

Г. В. ПЕРЕХОД
В. М. СПИРИДОНОВ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ ИСКРОВОГО РАЗРЯДА НА МЕТАЛЛ

В ряде отраслей промышленности, в том числе и в деревообрабатывающей, электрический искровой разряд нашел себе применение для упрочнения инструмента.

Практика показала, что износоустойчивость упрочненного электроискровым методом инструмента выше, чем неупрочненного. Поэтому появление большого количества установок для выполнения отдельных операций упрочнения металлов электроискровым методом является неслучайным. Однако из-за большого числа различных по характеру физических явлений, наблюдающихся при искровом упрочнении, управление данным процессом не является всегда возможным.

Большинство работ основывается на опытном подборе режимов и условий упрочнения, и, как правило, изучается действие комплекса электрических искровых разрядов на поверхность металла, оставляя без особого внимания действие единичного импульса.

Пытаясь частично восполнить указанный пробел, авторами настоящей статьи проведено изучение действия единичного электрического искрового разряда на инструментальную сталь 85 ХФ с целью изучения характера образующихся при этом зон электроэрозийных изменений.

1. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Электрическая схема установки, применяемая в настоящем исследовании для получения единичных импульсов, является обычной схемой, используемой при электроискровом методе.

Схема состоит (рис. 1) из 2 контуров: зарядного—1 и разрядного—2. Энергия, запасенная в батарее конденсаторов, реализуется в искровом промежутке 3.

Для получения единичных импульсов был построен специальный прибор (рис. 2), состоящий из соленоида, размещенного в металлическом корпусе (А), который имел возможность

перемещаться вверх и вниз при помощи кремальберной подачи (В). Ось сердечника соленоида заканчивалась специальным патроном (С), в котором укреплялся цилиндрический электр

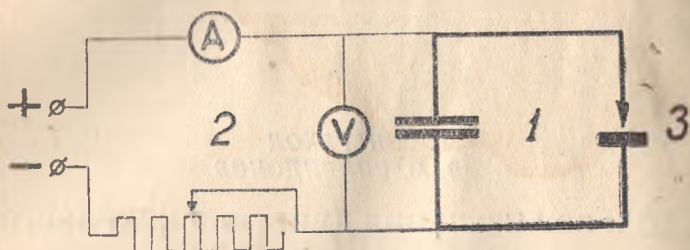


Рис. 1.

род, площадью поперечного сечения $0,5 \text{ мм}^2$. Образцом, на котором фиксировались следы электроэрозионных изменений, служила пластинка, вырезанная из стали, размером $10 \times 30 \times 2 \text{ мм}$, закрепленная в специальном столике (Д), имеющем подачи в 2 взаимно перпендикулярных направлениях.

Цилиндрический электрод являлся анодом, а пластинка — катодом. Оба электрода изготавливались из инструментальной стали 85 ХФ.

Перед опытом между электродом и пластинкой устанавливался соответствующий зазор. Затем освобождалась защелка (а), и электрод, свободно падая, приближался к пластинке. При этом происходил разряд батареи конденсаторов, вызывающий на поверхности металла электроэрозионные изменения — образование так называемой «лунки».

Как только цилиндрический электрод достигал пластинки, вступало в действие электромагнитное реле, подымающее электрод в исходное положение.

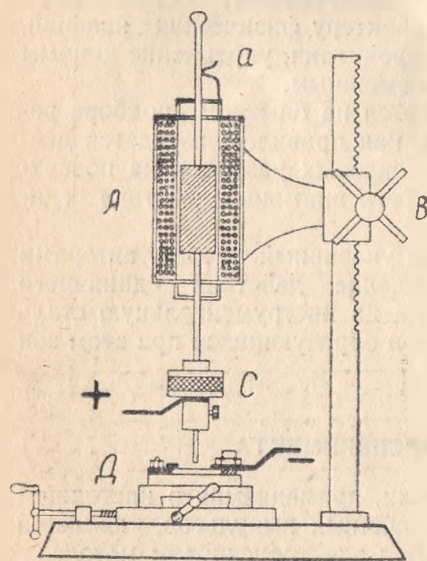


Рис. 2.

Лунки наносились на образец так, чтобы их центры лежали на одной линии. Это достигалось соответствующим перемещением столика, где укреплялся образец.

После нанесения 10 «лунок» производился промер их диаметров. Затем торец образца сшивался до линии центров «лунок» (рис. 3) и срез подвергался шлифовке, полировке и травлению раствором азотной кислоты в спирте. После травления на торцевом срезе можно было видеть, при соответствующем увеличении, слои, в которых произошли электроэрозионные изменения. Затем при помощи измерительного микроскопа измерялась в различных местах толщина зоны электроэрозионных изменений.

Микрофотографии поперечного разреза полученных таким образом слоев с указанием режимов приведены на рис. 4, 5, 6.

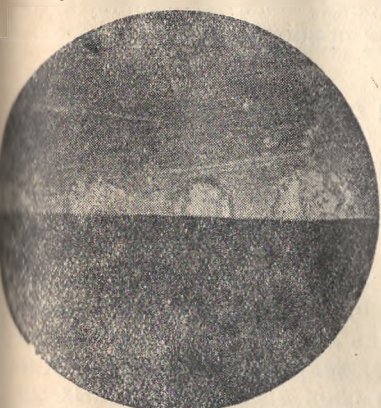


Рис. 3.

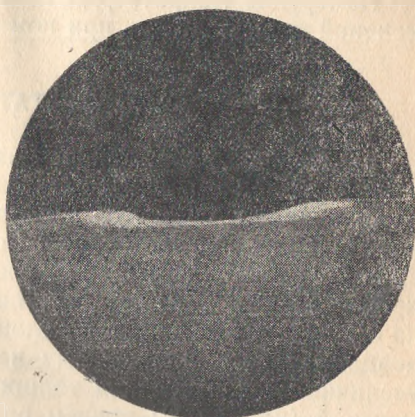


Рис. 4.

Общий вид зоны электроэрозионных изменений в поперечном разрезе.
 $C=300$ мкф, $U=150$ в, $L=10$ витков.

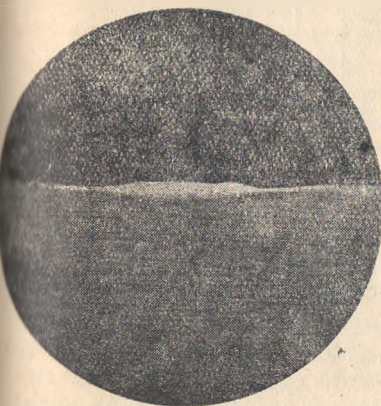


Рис. 5.

То же, $C=300$ мкф, $U=150$ в,
 $L=20$ витков.

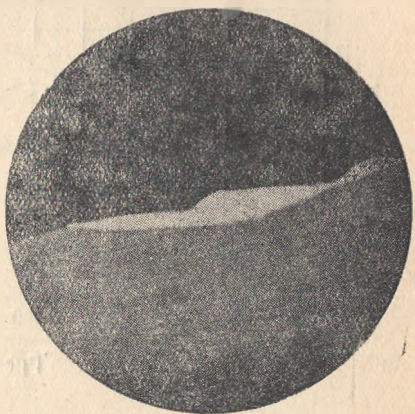


Рис. 6.

То же, $C=300$ мкф, $U=150$ в,
 $L=36$ витков.

Для изучения влияния параметров разрядного контура на характер зон электроэрозийных изменений действие электрического искрового разряда на металл производилось при различных значениях емкости батареи конденсаторов, напряжения, при котором осуществлялась зарядка и разрядка батареи и при различном значении индуктивности, введенной в разрядный контур. Было взято минимальное сопротивление разрядного контура. Все соединения схемы были выполнены тонким медным многожильным проводом площадью $0,5 \text{ см}^2$.

При идентичных условиях и неизменном режиме наносилось 10 «лунок», после чего режим выбирался другим.

Измерение микротвердости в зонах электроэрозийных изменений производилось при помощи прибора ПМТ-3.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

а) Влияние напряжения. Для изучения влияния приложенного к обкладкам конденсаторов напряжения емкость батареи была выбрана в 120 мкф и все время оставалась без изменений. Напряжение изменялось от 50 до 260 в через каждые 20 в. Результаты измерений сведены в графики, представленные на рис. 7, из которого видно, что с ростом напряжения на обкладках конденсатора площадь лунки увеличивается пропорционально приложенному напряжению (кривая 2), также увеличивается и средняя толщина слоя электроэрозийных изменений (кривая 1); причем рост толщины слоя идет до напряжения 160 в интенсивно, а при напряжении свыше 160 в

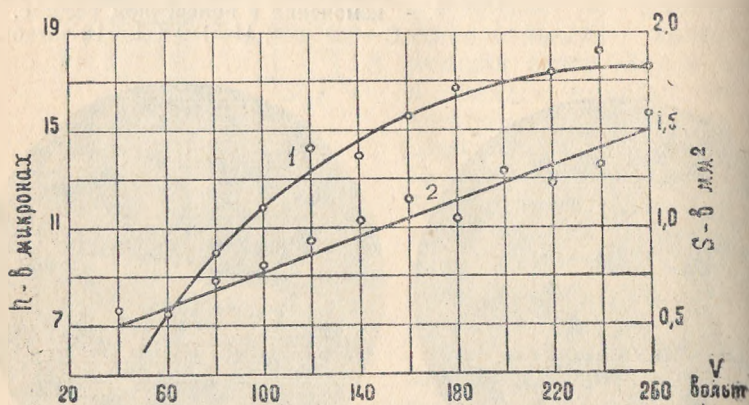


Рис. 7.

значительно замедляется. Микротвердость слоя при этом остается без изменений и колеблется в пределах $900-1000 \text{ кг/мм}^2$.

в) **Влияние емкости.** Исследование влияния емкости батареи конденсаторов на площадь, толщину и микротвердость зоны электроэрозионных изменений производилось при напряжении 150 в, которое во время опыта поддерживалось неизменным. Емкость батареи конденсаторов изменялась ступенями по 20 мкф от 40 до 400 мкф. Результаты измерения средней площади и толщины зон приведены на (рис. 8), где так же, как и

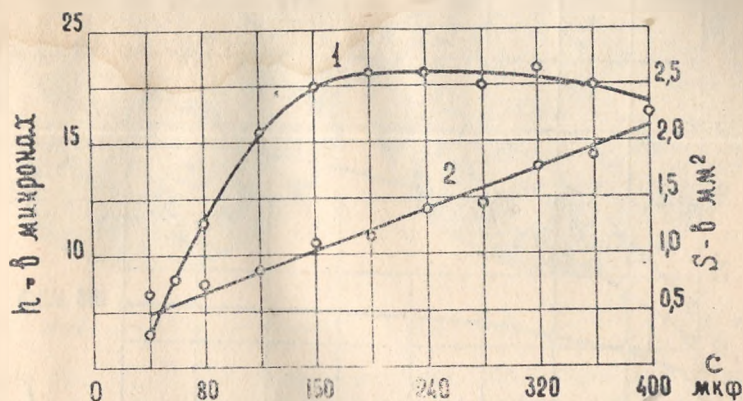


Рис. 8.

в случае изменения напряжения, имеем пропорциональный рост площади зоны с увеличением емкости батареи конденсаторов. Интенсивное увеличение средней толщины слоя идет до емкости 160 мкф, после чего имеем некоторое уменьшение толщины слоя, микротвердость остается в тех же пределах.

с) **Влияние индуктивности.**

Для исследования влияния введенной в разрядный контур индуктивности на зону электроэрозионных изменений в разрыв разрядной цепи включалась катушка самоиндукции диаметром 20 см, имеющая 36 витков толстой медной проволоки с отводами от 2-го, 5-го, 10-го и т. д. витков. Максимальное изменение индуктивности составляло 160 мкГн. Исследование производилось при различных значениях емкости батареи конденсаторов.

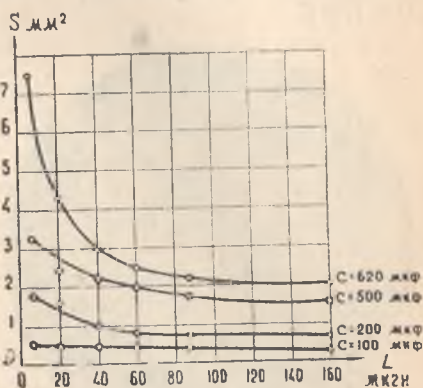


Рис. 9.

Влияние введенной индуктивности на площадь и среднюю толщину зон электроэрозионных изменений представлено на

рис. 9 и 10, из которых следует, что при больших емкостях введенная в разрядный контур индуктивность резко сокращает площадь зоны электроэрозийных изменений и значительно увеличивает толщину слоя. Микротвердость при этом остается без

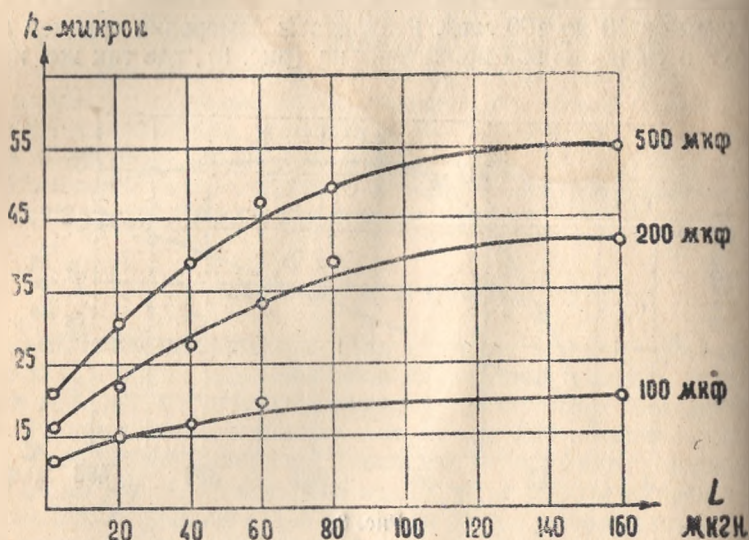


Рис. 10.

изменений. Фокусирующее действие индуктивности, введенной в разрядный контур, представлено на рис. 11, 12, 13, 14 сделанных при режиме, соответствующем $C=400$ мкф и $U=150$ в.

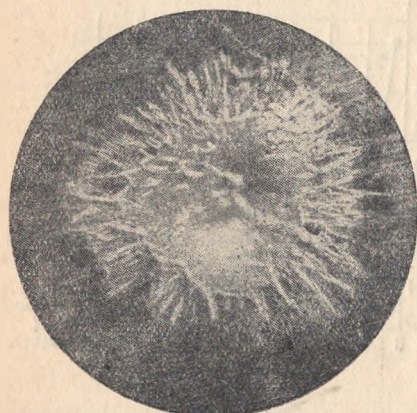


Рис. 11.
 $C=400$ мкф, $U=150$ в, $L=0$ мкГн.



Рис. 12.
 $C=400$ мкф, $U=150$ в, $L=6$ мкГн.

На рис. 11 показана лунка, образованная при разряде контура, обладающего собственной индуктивностью.



Рис. 13.

$C=400$ мкф, $U=150$ в, $L=40$ мкГн.

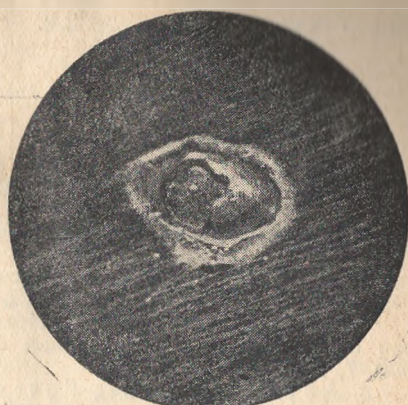


Рис. 14.

$C=400$ мкф, $U=150$ в, $L=150$ мкГн.

На рис. 12, 13, 14 показаны лунки, образованные при разряде контура с введенной индуктивностью 6, 40 и 150 мкГн. На рис. 11 видны тонкие далекие выплески расплавленного металла с ясно обозначенной оплавленной средней частью лунки, что соответствует жесткому режиму.

На рис. 12, 13, 14 мы видим, что введенная в разрядный контур индуктивность меняет не только площадь лунки, но и ее внешний вид. При этом отсутствуют выплески расплавленного металла.

ВЫВОДЫ

Увеличение энергии, реализуемой в искровом промежутке, приводит к росту площади зоны электроэрозионных изменений при единичных импульсах. Глубина зоны растет лишь до известных пределов изменения емкости разрядного контура и напряжения, при котором происходит разряд. При большой энергии, реализуемой в короткий промежуток времени, разряд приобретает взрывной характер, и часть расплавленного металла выносится за пределы зоны.

Введенная в разрядный контур индуктивность увеличивает длительность разряда. Разряд при этом протекает спокойно даже при больших значениях емкости контура и приложенного напряжения. При этом площадь зоны электроэрозионных изменений уменьшается, а средняя глубина слоя растет.

Следовательно, при соответствующем подборе емкости и индуктивности можно получить равномерно упрочненный слой значительной толщины.

Характерно при этом отметить, что микротвердость в условиях опыта при любых изменениях параметров разрядного тока оставалась без изменений, и ее отношение к микротвердости основы составляло 2,2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капцов Н. А. Электрические явления в газах и вакууме. ОПИ 1947.
2. Леб Л. Основные процессы электрических разрядов в газах. Изд. 1950.
3. Стекольников И. С. Исследование начальной стадии разряда при очень малых межэлектродных промежутках. Известия АН СССР вып. 7, 1950.
4. Абрамсон И. С. и Гечечкори П. М. Осциллографическое исследование искрового разряда. ЖЭТФ, т. 21, вып. 4, 1951.
5. Гечечкори П. М. Экспериментальное исследование катодного искрового разряда. Там же.
6. Бабушкин Н. Н. О температуре, степени ионизации и давлении паров в конденсированном разряде через канал узкой трубки. ЖЭТФ т. 14, вып. 5, 1944.
7. Мандельштам С. Л. и Райский С. М. О механизме катодной электрической эрозии металлов. Известия АН СССР, серия физическая т. XIII, вып. 5, 1949.
8. Электроупрочнение инструмента, Машгиз, 1951, 1952.
9. Лазаренко Б. Р. и Лазаренко М. И. Физика искровой обработки металлов, 1946.
10. Красик Б. А. О физических процессах, лежащих в основе электрических методов обработки металлов. Сб. статей под редакцией Е. А. Илицкого, Машгиз, 1951.
11. Золотых Б. Н. Физические основы электроискровой обработки металлов. Гос. тех. теорет. лит. изд., 1953.