

УДК 621.791.92

Чигарев В.В.¹, Зареченский Д.А.²

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ ОДНОЗАМКОВОЙ ПОРОШКОВОЙ ЛЕНТЫ НА СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕР ЕЕ ПЛАВЛЕНИЯ

Представлены результаты исследований влияния силы обжатия порошковой ленты при изготовлении на уплотнение порошкового наполнителя, коэффициент заполнения, сварочно-технологические свойства и характер ее плавления.

Стабильность сварочно-технологических свойств порошковых лент, помимо состава наполнителя, зависит от геометрических размеров электрода, степени уплотнения порошкового наполнителя и коэффициента заполнения, которые формируются при прокатке на стане в процессе изготовления порошковой ленты [1, 2].

Одной из главных технологических характеристик, влияющей на характер плавления порошковых лент, является коэффициент заполнения. В ряде работ [2, 3] изучалось влияние на коэффициент заполнения ленты насыпной массы наполнителя, толщины и ширины порошковой ленты. Установлено, что увеличение насыпной массы и толщины наполнителя повышает коэффициент заполнения порошковой ленты. Однако увеличение коэффициента заполнения приводит к отставанию плавления сердечника порошковой ленты и просыпанию нерасплавившихся частиц наполнителя в сварочную ванну, снижая при этом качество наплавленного металла и стабильность дугового процесса [1]. Снижение же коэффициента заполнения не позволяет в полной мере реализовать возможности порошковой ленты по диапазону легирования наплавленного металла.

Технологическим процессом производства порошковой ленты предусмотрено уплотнение сердечника в оболочке, которое осуществляется путем прокатки ленты в двухвалковой клети стана. В технической литературе, до настоящего времени, недостаточно освещены вопросы влияния силы обжатия при прокатке на степень уплотнения различных по свойствам порошковых наполнителей, величину коэффициента заполнения и характер плавления порошковых лент, применяемых для наплавки высоколегированных сплавов



Рис. 1 – Установка для замера величины силы обжатия

Целью настоящей работы, являлось исследование влияния величины силы обжатия при прокатке порошковой ленты на коэффициент заполнения, сварочно-технологические свойства и характер ее плавления.

Для исследований была выбрана порошковая лента однозамковой конструкции. В качестве наполнителя использовали порошки с различной насыпной массой: комплексно-легированный порошок ПГЛ-101, механическая смесь ферросплавов – эти порошки взяты одинакового фракционного состава (0,315 мкм), а также релит марки «З»-4 (фракция 0,45 – 0,28 мм).

Измерение величины обжатия определялось с помощью гидравлического прижима, установленного на обжимную клеть стана в специально спроектированной конструкции портального типа, которая позволяет равномерно распределить усилие обжатия на подвижные опоры валка обжимной клети (рис. 1) [4].

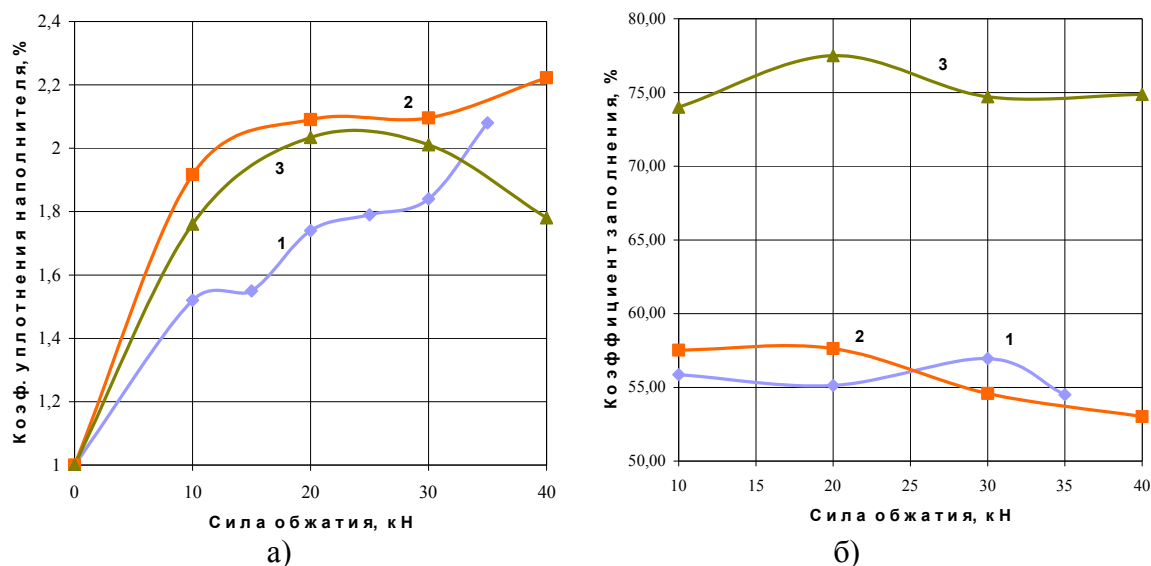
¹ПГТУ, д-р техн. наук, проф.

²ПГТУ, аспирант

При изготовлении однозамковой порошковой ленты увеличение силы обжатия приводит к снижению площади поперечного сечения электрода, его толщины и увеличению ширины. Толщина оболочки с увеличением силы обжатия снижается при всех исследуемых наполнителях, и последующая интенсивность ее утонения зависит от свойств и степени уплотнения порошка наполнителя. Снижение толщины оболочки происходит из-за ее удлинения, вызванное действием возрастающей силы волочения, с ростом силы обжатия, растягивающей оболочку при протяжке через неприводные формирующие ролики стана.

Порошок наполнителя при увеличении силы обжатия интенсивно уплотняется за счет более плотной упаковки частиц, о чем свидетельствует ход кривых в интервале сил 0 – 10 кН (рис. 2а). После уплотнения частиц порошка наступает стадия упругого сопротивления воздействию внешней силы, при которой коэффициент уплотнения изменяется незначительно. Дальнейшее увеличение силы обжатия приводит к пластическому деформированию частиц порошка и росту коэффициента уплотнения [5]. При использовании в качестве сердечника порошка комплексно-легированного сплава (ПГЛ-101) наблюдается ступенчатое изменение коэффициента уплотнения, что обусловлено более высокой плотностью частиц порошка по сравнению с частицами ферросплавов и их упругому перераспределению в объеме оболочки. Релит в процессе уплотнения разрушается на более мелкие частицы, что приводит к снижению его насыпной массы.

Коэффициент уплотнения сердечника рассчитывался как отношение фактической насыпной массы наполнителя после прокатки порошковой ленты к насыпной массе наполнителя в свободном состоянии.



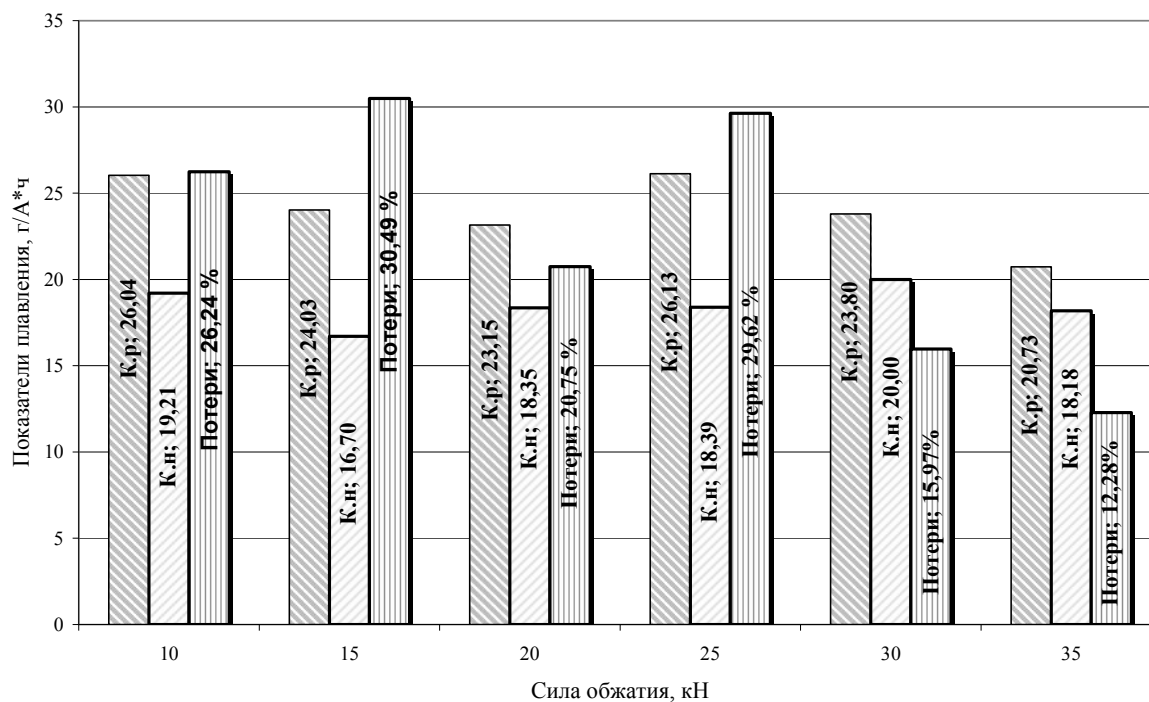
1 – наполнитель ПГЛ-101; 2 – наполнитель ферросплавов; 3 – наполнитель релит «З»-4

Рис. 2 – Влияние силы обжатия при прокатке однозамковой порошковой ленты на коэффициент уплотнения порошкового наполнителя (а), и коэффициент заполнения (б)

Увеличение степени уплотнения сердечника и утонение оболочки с ростом силы обжатия при прокатке порошковой ленты приводит к изменению коэффициента заполнения (рис. 2б). Коэффициент заполнения порошковой ленты достигает своего максимального значения в зависимости от свойств наполнителя и толщины оболочки при определенной силе обжатия.

Выполнены исследования по определению сварочно-технологических свойств при плавлении однозамковой порошковой ленты с наполнителем ПГЛ-101, прокатанной при различных силах обжатия. Изучение сварочно-технологических свойств осуществлялось по методике А.А. Ерохина [6]. Наплавка велась на режимах: ток наплавки – 500 – 550 А, напряжение на дуге – 30 – 32 В, скорость наплавки – 30 м/ч, вылет электрода – 50 мм. Результаты исследований представлены на рис. 3.

Полученные результаты свидетельствуют о снижении коэффициента расплавления электрода с ростом силы обжатия, что вызвано шунтированием части тока, проходящего по оболочке, наполнителем, за счет увеличения плотности контакта частиц порошка между собой и металлом оболочки при уплотнении. Возрастание коэффициента расплавления однозамковой ленты в интервале сил прокатки 20 – 25 кН обуславливается повышением контактного электросопротивления между оболочкой и наполнителем, вызванное упругим последствием после воздействия силы обжатия и отсоединением металла оболочки от спрессованного наполнителя в порошковой ленте.



К.р. – коэффициент расплавления, г/А*ч; К.н. – коэффициент наплавки, г/А*ч

Рис. 3 – Показатели плавления порошковых лент с наполнителем ПГЛ-101, прокатанных с различной силой обжатия

Коэффициент потерь электродного металла с увеличением степени уплотнения наполнителя изменяется по сложной зависимости, что вероятно вызвано особенностями процессов химического, электрического и термического взаимодействия уплотненных частиц порошка между собой, оболочкой и жидким металлом капли. Снижение коэффициента потерь до 12 % при силе обжатия 35 кН, происходит за счет благоприятной теплофизической обстановки в наполнителе и меньшего объемного расширения уплотненного наполнителя при нагреве.

Изучение оплавленных торцов порошковых лент показало, что с ростом величины силы обжатия при прокатке наблюдается более равномерное плавление металла оболочки (рис.4). При силах обжатия до 25 кН, наблюдается увеличение выступа наполнителя, что свидетельствует о разных скоростях плавления оболочки и наполнителя, снижении эффективности оплавления уплотненного сердечника жидким металлом капли. До указанной силы прокатки происходит изменение фракционного состава порошка при его уплотнении, возрастают силы механического зацепления частиц, способствующие снижению контактного сопротивления между сердечником и оболочкой, дестабилизирующего дуговой процесс. Прокатка ленты с силой 30 кН и выше позволяет снизить отставание плавления наполнителя от оболочки за счет улучшения условий нагрева сердечника на вылете электрода и повышения плотности контакта между сердечником и оболочкой. Стабилизации процесса плавления ленты дополнительно способствует высокая плотность распределения порошка между ячейками рифлений, площадь которых возрастает с ростом силы обжатия.

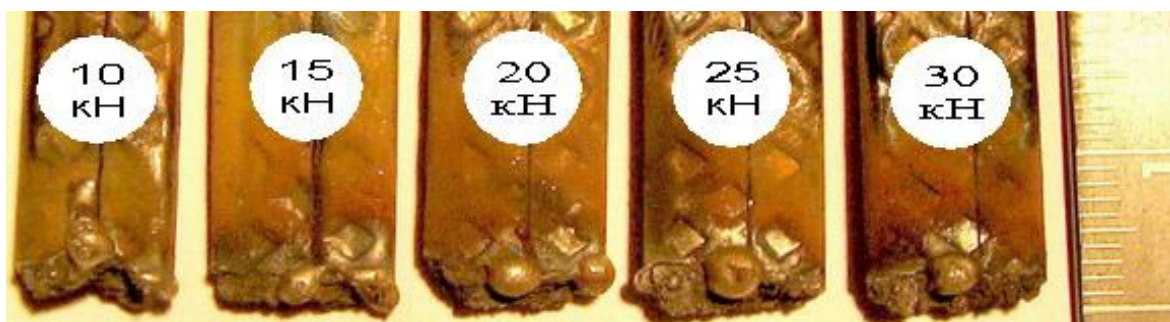


Рис. 4 – Оплавленные торцы порошковых лент с наполнителем ПГЛ-101

В результате проведенных исследований установлена оптимальная величина силы обжатия при прокатке однозамковой порошковой ленты с наполнителем ПГЛ-101, позволяющая обеспечить стабильность сварочно-технологических свойств и повысить коэффициент заполнения. Оптимальной силой обжатия является усилие до 30 кН, позволяющее уплотнить наполнитель практически на 80 % и сохранить достаточную толщину оболочки не разрушающуюся в процессе изготовления порошковой ленты и в процессе наплавки.

Полученные результаты исследований могут быть использованы при проектировании и производстве порошковых лент для высокопроизводительной наплавки.

Выводы

1. Повышение степени уплотнения сердечника однозамковой порошковой ленты до 80 % приводит к увеличению коэффициента заполнения на 4 %.
2. При плавлении однозамковой порошковой ленты, содержащей наполнитель ПГЛ-101, прокатанной с силой обжатия более 30 кН, стабилизируется дуговой процесс, и снижаются потери электродного металла до 12 % за счет выравнивания скоростей плавления оболочки и наполнителя.

Перечень ссылок

1. Юзвенко Ю.А. Химическая макронеоднородность наплавленного слоя / Ю.А. Юзвенко, Б.Н. Горпенюк, В.Л. Корбут // Автоматическая сварка – 1978. – № 3. – С. 22 – 26.
2. Чигарев В.В. Выбор оптимальных параметров порошковой ленты / В.В. Чигарев, П.Ф. Лаврик, О.В. Якименко // Сварочное производство. – 1980. – № 9. – С. 19 – 21.
3. Чигарев В.В. Производство и применение порошковых лент для наплавки износостойких сплавов / В.В. Чигарев // Автоматическая сварка. – 1994. – № 2. – С. 51 – 52.
4. Заявка на патент Украины В23К35/40; В21В38/00 №200800178 от 03.01.2008 Установка для прокатки порошковой наплавочной ленты / Д.А. Зареченский, В.В. Чигарев, А.А. Лафазан.
5. Раковский В.С. Порошковая металлургия в машиностроении / В.С. Раковский, В.В. Саклинский. – М.: Машиностроение, 1973. – 178 с.
6. Ерохин А.А. Основы сварки плавлением / А.А. Ерохин. – М.: Машиностроение, 1973. – 447 с.

Рецензент: С.В. Гулаков
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 14.02.2008