

УДК 621.791

Плис С. Г.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК СЛОЖНЫХ СЕЧЕНИЙ

Наплавка металлов является эффективным способом повышения работоспособности различных деталей и обеспечивает снижение расхода металла на их изготовление. В производстве сварочных и наплавочных материалов находят применение электроды, отличающиеся назначением, способами изготовления, конструкцией. Эти различия обуславливают область применения электродного материала, позволяют рационально выбрать технологию изготовления сварной конструкции или получить наплавленный слой с требуемыми свойствами. Каждый вид электродного материала, как правило, разработан для решения конкретной задачи.

Современному производству нужны механизированные способы сварки, которые при высокой производительности процесса сварки (наплавки), обеспечивают высокое качество металла сварных швов (наплавки). Одним из методов достижения этой задачи является использование самозащитной порошковой проволоки. Однако малые диаметры порошковой проволоки (до 3,2 мм), выпускаемые отечественным производством, не обеспечивают возможности достижения основного преимущества автоматической сварки (наплавки) – высокой производительности расплавления электрода. Это является одной из причин, стимулирующих широкое использование порошковых проволок в ряде отраслей промышленности. Отсутствие промышленного производства порошковых проволок большого диаметра (5–6 мм) связано как с отсутствием научно-обоснованных технологических процессов их производства, так и с особенностями их изготовления. Порошковые проволоки, изготовленные по общей методике, использования не нашли в связи с тем, что увеличение диаметра проволоки и величины сварочного тока вызывают увеличение неравномерности расплавления оболочки и сердечника проволоки. В свою очередь это приводит к существенному ухудшению химической неоднородности металла сварных швов и их свойств.

Несмотря на тот факт, что проблеме производства порошковых проволок большого диаметра посвящен целый ряд научных трудов [1–6], она до сих пор не теряет своей актуальности и требует дальнейшей разработки.

Для повышения производительности процесса наплавки и получения высокого качества металла шва необходимо обеспечить устойчивое и равномерное плавление сердечника и оболочки порошковой проволоки.

Основными направлениями в области решения данной проблемы являются: определение характера влияния конструкции самозащитной порошковой проволоки и ее состава на обеспечение эффективной защиты зоны плавления, режимов сварки (наплавки) на неравномерность ее нагрева сварочным током; разработка вариантов конструкций проволоки, которые обеспечили бы высокие сварочно-технологические свойства; совершенствование высокопроизводительной технологии и оборудования для ее производства; обеспечение высокой производительности процесса и химической однородности наплавленного металла.

Целью работы является усовершенствование конструкций самозащитных порошковых проволок сложных конструкций для наплавки деталей металлургического оборудования.

На основании анализа недостатков существующих конструкций порошковых проволок приходим к выводу о необходимости разработки новых конструктивных вариантов с целью изучения: влияния конструкции и состава на неравномерность нагрева и плавления самозащитной порошковой проволоки; влияния физико-механических и химических существующих свойств наполнителя на неравномерность расплавления самозащитных порошковых проволок.

Сердечник самозащитной порошковой проволоки расплавляется на эффективную толщину, которая согласно данным ИЭС им. Е. О. Патона составляет 25–30 % его массы. Для самозащитных порошковых проволок диаметрами 5–6 мм она еще больше. Это явление связано с нагревом сердечника вследствие контакта с жидким металлом электрода и за счет теплоты дуги и сварочной ванны. В работах [1, 2] отмечается, что увеличение теплопроводности сердечника, а также улучшение подвода теплоты к нему путем усложнения конструкции, улучшает плавление порошковой проволоки, однако надлежащей оценки это утверждение не получило. Конструкция порошковой проволоки может быть различной в зависимости от назначения проволоки, ее композиции, способа защиты металла. В разное время разработчиками предлагалось большое количество вариантов формы поперечного сечения порошковой проволоки. Некоторые из них приведены на рис. 1.

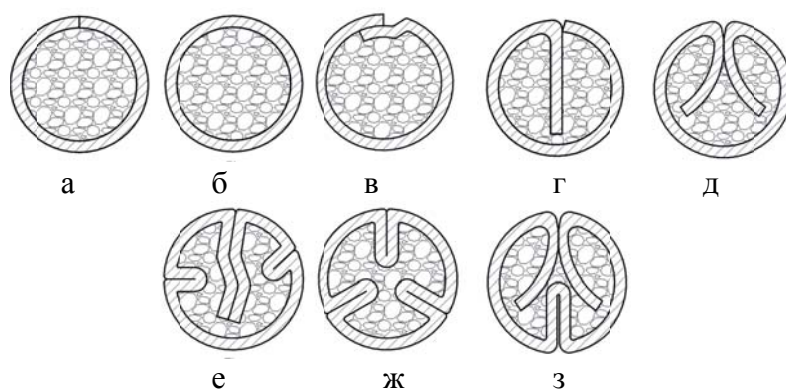


Рис. 1. Конструкция порошковых проволок:

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

Опыты показали, что при сварке порошковой проволокой дуга горит между металлической оболочкой и изделием. Причём, в зависимости от режима сварки дуга совершает либо беспорядочное движение по периметру оболочки, загораясь между выступами оболочки, находящимися на ближайшем расстоянии от изделия, и изделием, либо относительно равномерно перемещается по длине окружности оболочки (в случае проволоки трубчатой конструкции). Следовательно, в большинстве случаев при сварке и наплавке порошковыми проволоками трубчатого типа в силу различных теплофизических свойств оболочки и сердечника, последний оплавляется с отставанием. В случае сварки порошковой проволокой замедленное плавление сердечника вредно, так как при наличии нерасплавившегося сердечника невозможно производить сварку на малом напряжении, а сварка на повышенном напряжении приводит к увеличению содержания азота в наплавленном металле и к снижению его механических свойств. При больших величинах сварочного тока и повышении напряжения это явление становится особенно серьёзным недостатком сварки и наплавки порошковыми проволоками, так как нерасплавившиеся частицы сердечника, попадая в сварочную ванну, могут быть причиной засорения её неметаллическими включениями и причиной образования пористости, а при наплавке ещё и химической и структурной неоднородности наплавленного металла. Проволоки такой конструкции характеризуются сравнительно невысоким коэффициентом наплавки, так как последний, можно повысить путём увеличения сварочного тока, что выполнить невозможно из-за существенного роста отставания плавления сердечника порошковой проволоки.

Сложные конструкции в сравнении с более простыми конструкциями дают возможность улучшить условия подведения теплоты к частицам сердечника, уменьшить толщину слоя материалов с низкой теплопроводностью, позволяют более благоприятно расположить защитные материалы по отношению к электродному металлу.

В работе [7] предложен способ сварки самозащитной порошковой проволокой, содержащей центральную и более шести периферийных проволок. Каждая из составляющих проводов состоит из трубчатой оболочки и флюсового наполнителя. Наполнение центральной проволоки содержит порошковые легирующие элементы, наполнение периферийных проволок – газовыделяющие и флюсообразующие элементы. При сварке предложенной скрученной проволокой улучшается равномерность расплавления электрода и защита металла сварочной ванны от окисления.

В работе [8] предлагается способ сварки (наплавки) электродом с наполнителем, отличающейся тем, что формируют плавящийся скрученный электрод при его подаче в зону сварочной дуги, скручивая несколько проволочных электродов вокруг оси подачи электрода. При этом электрод перемещается поступательно и вращается по винтовой линии вокруг оси подачи. Каждая проволока скрученного электрода перемещается по одинаковой траектории и входит в зону сварочной дуги в одной точке.

Наибольший интерес представляет скрученный проволочный электрод, предложенный авторами [9]. Этот электрод образуется скручиванием нескольких проволок 1а, 1b... из нержавеющей стали или никелевого сплава, отличается тем, что прочность на растяжение скрученной проволоки составляет 90 МПа, диаметр (d) проволок 1а, 1b... и шаг закрутки (p^t) удовлетворяют условию $15d \leq p^t \leq 45d$. Этими авторами предлагаются такие конструкции скрученных проволочных электродов:

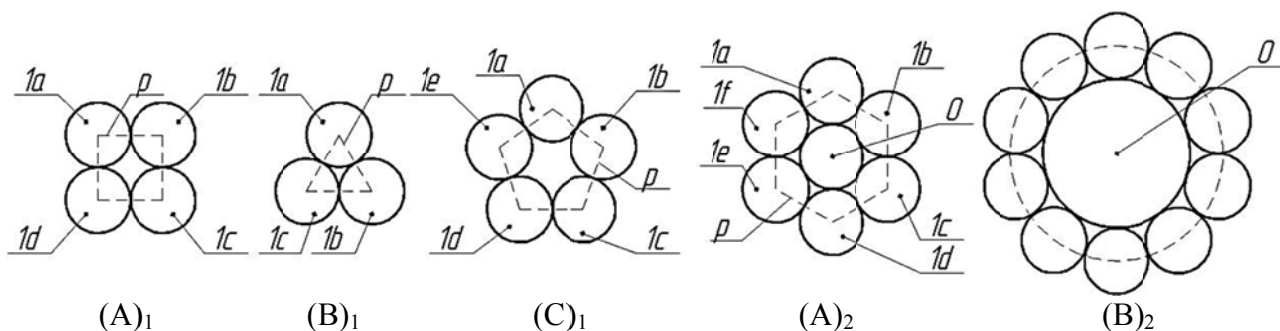


Рис. 2. Схемы скрученных проволочных электродов

Сложным порошковым проволокам присущ такой недостаток как малый коэффициент заполнения сердечника шихтой [3], а недостатком фитильной порошковой проволоки является то, что в результате того, что фитиль не вытягивается при волочении проволоки, он рвется, с одновременным разрушением порошковой проволоки [6]. В отдельных случаях производят профилирование фитиля, но это еще больше уменьшает коэффициент заполнения проволоки.

Свободной от этих недостатков может быть жгутовая самозащитная порошковая проволока [10, 11], однако и она не лишена недостатков, основным среди которых является неровная поверхность проволоки, что может привести к ее неравномерной подаче в зону действия дуги при сварке. Если при сварке самозащитной порошковой проволокой даже сложного сечения, увеличивать сварочный ток, то электродное пятно растет и почти сливается по всей оболочке, что сопровождается ростом неравномерности плавления.

При сварке (наплавке) жгутовой самозащитной порошковой проволокой увеличение сварочного тока вызывает рост энергии нагрева соседних самозащитных порошковых проволок, входящих в состав жгута и это снижает неравномерность его плавления.

Усложнение сечения обеспечивает изменение условий массопереноса электродного металла, увеличивает долю участия сердечника в образовании капли, при этом происходит выравнивание скоростей плавления сердечника и оболочки, изменяются условия защиты дугового промежутка от воздействия с воздухом [3, 4, 5].

Одной из таких конструкций порошковых проволок является двухслойная проволока. В проволоке такой конструкции для достижения равномерного плавления сердечника и оболочки слои сердечника разделены между собой двумя слоями ленты, представляющей собой одно целое с оболочкой проволоки. Благодаря такому изготовлению проволоки имеется возможность ввести внутрь оболочки большое количество металлической составляющей, а возможность размещения двух различных шихт в сформированных полостях облегчает создание надежной защиты металла от атмосферы воздуха. В проволоке защитные материалы обычно вводят в наружную полость. В сложных конструкциях порошковых проволок разница в защитных свойствах двухслойной порошковой проволоки с внешним расположением защитных материалов и с сердечником из однородной шихты в обеих полостях небольшая. Важное значение имеет не только размещение защитных материалов относительно внешней оболочки, но и величина поверхности оболочки, защищенной шихтой. Пример конструкции двухслойной порошковой проволоки показан на рис. 3 [6].



Рис. 3. Двухслойная порошковая проволока

В работе [12] предложена двухслойная проволока, в которой используется структура с двойной оболочкой. Внутренняя металлическая оболочка выполнена традиционным способом и содержит флюсовый наполнитель, внешняя оболочка охватывает внутреннюю часть. Ленту для внешней оболочки получают путем раскатывания трубки, содержащей флюс.

Таким образом, предложенная проволока имеет два хорошо загерметизированных от воздействия влаги флюсовых наполнителя. Использование этой проволоки позволяет предупредить образование дефектов, вызванных влажным флюсом, а также повысить производительность наплавки, снизить трудовые затраты. Пример конструкции двухслойной порошковой проволоки с двойной оболочкой показан на рис. 4 [12].

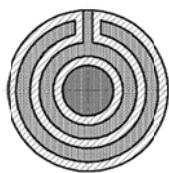


Рис. 4. Двухслойная порошковая проволока с двойной оболочкой

Предложенные на рис. 3 и 4 проволоки позволяют расширить диапазон напряжений и уменьшить вероятность образования пор при увеличении длины дуги. Чем больше толщина оболочки и меньший коэффициент заполнения порошковой проволоки, тем хуже защитные свойства шихты сердечника.

На основании анализа конструктивных особенностей изготовления порошковых проволок сложных конструкций к недостаткам следует отнести: трудности ее изготовления из-за увеличения сопротивления деформации ленты, уменьшение коэффициента заполнения проволоки шихтой, неравномерность ее подачи в зону действия дуги при сварке (наплавке).

Отличительными особенностями предлагаемых нами вариантов порошковых проволок является то, что для их изготовления используются порошковые проволоки полуфабрикаты, в которых пластические свойства металла оболочки составляющих проволок используются только частично и в большей части сохранены для того, чтобы при перетяжках жгутовой проволоки улучшить плотность и равномерность ее поверхности.

Варианты самозащитных жгутовых порошковых проволок отличаются количеством составляющих проволок, их расположением и заполнением. Заполнение может быть металлическим, шлаковым или смешанным. В зависимости от расположения составных порошковых проволок с разными наполнителями в жгуте, он может быть – однородный или двухслойным. В двухслойной проволоке внешние составные проволоки имеют газшлаковый наполнитель, а внутренний – металлический, по аналогии с покрытым электродом. Сечение сложных конструкций предлагаемых проволок показано на рис. 5 [3, 11].

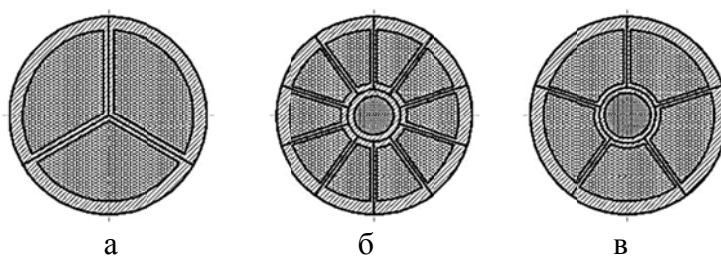


Рис. 5. Сечение проволок:

а, б – однородный; в – двухслойный с центральной проволокой

ВЫВОДЫ

Исходя из анализа состояния конструирования и производства порошковых проволок сложного сечения, в том числе и жгутовых, вытекает необходимость разработки конструкции порошковой проволоки, отвечающей следующим требованиям: наличие достаточного коэффициента заполнения и высокой тепло- и электропроводности по всему ее поперечному сечению, была проста в изготовлении и создавала надежную защиту расплавленного металла от взаимодействия с окружающим воздухом, обеспечивала равномерность плавления оболочки и сердечника при большом диаметре (5–6 мм).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. акад. Б. Е. Патона.* – М. : Машиностроение, 1974. – 768 с.
2. *Сварка в СССР. Т. 1. Развитие сварочной техники и науки о сварке. Технологические процессы, сварочные материалы и оборудование.* – М. : Наука, 1981. – 533 с.
3. *Производство порошковой проволоки : учеб. пос. для вузов / рук. автор. кол. И. К. Походня.* – Киев : высшая школа, головное изд-во, 1980. – 232 с.
4. Юзвенко Ю. А. *Защита металла при наплавке порошковой проволокой открытой дугой / Ю. А. Юзвенко, Г. А. Кирилук // Автоматическая сварка.* – 1974. – № 1. – С. 58–60.
5. *Порошковая проволока сложного сечения / [В. П. Пацекин, Л. Н. Златников, К. З. Разимов и др.] // Автоматическая сварка.* – 1967. – № 11. – С. 60–62.
6. Лебедев Б. Д. *Сварочная порошковая проволока / Б. Д. Лебедев.* – Харьков : ХГУ, 1973. – 95 с.
7. Патент Японии № 6340697, МКИ В23К 35/02. – Оpubл. в РЖ 22.02.88 г.
8. Патент Франции № 2556635 МКИ В23К 35/40, 35/08. – Оpubл. в РЖ 21.06.85 г.
9. Патент Японии № 2-37-829 МКИ В23К 35/02. / К. К. Кобэ Сэйкосе, Никко ёдзай Котё. – Оpubл. в РЖ 27.08.90. №2-946.
10. Декларацийний патент 50057 А Україна, МПК В23К 35/02. Джгутовий порошковий дріт для зварювання і напавлення / Карпенко В. М., Пліс С. Г., Шрамко О. П. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № 2001052978 ; заявл. 03.05.2001 ; опубл. 15.10.2002, Бюл. № 10.
11. Декларацийний патент 50056 А Україна, МПК В23К 35/02. Двошаровий джгутовий самозахистний порошковий дріт для зварювання і напавлення / Карпенко В. М., Шрамко О. П., Пліс С. Г. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № 2001052976 ; заявл. 03.05.2001 ; опубл. 10.15.10.2002, Бюл. № 10.
12. Заявка 61-140397 Япония, МКИ В23К 35/02. Порошковая проволока для сварки / Таничаки Танаши, Судзуки Потоюки, Маки Сигэми, Йлсимура Такаси, Син ниппон сэйтэцу К. К. – № 59-264311 ; заявл. 14.12.84 ; опубл. 27.06.86.

Статья поступила в редакцию 01.11.2012 г.