

УДК 621.1.9

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ 65Г ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Панов Д. О., Абляз Т. Р., Абросимова А. А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, lowrider11-13-11@mail.ru

Данная работа посвящена выявлению особенностей структуры поверхностного слоя стали 65Г, образовавшегося в результате обработки при разных режимах резки на проволочно-вырезном станке. В работе исследовали сталь марки 65Г по ГОСТ14959-70. Предварительно сталь 65Г подвергали полной закалке с температуры 800 °С в масле и последующему среднему отпуску при температуре 450 °С в течение 3 часов. Электро-эрозионную обработку проводили на проволочно-вырезном станке фирмы Electronica, модель Ecoscut, в среде рабочей жидкости – дистиллированной воде. В качестве электрода-инструмента использовали проволоку из латуни марки Л68. Белый слой, образованный в результате электроэрозионной обработки, изучали методом металлографического анализа. Металлографический анализ проводили с использованием светового микроскопа OlympusGX 51 при увеличениях до 1000 крат на травленных микрошлифах. По результатам эксперимента построены графики зависимостей частоты расположения пробоев в поверхностном слое и глубины слоя от режима обработки. По результатам металлографических исследований можно сделать вывод о том, что наибольшая глубина белого слоя достигнута в случае максимального режима. В ходе исследования установлено, что обработка на среднем режиме позволит обеспечить оптимальное соотношение между глубиной белого слоя и производительностью.

Ключевые слова: проволочно-вырезная электроэрозионная обработка, электрод инструмент, точность, погрешность, поверхностный слой.

METALLOGRAPHIC ANALYSIS OF STEEL SURFACE 65G AFTER ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING

Panov D. O., Ablyaz T. R., Abrosimova A. A.

Perm national research polytechnic university, Russia, Perm, 614990, Komsomolsky Av. 29, lowrider11-13-11@mail.ru

The aim of this work is to identify the features of the structure of the surface layer of steel 65G formed as a result of treatment with different modes on wire – cut-out machine. This paper investigated the steel of 65G for GOST14959 -70. Pre 65G steel was hardened from a temperature of 800 ° C in the oil and subsequent tempering at an average temperature of 450 ° C for 3 hours. Electro-erosion process was carried out on wire-discharge wire cutting machines firms Electronica model Ecoscut, working environment of the liquid - distilled water. As the electrode – wire instrument, brass brand L68. White layer formed by EDM machining, studied by metallographic analysis. Metallographic analysis was performed using a light microscope Olympus GX 51 at magnifications up to 1000-fold in the etched microsections. The experiment results plotted the frequency location of breakdowns in the surface layer and the layer depth of the treatment regime. The results of metallographic studies we can conclude that the maximum depth of the white layer achieved if the maximum mode . The study found that the average machining mode ensures optimal ratio between the depth of the white layer and productivity.

Keywords: wire electrical discharge machining, the electrode tool, precision, accuracy, surface layer.

Введение

В современном производстве резко повысились требования к точности, шероховатости и качественным характеристикам поверхности деталей. Адекватным ответом на эти требования стало активное применение в промышленности процессов электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Электроэрозионное формообразование широко применяется в различных отраслях машиностроения при обработке поверхностей, изготовление которых не имеет других альтернативных вариантов [1-3].

Процессы, сопровождающие электроэрозионную обработку, определяются физикой взаимодействия материала с концентрированным потоком энергии, инициированным искровым или импульсно-дуговым разрядом. Осуществление разряда регламентируется приложенным к электродам напряжениям, времени формирования импульса, состоянием рабочей жидкости и величиной межэлектродного зазора.

Неотъемлемым звеном этих процессов является образование вторичных структур на рабочих поверхностях обрабатываемого изделия и электрода-инструмента. Это обуславливается тем, что поверхностный слой материала обрабатываемой заготовки подвергается интенсивному термическому воздействию [2,4,5]. Установлено, что свойства поверхностного слоя существенно изменяются в результате ЭЭО. Однако в полной мере эти свойства не определены.

Целью данной работы является выявление особенностей структуры поверхностного слоя стали 65Г, образовавшегося в результате обработки по разным режимам на проволочно-вырезном станке.

Материалы и методы исследования

В работе исследовали сталь марки 65Г по ГОСТ14959-70. Предварительно сталь 65Г подвергали полной закалке с температуры 800 °С в масле и последующему среднему отпуску при температуре 450 °С в течение 3 часов. В результате получили структуру троостита отпуска.

Электро-эрозионную обработку проводили на проволочно-вырезном станке фирмы Electronica, модель Ecosut, в среде рабочей жидкости – дистиллированной воде. В качестве электрода-инструмента использовали проволоку из латуни марки Л68. Обработку проводили в соответствии с режимами, приведенными в табл. 1.

Табл. 1. Режимы обработки

Режим	max	med	min
Время действия импульса (ton), мкс	21	21	10
Время бездействия импульса (toff), мкс	51	60	21
Напряжение (U), В	50	50	50
Сила тока (I), А	2	1	0,5
Производительность (Q), мм/мин	4,1	3,1	1,5

Белый слой, образованный в результате электроэрозионной обработки, изучали методом металлографического анализа. Металлографический анализ проводили с

использованием светового микроскопа OlympusGX 51 при увеличениях до 1000 крат на травленных микрошлифах.

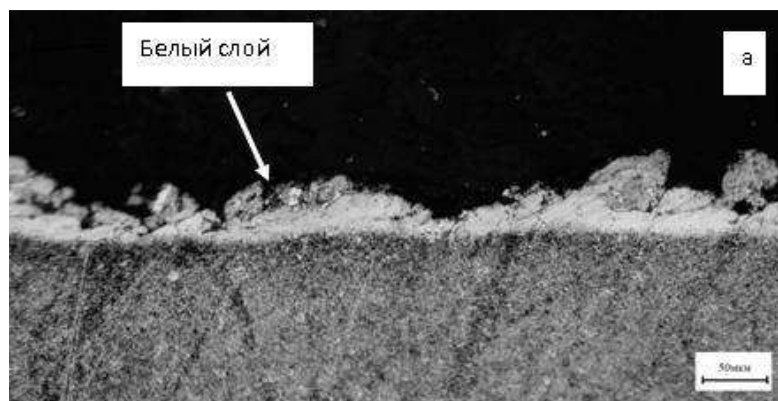
Микрошлифы изготавливали в несколько этапов: предварительно образцы заливали в бакелит, далее на абразивных шкурках P240, P320, P600, P1200, P2000 последовательно сошлифовывали поверхностный слой до момента удаления следов от предыдущей шкурки со сменой направления шлифования на 90 °. Полировку поверхности образца производили на полировочном круге с использованием сукна и алмазной пасты. После полирования образец промывали водой, обезжиривали тампоном, смоченном в спирте, и сушили фильтровальной бумагой. Далее полированную поверхность образца подвергали травлению 4 %-м раствором азотной кислоты в этиловом спирте.

На полученных изображениях поверхности исследуемого материала измеряли среднюю глубину белого слоя, для этого произвольно размещали несколько отрезков длиной L на поперечное сечение слоя и подсчитывали глубину слоя в отдельно взятой точке. Среднюю толщину белого слоя определяли по формуле: $l_{cp} = (l_1 + l_2 + \dots + l_n) / n$, где: l – глубина слоя, мм; n – число измерений. Замер проводили не менее чем в пяти наиболее типичных полях зрения на каждом изображении в общем случае не менее 30 раз.

Далее определяли среднюю частоту расположения лунок (пробоев), для этого размещали отрезок длиной L по длине белого слоя и подсчитывали число пробоев (N). Среднюю частоту пробоев подсчитывали по формуле: $N_{cp} = ((N/L)_1 + (N/L)_2 + \dots + (N/L)_n) / n$, где n – число измерений.

Результаты исследования и их обсуждение

Металлографический анализ поверхности образцов стали 65Г после полной закалки и среднего отпуска, обработанных на максимальном (рис. 1а), среднем (рис. 1б) и минимальном режимах (рис. 1в) на электроэрозионном станке Ecoscut, проводили на световом микроскопе OlympusGX 51 при увеличениях до 1000 крат. Оценку глубины слоя и частоты пробоев проводили на образцах размером 20x20 мм.



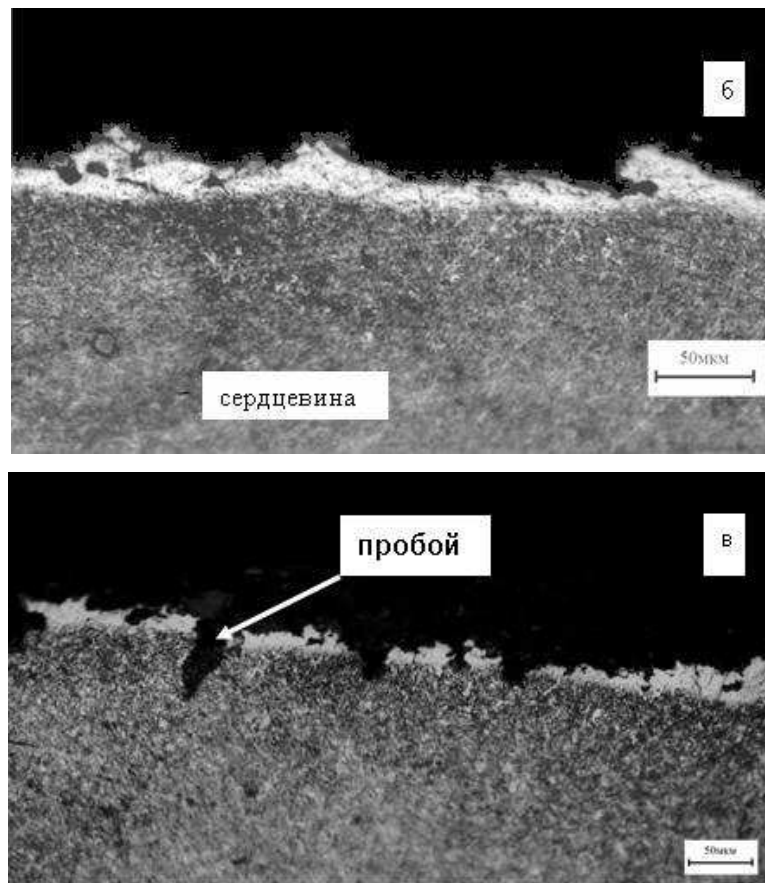


Рис. 1. Поверхностный слой стали 65Г после электроэрозионной обработки: а – максимальный режим; б – средний режим; в – минимальный режим

По результатам эксперимента построены графики зависимостей частоты расположения пробоев в поверхностном слое и глубины слоя от режима обработки (рис. 2).

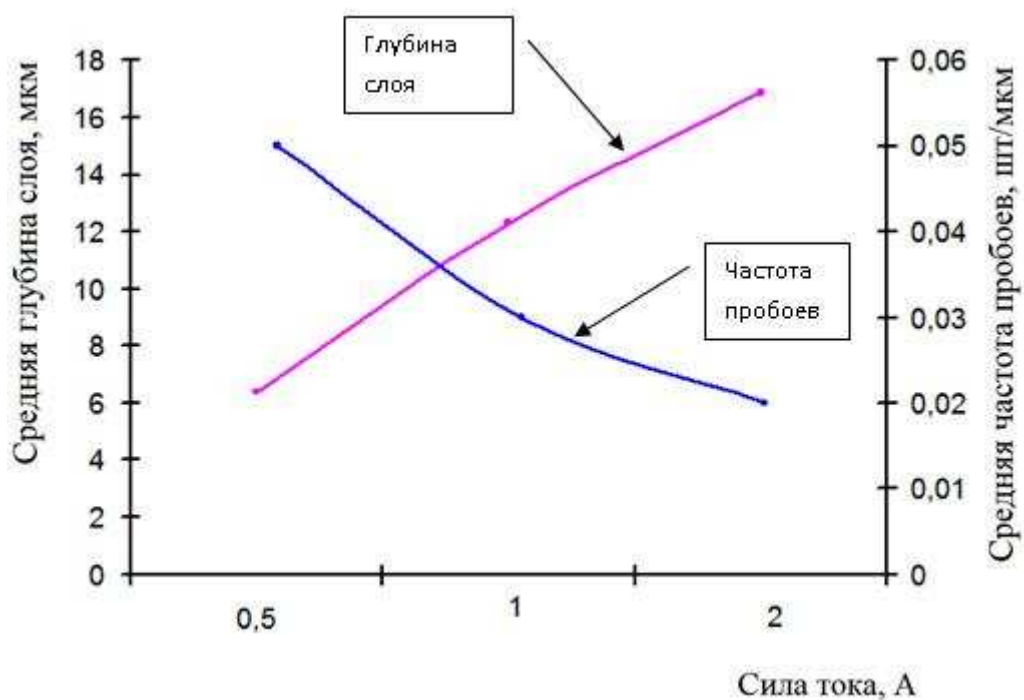


Рис. 2. Зависимость глубины слоя и частоты пробоев от силы тока

Поверхностный слой стали 65Г после электроэрозионной обработки с максимальным режимом (рис.1а) качественно и количественно отличается от поверхностного слоя после обработки с минимальным режимом (рис.1б) тем, что в первом случае белый слой более глубокий, на поверхности наблюдаются рыхлые наросты. Такой слой покрывает всю поверхность, а пробои и нарушения сплошности практически не наблюдаются. В случае минимального режима белый слой имеет частые пробои, по глубине превышающие слой, а сам белый слой выглядит равномерным по толщине без выраженных рыхлых наростов.

Анализируя полученные данные (рис. 2), видно, что после обработки на максимальном режиме частота пробоев слоя составляет 0,02 шт/мкм, что ниже, чем на других режимах, а толщина слоя 16,9 мкм, что существенно выше, чем при других исследуемых режимах. Обработка на минимальном режиме приводит к получению наибольшей частоты пробоев слоя, глубина которых часто превышает толщину слоя, а глубина белого слоя в этом случае не достигает 7 мкм. При обработке на среднем режиме встречаются глубокие пробои, но средняя глубина слоя остается достаточно большой – 12,3 мкм.

Выводы

По результатам металлографических исследований можно сделать вывод о том, что наибольшая глубина белого слоя достигнута в случае максимального режима. Так как установлено [4,5], что белый слой представляет собой дефектную структуру, то при разработке технологии целесообразнее подбирать режимы, при которых его величина минимальна. Однако при работе на минимальных режимах резания снижается производительность обработки. В ходе исследования установлено, что обработка на среднем режиме позволит обеспечить оптимальное соотношение между глубиной белого слоя и производительностью.

Список литературы

1. Абляз Т. Р. Изучение изменения свойств электродов в зависимости от режимов проволочно-вырезной электроэрозионной обработки // Вестник ПГТУ. Машиностроение, материаловедение. – 2011. – Т. 13, № 1. – С.87-93.
2. Журин А. В. Методы расчета технологических параметров и электродов-инструментов при электроэрозионной обработке: дисс. ... канд. техн. наук: 05.03.01. – Тула: ТГУ, 2005. – 132 с.

3. Лазаренко Б. Р. Электрические способы обработки металлов и их применение в машиностроении / Б. Р. Лазаренко. – М.: Машиностроение, 1978. – 40 с.
4. Съянов С. Ю. Технологическое обеспечение качества поверхностного слоя деталей при электроэрозионной обработке: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.08. – Брянск: БГТУ, 2002. – 166 с.
5. Фотеев Н. К. Технология электроэрозионной обработки / Н. К. Фотеев. – М.: Машиностроение, 1980. – 184 с.

Рецензенты:

Беленький Владимир Яковлевич, д-р техн. наук, проф., декан МТФ ПНИПУ, г. Пермь.

Ханов Алмаз Муллаянович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. КМиТОМ ПНИПУ, г. Пермь.