
с наибольшим числом зубьев.

Библиографический список:

1. Патент на изобретение № 2411432 Российская Федерация/ Устройство для сушки зерна/ В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин; С.А. Сутягин, заявитель и патенто-обладатель: ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2009137120/06, заявл. 07.10.2009г.; опубл. 10.02.2011г. Бюл. 4.

УДК 621.3.032.5

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕТКИ

Р.Н. Сайфуллин, д. т. н., доцент, riledin@mail.ru
В.С. Наталенко, к.т. н., ст. преподаватель
А.П. Павлов, ст. преподаватель
ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ
тел. 8(927)9209760, artlilimail@mail.ru

Ключевые слова: *восстановление деталей, электроконтактная приварка, металлические сетки*

В статье приводятся сравнительные экспериментальные данные по прочности сцепления покрытий, полученных электроконтактной приваркой стальной ленты, проволоки и сетки. Выяснено, что присадочные материалы на основе проволоки целесообразно приваривать в твердой фазе, без образования жидкого ядра.

Введение. В номере № 9 2011 г. журнала «Ремонт, восстановление, модернизация» была опубликована статья о перспективах использования сетчатых присадочных материалов для восстановления деталей электроконтактной приваркой [1]. Для оценки прочности сцепления данных присадочных материалов с основой нами были проведены соответствующие эксперименты, методика которых заключалась в следующем.

Материалы и методы. Присадочный материал приваривался к детали двумя роликовыми электродами за половину оборота детали, рис. 1. В качестве основного металла детали применялись образцы из стали 45, диаметром $38_{-0,02}$ мм.

Учитывая, что большинство восстановленных деталей работают в условиях трения скольжения, т.е. восстановленный слой испытывает усилие сдвига, прочность сцепления с основой исследовалась на срез. Для реализации срезания покрытия боковые поверхности приваренного слоя шлифовались до ширины 4...5 мм.

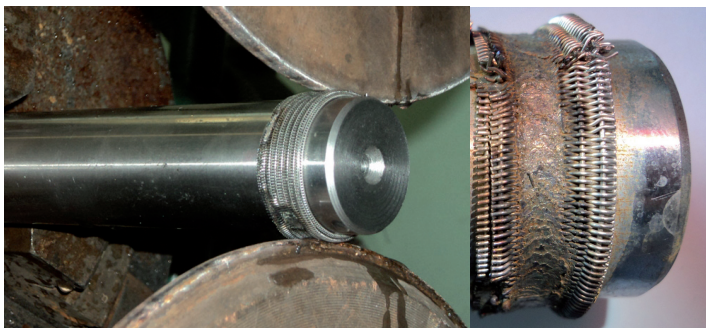


Рис.1. Электроконтактная приварка стальной сетки на образцы для испытания на прочность сцепления

Подготовленные таким образом образцы продавливались на прессе типа П-125 ГОСТ 8905-73 (рис. 3) сквозь стальное закаленное кольцо диаметром $38^{+0,01}$ мм. Предварительно пресс был проверен на точность показаний образцовым динамометром ДОСМ-3-5 ГОСТ 9500-75. Количество образцов в одной серии 5 шт.

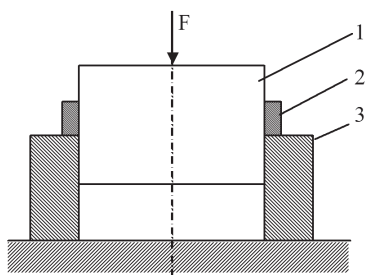


Рис. 2. Схема испытания и пресс для испытания прочности сцепления покрытия на срез: 1- образец; 2- покрытие; 3- кольцо.

Электроконтактная приварка велась на установке 01-11.022М, при частоте оборотов шпинделя $1,6 \text{ мин}^{-1}$, нагрузка по манометру установки составляла $0,3 \text{ МПа}$. В качестве металлических сеток использовались сетки из низкоуглеродистой и среднеуглеродистой стали (марки Ст1 и сталь 45), а также сетки из коррозионностойкой стали марки AISI 316 (DIN 1.4401) – отечественный аналог сталь 03X17H14M2. Для сравнительной оценки прочности сцепления стальных лент и сеток необходимо, чтобы толщина металлопокрытия после приварки была одинаковой. Также должны быть соизмеримыми режимы приварки: сила тока, продолжительность импульса тока и паузы.

Прочность сцепления определялась по формуле

$$\tau = \frac{F}{S} = \frac{F}{\pi db},$$

где F - сила сжатия, Н; S - площадь контакта приваренного слоя и детали, м^2 .

Результаты исследований и их обсуждение. Числовые результаты испытаний представлены в таблице 1.

В качестве толщины покрытия выступала половина разности между диаметрами образцов до и после приварки, измеренные по впадинам покрытия (при электроконтактной приварке, выполненной роликовыми электродами по винтовой линии образуются впадины, рис. 3).

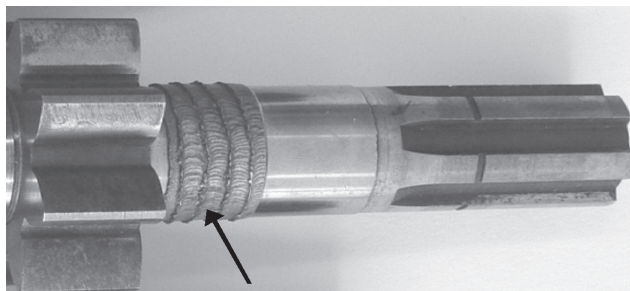


Рис. 3. Впадины на покрытии, полученном электроконтактной приваркой

Как можно увидеть из таблицы 1 значения прочности сцепления различных присадочных материалов не имеют четко выраженных преимуществ или недостатков. Прочность сцепления сильно зависит от режимов электроконтактной приварки. Как и во многих предыдущих работах, можно только подтвердить, что с увеличением силы тока и продолжительности импульса тока прочность сцепления возрастает. Можно отметить, что при одинаковых режимах электроконтактной приварки присадочные материалы на основе проволок имеют соизмеримые значения прочности сцепления (значения не имеют достоверной статистической разницы). Наибольший интерес представляет сравнение прочности сцепления присадочных материалов на основе проволок (строки 1-4) и стальной ленты (строка 5). Так, прочность сцепления ленты из стали 45 (при режимах: $I=5,4...5,6$ кА, $t_{имп}=0,2$ с., $t_{паузы}=0,2$ с.) 392 МПа, а тканой сетки (строка 1) при тех же режимах и соизмеримой толщине покрытия составляет всего 318 МПа (разница 19%). Однако более мягкие режимы электроконтактной приварки ($I=2,0...2,1$ кА, $t_{имп}=0,06$ с., $t_{паузы}=0,08$ с.) изменяют положение. Так, прочность сцепления стальной ленты становится 102 МПа, а тканой сетки 174 МПа (разница 41%). Наиболее наглядно вышеизложенное представлено на рис. 4.

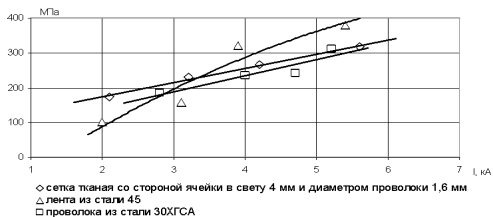


Рис. 4. Зависимость прочности сцепления от силы тока при электроконтактной приварке различных присадочных материалов

Таблица 1

Результаты испытания на прочность сцепления покрытий, полученных электроконтактной приваркой стальных сеток, ленты и проволоки

№ п/п	Присадочный материал	Толщина покрытия по впадинам, мм	Среднее значение прочности сцепления на срез, МПа	Отклонение ср. арифм. значения, m , МПа	Режимы электроконтактной приварки		
					Среднее значение тока, кА	Продолжительность импульса тока, с	Время паузы, с
1	Сетка тканая со стороны ячейки в свету 4 мм, \varnothing проволоки 1,6 мм из стали 45 (ТУ 14-4-1566-89)	0,6...0,8	174	29	2,1	0,06	0,08
			230	47	3,2	0,08	0,1
			266	45	4,2	0,12	0,2
			318	52	5,6	0,2	0,2
2	Сетка тканая со стороны ячейки в свету 2 мм, \varnothing проволоки 1,2 мм из стали Ст1	0,5...0,8	192	34	2,6	0,06	0,08
			246	25	3,8	0,08	0,1
			271	51	4,6	0,12	0,2
			298	48	5,1	0,2	0,2
3	Сетка щелевая 14x88, $d=0,50/0,32$ из стали AISI 316 (DIN 1.4401), два слоя (отечественный аналог 03X17N14M2)	0,8...0,9	203	42	3,5	0,06	0,08
			256	44	4,1	0,08	0,1
			287	65	4,9	0,12	0,2
			297	61	4,9	0,2	0,2
4	Легированная присадочная проволока Нп-30ХГСА, \varnothing проволоки 1,8 мм ГОСТ 10543-75	0,4...0,5	186	23	2,8	0,06	0,08
			234	42	4,0	0,08	0,1
			230	56	4,7	0,12	0,2
			312	58	5,1	0,2	0,2
5	Лента из стали 45 толщиной $S=0,8$ мм	0,5...0,7	102	43	2,0	0,06	0,08
			158	34	3,1	0,08	0,1
			377	64	3,9	0,12	0,2
			392	26	5,4	0,2	0,2

Как видно на графике рисунка 4 зависимость прочности сцепления присадочных материалов на основе проволоки от силы тока имеет линейный характер и возрастает менее интенсивно по сравнению с прочностью сцепления стальной ленты. Из этих зависимостей можно предположить, что при относительно малых токах электроконтактная приварка стальной ленты ведется в твердой фазе (без образования жидкого ядра), а при достижении токов более 3,5 кА электроконтактная приварка стальной ленты ведется с образованием жидкой фазы. Об этом также свидетельствуют картина поверхности под стальной лентой, срезанной на прессе (рис. 5).



Рис. 5. Поверхность образцов после испытания на прочность сцепления покрытий из стальной ленты при режимах: а) $I=2$ кА, $t_{\text{имп}}=0,06$ с., $t_{\text{паузы}}=0,08$ с., б) $I=3,9$ кА, $t_{\text{имп}}=0,12$ с., $t_{\text{паузы}}=0,2$ с.

При этом присадочные материалы на основе проволоки также могут привариваться с образованием жидкой фазы. Выплески жидкого металла при электроконтактной приварке стальной сетки (строка 1, таблица 1) наблюдались при токах более 4 кА.

Электроконтактная приварка присадочных материалов без образования жидкого ядра, по нашему мнению, благоприятнее воздействует на свойства восстановленных деталей, а именно на остаточные напряжения в покрытии, которые имеют сжимающий характер при приварке в твердой фазе и растягивающий характер при приварке в жидкой фазе. Данное утверждение подтверждается и в работах [2, 3]. В свою очередь остаточные напряжения сжимающего характера положительно воздействуют на предел выносливости восстановленных деталей [2, 4].

Заключение. В целом по экспериментальным исследованиям прочности сцепления присадочных материалов на основе проволок можно сделать следующий вывод. Приварка присадочных материалов на основе проволок (проволоки и сетки) с точки зрения сохранения предела выносливости (или минимального его снижения) восстановленных деталей более эффективна при приварке в твердой фазе (без образования жидкого ядра), при которой достигается прочность сцепления на 30...50% выше, чем при приварке стальной ленты (при соизмеримых режимах).

Библиографический список:

1. Сайфуллин Р.Н., Павлов А..П. Перспективы использования сетчатых присадочных материалов для восстановления деталей электроконтактной приваркой // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. №9.
2. Нафиков М.З. Обоснование технологических процессов и разработка технических средств восстановления автотракторных деталей электроконтактной приваркой. Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук.- Саранск, 2010.
3. Игнатьев А.Г. Диагностирование поверхностных остаточных напряжений в металлических покрытиях, нанесенных при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники: Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. - Челябинск, 2008.
4. Дубровский В.А. Создание технологий и оборудования электроконтактной наварки проволокой оплавлением: Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. - Калуга, 2006.