

Обработка золотых подложек плазмой атмосферного давления MonoJet

Дата проведения тестов: 15.05.2016

Организация: тесты проведены на материалах и образцах ООО «Евроинтех».

1. Главная задача тестов

Главной задачей проведения тестов является установление эффективности применения технологии атмосферной плазмы перед операцией ультразвуковой микросварки золотой проволокой на золотых подложках. Требуется проверить, влияет ли предварительная обработка подложек атмосферной плазмой на качество сварочных соединений, и если влияет, то насколько.

Критерием качества в данном тесте является абсолютная величина усилия на отрыв полученных сварочных соединений, а также место разрыва соединений. Величина усилия на отрыв для всех образцов проверяется на высокоточном тестере механических соединений.

Для сравнения качества микросварки взяты два образца - экспериментальный (прошел предварительную обработку атмосферной плазмой) и контрольный (предварительно очищен спиртом).

2. Условия тестирования

Тест проводился в «серой» комнате при температуре окружающей среды в 23°C при нормальных условиях.

В качестве образцов были взяты два новых идентичных керамических корпуса с золотым покрытием (Рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальный и контрольный образцы.

В качестве оборудования, обеспечивающего предварительную обработку образцов, использовано оборудование компании Advanced Machines (Швейцария) - генератор атмосферной плазмы MonoJet (Рис. 2, 3).



Рис. 2. Генератор атмосферной плазмы MonoJet



Рис. 3. Факел атмосферной плазмы

Генератор атмосферной плазмы MonoJet – оборудование, не имеющее аналогов по мощности и эффективности в классе установок локальной плазменной обработки. Установка обеспечивает мощность потока плазмы до 2000 Вт.

Для обеспечения стабильности качества плазменной обработки необходимо соблюдение постоянной скорости перемещения факела над поверхностью, а также постоянной высоты от края сопла до обрабатываемого материала. Поэтому, генератор плазмы должен использоваться в составе некой системы автоматизации.

В проведенном эксперименте позиционирование и перемещение головки генератора осуществлялось с помощью настольного трехкоординатного робота Janome JR2203N (Рис. 4).



Рис. 4. Генератор плазмы, установленный на настольный робот Janome



Рис. 5. Общий вид установки: настольный робот Janome, генератор плазмы (головка), источник питания установки MonoJet (под роботом).

Далее, экспериментальный образец устанавливался на подвижную платформу робота (Рис. 6), и обрабатывался атмосферной плазмой на оптимальном для данного материала режиме. В качестве плазмообразующего газа использовался сжатый воздух, поскольку целью обработки являлась активация поверхности, поэтому никакие иные газы не вводились (Рис. 7). Дополнительный положительный эффект, получаемый от воздействия потока плазмы на обрабатываемую поверхность – очистка поверхности от органических загрязнений.



Рис. 6. Экспериментальный образец зафиксирован на рабочем столике настольного робота.

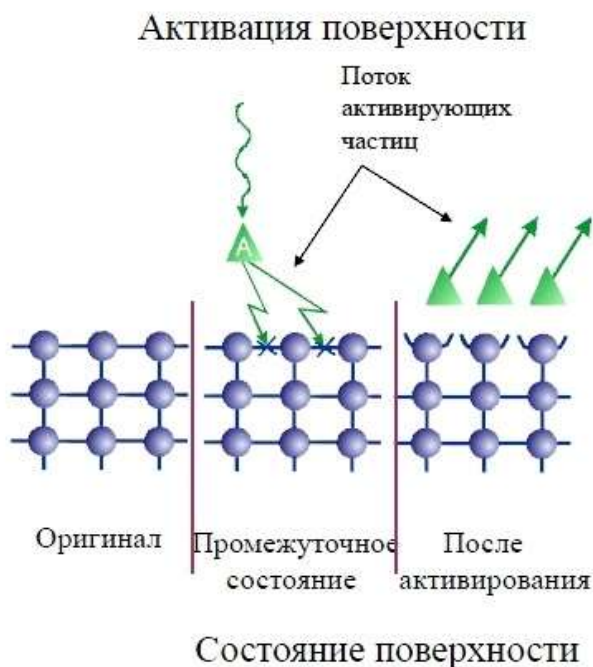


Рис. 7. Схематичное изображение процесса активации поверхности. Поток ионов инициирует разрыв межмолекулярных связей в поверхностном слое материала. При этом, шероховатость и иные свойства материала не изменяются.

Контрольный образец вместо обработки плазмой был предварительно тщательно очищен 80% изопропиловым спиртом.

После подготовки, оба образца были переданы на проведение операции ультразвуковой микросварки. Микросварка осуществлялась на полуавтоматической установке ТРТ НВ16 (Рис. 8, 9). На каждом из образцов было сварено по 20 перемычек при одинаковых параметрах ультразвуковой микросварки. Параметры разварки будут указаны ниже в разделе «Основные параметры тестов».



Рис. 8. Ультразвуковая установка ТРТ НВ16 для микросварки проволочных выводов и перемычек.

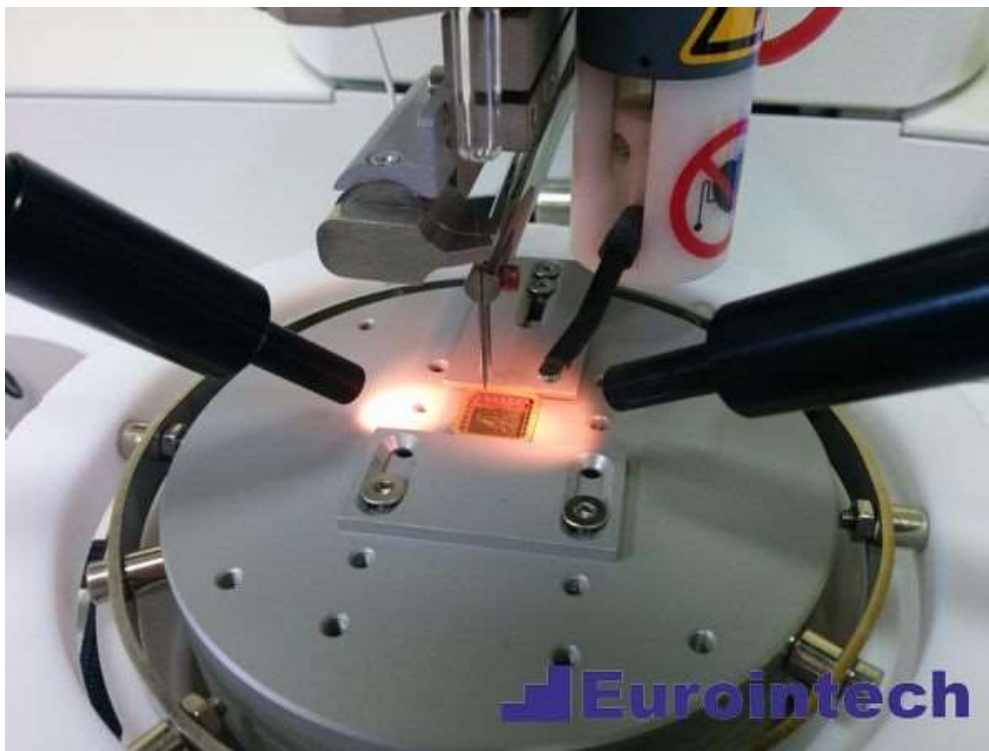


Рис. 9. Образец установлен на подогревный столик установки ТРТ НВ16.

После проведения ультразвуковой микросварки на обоих корпусах, экспериментальный и контрольный образцы были переданы на тестирование усилия на отрыв проволочных соединений

с помощью универсального тестера прочности механических соединений RHESCA PTR-1102 (Рис. 10, 11).



Рис. 10. Тестер прочности механических соединений RHESCA PTR-1102.



Рис. 11. Образец установлен на рабочий столик тестера.

Основные параметры тестов

Основные параметры микросварки

Просим обратить внимание, что на обоих этапах эксперимента режимы УЗ разварки не изменялись и соответствовали таблице ниже:

Точка 1	Параметр	Точка 2
200	US	260
200	Time	200
190	Force	260

В таблице: US – относительная мощность ультразвука, Time – время разварки (мс), Force – усилие прижима инструмента (мН), Точка 1 – первая точка развариваемой перемычки, Точка 2 – вторая точка развариваемой перемычки.

Температура подогреваемого столика 90°C.

Золотая проволока Ø25 мкм.

Основные параметры атмосферной плазмы

Мощность (относительная ¹⁾)	73%
Расход воздуха	25 л/мин
Газ	Сжатый воздух
Давление газа	6 атм
Расстояние до подложки	3 мм

Основные параметры тестирования на отрыв

Сенсор	LZ50
Тип теста	На отрыв
Контроль	Разрушающий
Шкала тестера	0-50 г
Погрешность измерений	0,2% от шкалы, 0,1 г
Скорость подъема крючка	0,5 мм/с

¹⁾ Мощность потока плазмы зависит от используемого сопла и других факторов.

Параметры УЗ микросварки подбираются таким образом, чтобы разваренная перемычка визуально выглядела пригодной к дальнейшей эксплуатации.

Разрушающее тестирование на отрыв представляет из себя подведение вольфрамового крючка под центр петли и медленный подъем крючка с постоянной скоростью до того момента, пока проволоочный проводник не оборвется. Во время подъема фиксируется усилие, с которым крючок

тянет проволоку. Резкое снижение усилия означает разрыв проводника и указывает на окончание цикла тестирования. Далее оператор тестера RHESCA PTR-1102 с помощью микроскопа определяет, в каком именно месте происходит обрыв проволоки. В зависимости от места обрыва необходимо менять режимы разварки (Рис.12).

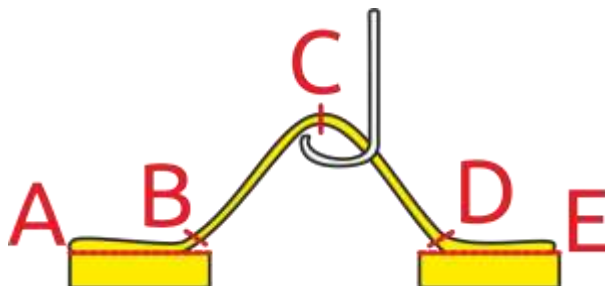


Рис. 12. Характерные точки, в которых может произойти разрушение соединения или самой проволоки

А, Е - Некачественная разварка. Причиной может быть некачественное или загрязненное покрытие, неправильные режимы разварки.

В, D - Разварка произведена, но проволока сильно деформируется и пережимается во время разварки. Причиной может быть неправильно подобранный режим сварки.

С - Превышен предел по усилию на разрыв самой проволоки.

3. Результаты тестирования

Результаты тестов представлены в таблицах ниже:

Результат по контрольному образцу (без плазменной обработки)

Для большей наглядности, полученные результаты были отсортированы по возрастанию усилия на отрыв.

Номер измерения	Усилие, г.	Место разрыва
1	9,26	A
2	9,63	A
3	10,63	A
4	10,98	A
5	11,01	A
6	11,13	E
7	11,47	A
8	11,88	A
9	12,16	A
10	12,62	B
11	12,62	A
12	13,06	A
13	13,17	A
14	13,64	A
15	14,7	A

Номер измерения	Усилие, г.	Место разрыва
16	16,66	A
17	17,61	A
18	17,82	A
19	18,31	E
20	18,81	A

Итог	
Минимум	9,26 г
Среднее	13,36 г
Максимум	18,81 г

Результат по экспериментальному образцу (с плазменной обработкой)

Номер измерения	Усилие, г.	Место разрыва
1	9,35	B
2	10,94	B
3	11,59	B
4	12,02	A
5	13,06	B
6	15,51	A
7	15,76	A
8	16,06	A
9	16,22	B
10	16,98	B
11	17,17	B
12	18,14	A
13	18,32	A
14	18,84	B
15	19,19	A
16	19,29	B
17	19,46	A
18	19,97	B
19	20,06	B
20	20,77	B

Итог	
Минимум	9,35 г
Среднее	16,43 г
Максимум	20,77 г

Обе группы полученных результатов объединены в сводную диаграмму для наглядного сравнения (Рис. 13).

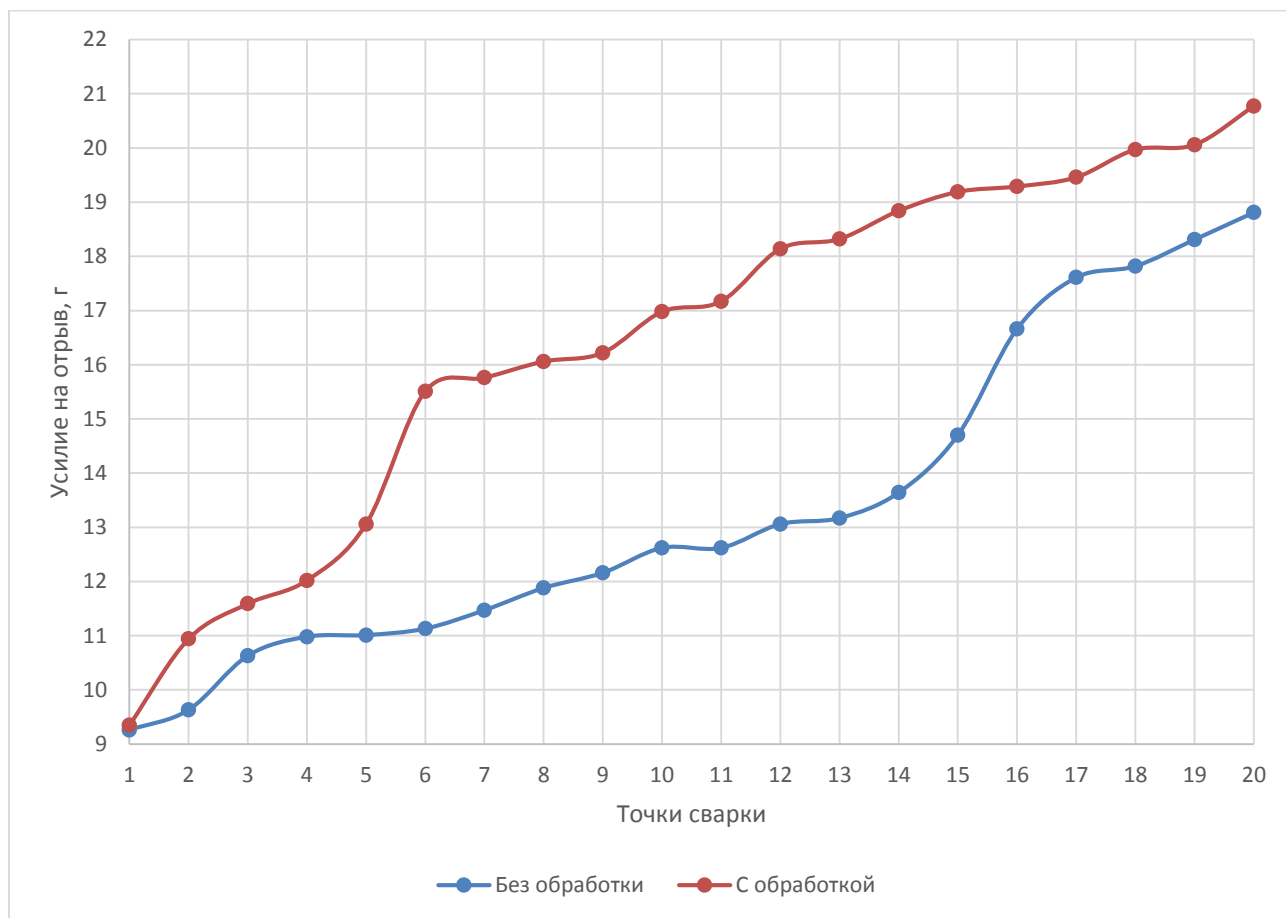


Рис. 13. Сводная диаграмма результатов.

4. Заключение

Из приведенных выше результатов видно, что предварительная обработка экспериментального образца атмосферной плазмой позволила значительно улучшить качество микросварки по сравнению с контрольным образцом, который очищали спиртом.

Обработка атмосферной плазмой дала устойчивый прирост усилия на отрыв во всех разваренных точках. Средний прирост усилия на отрыв составил 3,07 г.

Также любопытно, что на контрольном образце проволока рвалась в точках А, Е (19/20 случаев) – в месте соединения проволоки и подложки, что свидетельствует о некачественном сварном соединении. На экспериментальном образце, разрыв произошел в точке В (12/20 случаев).

5. Рекомендации

В проведенных испытаниях использовались два идентичных корпуса. Тем не менее, эффективность обработки поверхности атмосферной плазмой может в ту или иную сторону отличаться на других изделиях. Полученные результаты справедливы только для испытанных в данном эксперименте изделий. Для получения точных сведений об эффективности применения технологии атмосферной плазмы для иных изделий или материалов, обратитесь к специалистам «Евроинтех» с заявкой на проведение аналогичного тестирования в нашем Техническом центре.

Помимо обработки золотых подложек перед микросваркой, технология атмосферной плазмы дает замечательные, многократно подтвержденные, результаты на материалах широкого спектра – от полимерных и композиционных материалов до металлов. Технология работает даже на трудносклеиваемых материалах. Атмосферная плазма активирует поверхность, удаляет органические загрязнения. Технология идеально подходит для увеличения поверхностной энергии материалов перед нанесением клея, краски и в других подобных приложениях.