

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПРОШИВКА МИКРООТВЕРСТИЙ В СФЕРИЧЕСКОМ НАКОНЕЧНИКЕ ТРУБЧАТОГО СТУПЕНЧАТОГО КОНЦЕНТРАТОРА-ВОЛНОВОДА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Будницкий А.С., Дай Вэньци
Белорусский национальный технический университет

Аннотация. Разработаны и исследованы режимы электрохимической прошивки, обеспечивающие формирование микроотверстий требуемой точности в тонкостенных деталях малой жёсткости и размеров из коррозионностойкой стали, применяемых в медицинской технике. В статье представлены результаты исследований влияния напряжения, концентрации и расхода электролита в процессе электрохимической прошивки на точность размеров и формы формируемых микроотверстий в сферическом наконечнике трубчатого ступенчатого концентратора-волновода медицинского назначения.

В качестве альтернативы существующим дорогостоящим и травматическим процедурам устранения непроходимости магистральных артерий нижних конечностей разработан метод разрушения внутрисосудистых образований – ультразвуковая реканализация. Метод основан на применении ультразвукового оборудования, основным компонентом которого является ступенчатый концентратор-волновод.

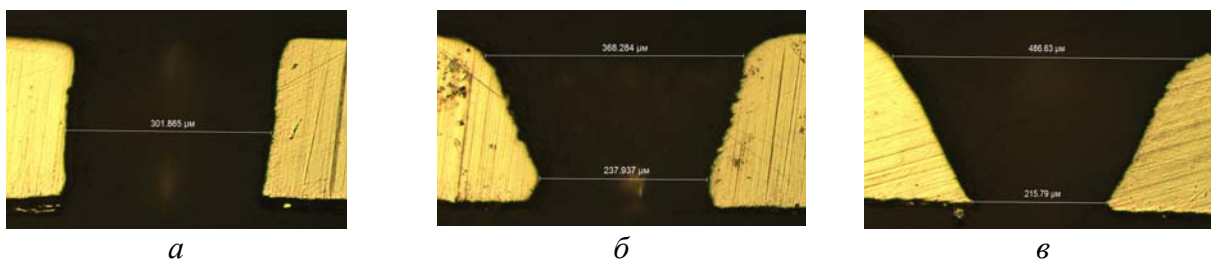
Для обеспечения возможности подачи жидкости в зону дислокации внутрисосудистого образования с целью кавитационного воздействия разработан ступенчатый концентратор-волновод трубчатого типа с полым сферическим наконечником, наличие которого позволяет максимально эффективно разрушать внутрисосудистые образования за счет виброударного воздействия. Кроме того, в сферическом наконечнике имеются осевое ($0,5 \pm 0,05$ мм) и боковые ($0,3 \pm 0,05$ мм) микроотверстия, предназначенные для воздействия образующейся кавитационной струёй как на внутрисосудистое образование, так и на пораженный участок сосудистой стенки, что позволяет восстанавливать проходимость сосуда с одновременным повышением эластичности сосудистой стенки (рис. 1).



Рисунок 1 – Рабочий наконечник концентратора-волновода

Результаты экспериментальных исследований [1] и анализа методов формирования микроотверстий в тонкостенных деталях малой жесткости и размеров с помощью механического, лазерного, гидроабразивного и электрохимического сверления показали, что с учетом требований, предъявляемым к точности размеров, формы, позиционирования и качества поверхности микроотверстий сферических наконечников в дистальной части концентраторов-волноводов медицинского назначения наиболее приемлемым методом формирования является электрохимическая прошивка, позволяющая получать микроотверстия высокой точности размеров и формы, обеспечивая высокое качество поверхности.

В процессе прошивки отверстий с применением электролита концентрацией 20% наблюдалось частое приваривание и обрыв электрода-инструмента. Однако при этом обеспечивалось наиболее точная геометрия прошиваемого отверстия (± 20 мкм) без образования кратера (рис. 2а). В случае чрезмерно высокой концентрации (30%) снижалась точность прошиваемого отверстия (± 150 мкм), а на входе в отверстие формировался кратер (рис. 2в) достаточно большого размера (диаметром до 0,5 мм и глубиной до 0,25 мм).



a – 20%, 15В, 60 мл/мин; *б* – 25%, 15 В, 60 мл/мин; *в* – 30%; 18 В; 60 мл/мин
Рисунок 2 – Фотографии шлифов прошитых отверстий

Наиболее приемлемые результаты были достигнуты на режимах прошивки с применением электролита концентрацией 25% (рис. 2б), при которых обеспечивалась стабильность электрохимического процесса, достижение требуемой точности и качества поверхности формируемых микроотверстий, а также минимальные размеры кратера на входе в отверстие.

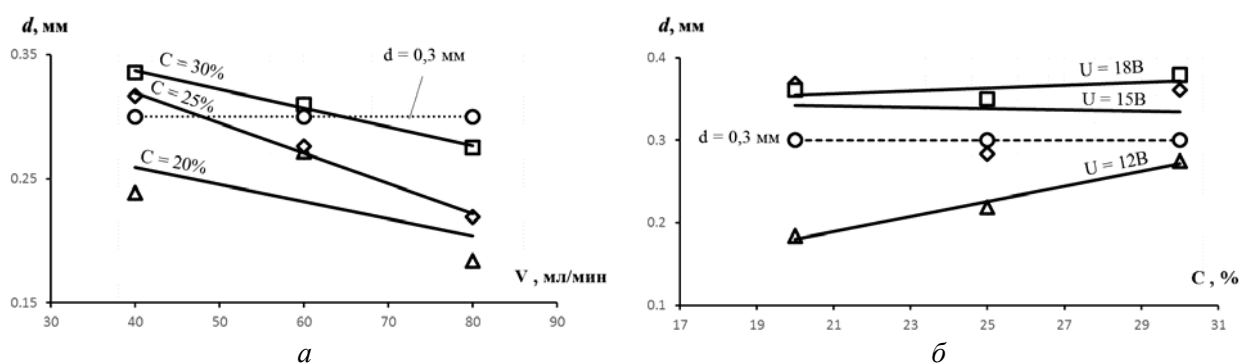


Рисунок 2 – Зависимость диаметра прошитого отверстия от напряжения, концентрации и расхода электролита: *a* – от степени обжата; *б* – от коэффициента вытяжки

По результатам зависимостей влияния напряжения, концентрации и расхода электролита (рисунок 2) в процессе электрохимической прошивки на точность размеров и формы формируемых микроотверстий установлено, что для достижения высоких показателей точности микроотверстий, качества их поверхности и стабильности процесса необходимо выполнять обработку со следующими параметрами: напряжение – 15 В, расход электролита – 60 мл/мин, концентрация электролита – 25 %). При значении напряжения 15 В обеспечивается достаточно высокая точность формируемых микроотверстий; концентрация электролита 25 % обеспечивает стабильность электрохимического процесса при высоком качестве поверхности прошиваемых отверстий; при расходе электролита 60 мл/мин обеспечивается необходимая скорость удаления продуктов электрохимического растворения, что позволяет добиться высокого качества и точности формируемых микроотверстий.

УДК 621.9.047.7

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМАХ

Алексеев Ю.Г., Нисс В.С., Королёв А.Ю., Паршутто А.Э., Будницкий А.С.
Белорусский национальный технический университет

Abstract. The technology for surface polishing using integrated electrochemical and electrolyte-plasma exposure in controlled pulsed modes has been developed. Developed technology is highly effective compared to existing methods due to the main intensive metal removal during the implementation of the electrochemical stage with low energy costs and optimization of the duration of the electrolyte-plasma stage, in which high surface quality is achieved.