

Применение предлагаемого способа позволяет улучшить сварочно-технологические свойства порошковой проволоки в широких диапазонах режимов сварки за счет повышения пластичности и уменьшения микротвердости оболочки проволоки в процессе изготовления, а также дополнительного уплотнения сердечника проволоки и повышения ее электро- и теплопроводности, что обеспечит улучшение физико-механических свойств наплавленного металла и снижение порообразования.

Предложенный технологический процесс изготовления порошковых проволок был опробован на порошковой проволоке типа ПП-К15М15Н5Х3Б2, предназначенной для наплавки прессового инструмента горячего деформирования, а также на самозащитной порошковой проволоке СПП-8Х4ГСВ2М5Ф2Т, предназначенной для наплавки штампового инструмента холодного деформирования.

Были изготовлены опытные порошковые проволоки диаметром 3 мм с оболочкой из ленты сечением 0,5x18 мм из стали марки 08 кп. Коэффициент заполнения во всех случаях находился в пределах $K_3 = 0,45-0,47$. Образцы для испытаний размером 6x12x20 мм выполнялись многослойной наплавкой исследуемыми порошковыми проволоками. Для улучшения зоны сплавления основу для наплавки предварительно подогревали в печи до температуры 300–400 °С. Наплавленные заготовки остывали в песке для предотвращения растрескивания. После механической обработки их подвергали полному циклу термической обработки по своему режиму для каждого типа наплавленного металла. Рабочая поверхность образцов и контртела перед испытанием подвергалась шлифовке и промывке спиртом.

Для испытанных составов порошковых проволок полученные средние значения относительной износостойкости превышают аналогичные значения, полученные при наплавке порошковой проволокой, изготовленной по традиционной технологии в среднем на 7–11 %, что объясняется более высокими сварочно-технологическими характеристиками порошковых проволок, изготовленных по предложенной технологии, по сравнению с традиционными.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования установили, что порошковые проволоки, изготовленные по предложенной технологии, обладают высоким комплексом сварочно-технологических свойств.

2. Для испытанных составов порошковых проволок полученные средние значения относительной износостойкости превышают аналогичные значения, полученные при наплавке порошковой проволокой, изготовленной по традиционной технологии в среднем на 7–11 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Походня И.К. Сварка порошковой проволокой / И.К. Походня, А.М. Суптель, В.Н. Шлепаков.– К. : Наукова думка, 1972.– 223 с.
2. Юзвенко Ю.А. Модель плавления самозащитной порошковой проволоки / Ю.А. Юзвенко, Г.А. Кирилук // Автоматическая сварка. – 1983.– № 1.– С. 26–29.
3. А. с. № 992145 СССР кл. В23К35/40. Способ изготовления порошковой проволоки / И. К. Походня, В. Ф. Альтер, В. Н. Головки (СССР). – № 2677392 / 25–27 ; заявл. 18.10.78 ; опубл. 30.01.83 ; Бюл. № 4. – 3 с.
4. А.с. № 1235690 СССР кл. В23К35/40. Способ изготовления порошковой проволоки / Л. М. Куплевацкий, Е. Н. Рыбалка (СССР). – № 3817044 / 25–27 ; заявл. 27.11.84 ; опубл. 07.06.86 ; Бюл. № 21. – 3 с. : ил.
5. Пат. № 36259 МПК(2006) В23К 35/02. Спосіб виготовлення самозахисного порошкового дроту / В. Т. Катренко, Д. М. Голуб, Р. Л. Славинський, Д. А. Волков ; заявитель и патентообладатель Донбасская государственная машиностроительная академия. – № u2008 03111; Заявл. 11.03.2008; Опубл. 27.10.2008. Бюл. № 20.
6. Голуб Д. М. Совершенствование технологии изготовления самозащитной порошковой проволоки для наплавки / Д. М. Голуб, В. Т. Катренко Д. А. Волков // Инженерия поверхности и реновация изделий. Материалы 8-й Международной научно-технической конференции, 27–29 мая 2008 г., г. Ялта. – Киев: АТМ Украины, 2008.– 308 с. – С. 40–42.