

УДК 621.791.763.1

С. Н. Емельянов, В. П. Березиенко, д-р техн. наук, проф., А. О. Коротеев

ТОЧЕЧНАЯ СВАРКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕДНОЙ ФОЛЬГИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ

Изучено влияние основных параметров режима контактной точечной сварки с применением медной фольги на коррозионную стойкость сварных соединений сталей с цинковым покрытием. Предложены формулы и номограмма для выбора толщины медной фольги в зависимости от толщины слоя цинка.

Введение

При контактной точечной сварке сталей с цинковым покрытием существенным недостатком является разрушение его в местах постановки точек и связанное с ним снижение коррозионной стойкости соединения.

В процессе сварки цинковое покрытие расплавляется и выдавливается из зоны контакта электрод-деталь. Выдавленное покрытие собирается на периферии контактной поверхности электродов, что приводит к ее увеличению, снижению плотности тока и быстрому износу электродов.

До настоящего времени исследователи не уделяли должного внимания вопросу сохранения цинкового покрытия. Для восстановления коррозионной стойкости материала в зоне контакта электрод-деталь, как правило, применяются дополнительные операции с целью повторного нанесения защитного покрытия.

Применение медной фольги или проволоки в качестве промежуточного электрода при точечной и шовной сварке сталей с легкоплавкими покрытиями рекомендовано для повышения стойкости сварочных электродов [1, 2]. Медная проволока (фольга) при сварке непрерывно протягивается между электродами и свариваемыми деталями. Это приводит к постоянному обновлению рабочей поверхности фольги и уменьшает разрушение цинкового покрытия. Авторы указанных работ не рассматривают вопрос полного сохранения покрытия и не дают рекоменда-

ций по выбору марки медной фольги и ее толщины.

В технической литературе нет сведений о параметрах режима сварки и влиянии промежуточного электрода (фольги) на коррозионную стойкость сварных соединений оцинкованных сталей. Не исследованы также процессы, протекающие в зоне контакта фольги и цинкового покрытия.

Методика исследований

Для изучения указанных проблем были проведены эксперименты с использованием разработанной нами методики регистрации параметров процесса сварки с применением медной фольги в качестве промежуточного электрода.

Схема регистрации электрических параметров при проведении экспериментов по сварке сталей с двусторонним цинковым покрытием приведена на рис. 1.

В экспериментах использовалась медная фольга толщиной 50, 100, 200 мкм из высокоэлектропроводной меди М1.

В процессе проведения экспериментов непосредственно измерялись падения напряжения на участках электрод-электрод и электрод-деталь. Косвенным образом регистрировалась величина сварочного тока посредством использования тарированного датчика тока, основанного на эффекте Холла (ДТПХ-32000). Частью экспериментальной установки являлось устройство, позволявшее осуществлять запись и обработку электрических параметров процесса сварки.

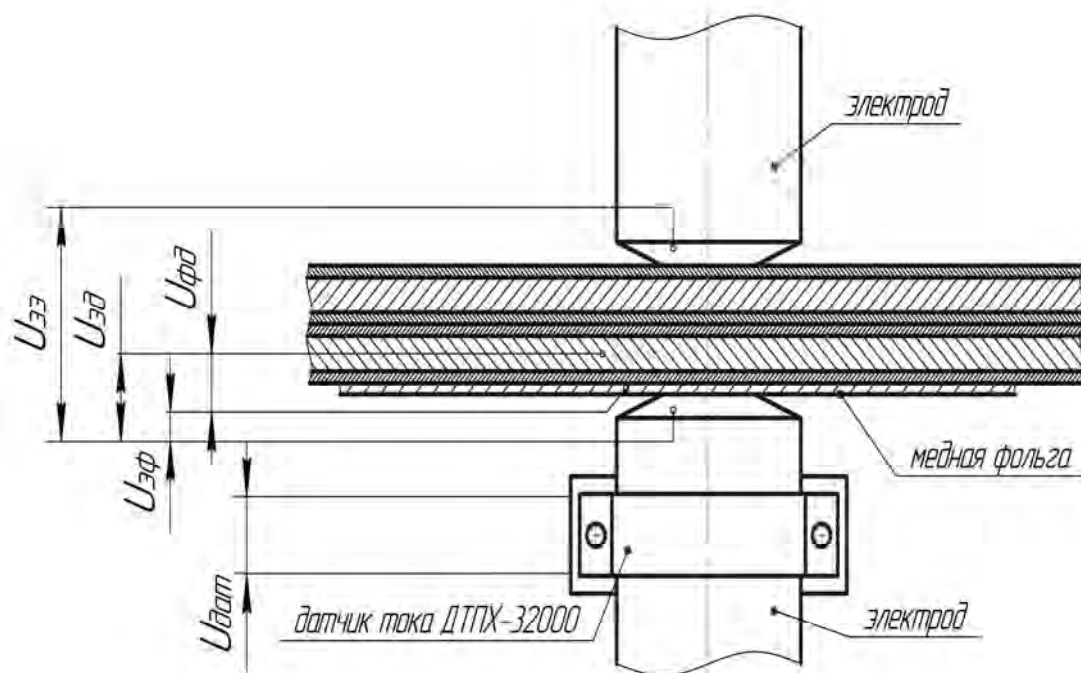


Рис. 1. Схема регистрации электрических параметров процесса сварки: $U_{ээ}$ – падение напряжения на участке электрод–электрод; $U_{эд}$ – падение напряжения на участке электрод–деталь; $U_{эф}$ – падение напряжения на участке электрод–фольга; $U_{фд}$ – падение напряжения на участке фольга–деталь; $U_{дат}$ – падение напряжения на датчике тока ДТТХ-32000

Графики изменения сопротивлений $R_{фд}$ и падений напряжений между фольгой и деталью $U_{фд}$ в процессе протекания сварочного тока представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

Анализ приведенных графиков показывает, что уменьшение толщины фольги приводит к снижению сопротивления в зоне фольга–деталь $R_{фд}$ (см. рис. 2).

Падения напряжения в зоне контакта фольга–деталь $U_{фд}$ при применении медной фольги толщиной 50 мкм для сталей с покрытием толщиной от 20 до 50 мкм и фольги толщиной 100 мкм для сталей с покрытием толщиной 50 мкм не превышают значение 0,06 В к концу процесса сварки, что меньше напряжений размягчения U_p цинка и меди, которые составляют соответственно 0,1 и 0,12 В [3]. В этих образцах цинковое покрытие сохранялось, а в остальных случаях (рис. 3, кривые 1 и 2) наблюдалось схватывание медной фольги с цин-

ковым покрытием, приводившее к разрушению.

Для выбора физико-механических параметров и геометрических размеров фольги нами использованы рекомендации [1] по свариваемости разноименных материалов с учетом использования условного безразмерного коэффициента свариваемости $k_{св}$. Эти рекомендации были уточнены с учетом результатов проведенных экспериментов для исключения разрушения цинкового покрытия.

Коэффициенты свариваемости для фольги $k_{св.ф}$ и покрытия $k_{св.п}$ определяются по формулам:

$$k_{св.ф} = k_{\lambda,\rho} - 0,1(\delta_{ф}/\delta_n + T_{пл.ф}/T_{пл.п}); \quad (1)$$

$$k_{св.п} = k_{\lambda,\rho} - 0,1(\delta_n/\delta_{ф} + T_{пл.п}/T_{пл.ф}), \quad (2)$$

где $\delta_{ф}$ – толщина фольги; δ_n – толщина слоя покрытия; $T_{пл.ф}$ – температура плавления материала фольги; $T_{пл.п}$ – температура плавления материала покрытия;

$k_{\lambda, \rho}$ – коэффициент, зависящий от свойств свариваемых материалов:

$$k_{\lambda, \rho} = 0,0024\lambda + 10^{-8}\rho, \quad (3)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); ρ – удельное электросопротивление, Ом·м.

С целью недопущения свариваемости фольги и покрытия разница в коэффициентах $k_{св}$ для фольги и покрытия должна удовлетворять уравнению

$$k_{св.ф.} - k_{св.п.} > 0,3. \quad (4)$$

Уравнения (1)–(4) могут быть использованы для выбора марки и толщины фольги при сварке деталей с легкоплавкими покрытиями.

Номограмма для выбора толщины отожженной фольги из меди марки М1 в зависимости от толщины слоя цинка приведена на рис. 4.

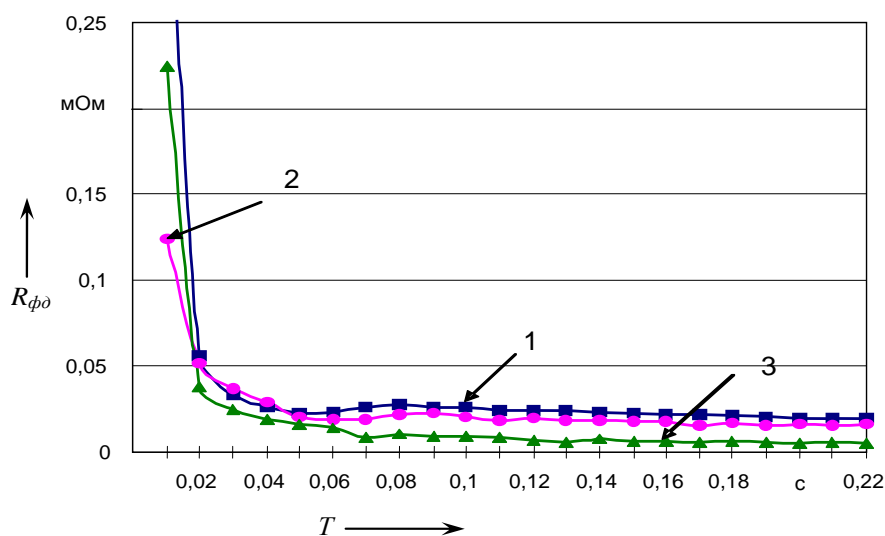


Рис. 2. Изменение сопротивлений фольга–деталь $R_{фд}$ в процессе сварки: 1 – толщина фольги 200 мкм; 2 – толщина фольги 100 мкм; 3 – толщина фольги 50 мкм (время протекания сварочного тока – 0,22 с)

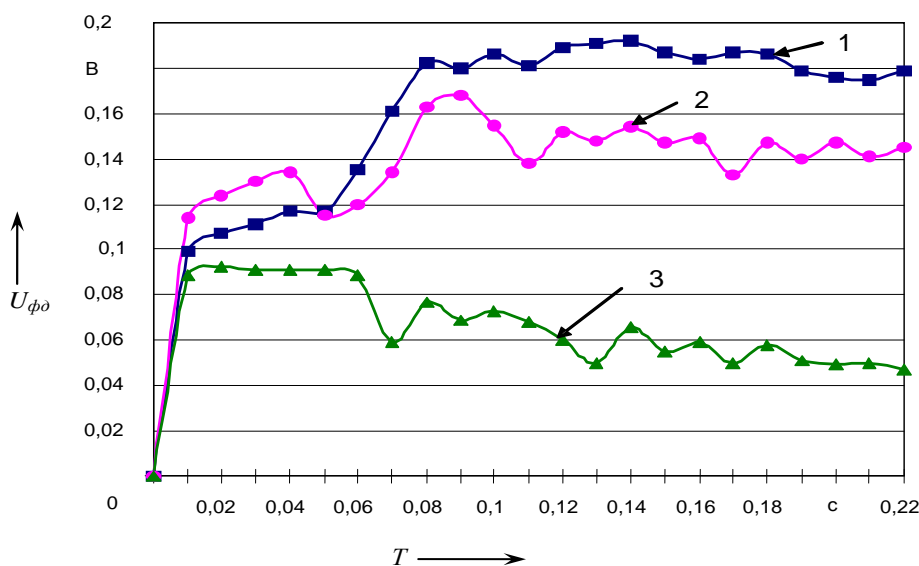


Рис. 3. Изменение падений напряжений фольга–деталь $U_{фд}$ в процессе сварки: 1 – толщина фольги 200 мкм; 2 – толщина фольги 100 мкм; 3 – толщина фольги 50 мкм (время протекания сварочного тока – 0,22 с)

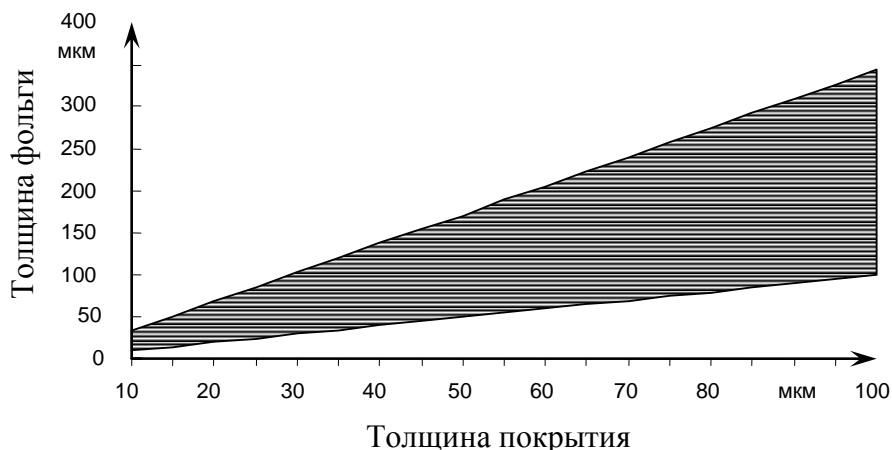


Рис. 4. Номограмма для выбора толщины фольги из меди М1

Минимальная толщина фольги определяется ее прочностными свойствами и характеристиками используемых протяжных устройств.

По результатам моделирования процесса сварки и экспериментов определены параметры режима сварки с использованием медной фольги, обеспечивающие сохранение цинкового покрытия.

Анализ проведенных коррозионных испытаний, проведенных в соответствии с ГОСТ 9308-85 и ГОСТ 9905-82, подтвердил достаточную коррозионную стойкость точечных сварных соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология и оборудование контактной сварки : учебник / Б. Д. Орлов [и др.] ; под общ. ред. Б. Д. Орлова. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с. : ил.
2. Слиозберг, С. К. Электроды для контактной точечной сварки / С. К. Слиозберг, П. Л. Чулошников. – Л. : Машиностроение, 1972. – 96 с.
3. Хольм, Р. Электрические контакты / Р. Хольм. – М. : Изд-во иностранной лит-ры, 1961. – 464 с.
4. ГОСТ 9905-82. Методы коррозионных испытаний. – М. : Изд-во стандартов, 1982.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 25.04.2009

S. N. Yemelyanov, V. P. Berezienco,
A. O. Koroteyev
Spot welding with the application of copper foil for the preservation of zink coating

The paper with the influence of key parameters of resistance spot welding with the application of copper foil on the corrosion resistance properties of welded joints of steels with zinc coating. The paper gives formulas and nomograms for the selection of copper foil thickness depending on the zinc layer thickness.