

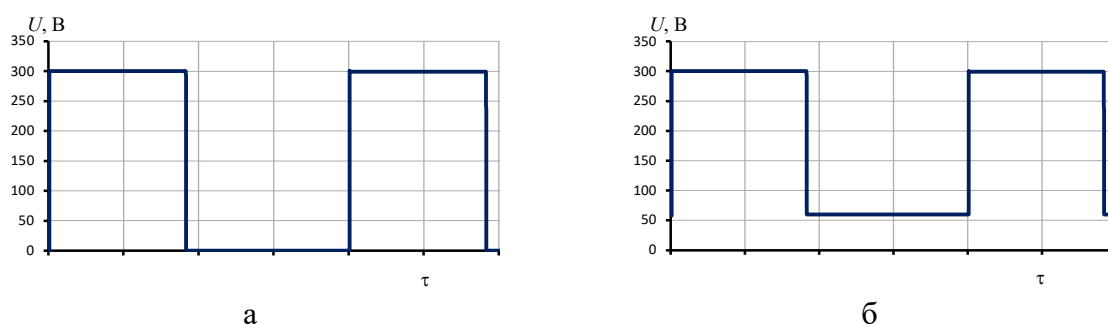
ПРОЦЕССЫ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ В УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМАХ

Королёв А.Ю., Нисс В.С., Рожков В.А.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

Основным недостатком стационарных процессов (на постоянном токе) электролитно-плазменной обработки (ЭПО), применяемых для повышения качества поверхности, является высокое энергопотребление. Для повышения эффективности ЭПО разработаны новые режимы, основанные на использовании полностью управляемых по амплитуде и длительности униполярных импульсов (ИЭПО). Повышение эффективности процесса ИЭПО по сравнению с обработкой на постоянном токе становится возможным за счет основного интенсивного съема металла при протекании электрохимического режима и оптимизации продолжительности электролитно-плазменного режима, при котором обеспечивается высокое качество поверхности.

Примеры разработанных нами схем импульсов напряжения при реализации нестационарных процессов в управляемых режимах ИЭПО представлены на рис. 1. Процессы основываются на чередовании импульсов высокого напряжения (в электролитно-плазменной области) и пауз между ними (рис. 1а) или чередовании импульсов высокого напряжения и импульсов с напряжением, соответствующим электрохимической области (рис. 1б). В первом случае электрохимический режим действует при включении импульса высокого напряжения (в стадии формирования парогазовой оболочки). Во втором, кроме стадии формирования парогазовой оболочки, дополнительное электрохимическое воздействие осуществляется непосредственно во время импульса с напряжением, соответствующим электрохимической области.



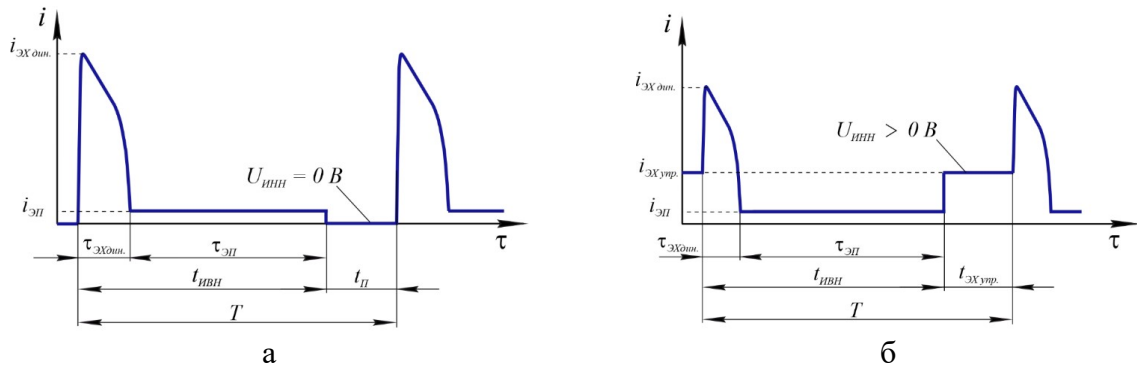
а – импульсы высокого напряжения 300 В с паузами;

б – импульсы высокого напряжения 300 В с импульсами низкого напряжения 60 В

Рис. 1. Примеры схем импульсов напряжения при реализации нестационарных процессов в управляемых режимах ИЭПО

На рис. 2 представлены диаграммы изменения силы тока в пределах периода T при подаче импульсов напряжения в соответствии со схемами

на рис. 1а и 1б. В первом случае (рис. 2а) управляемые импульсы высокого напряжения (ИВН) с длительностью $t_{ИВН}$ и амплитудой, соответствующей электролитно-плазменному режиму $U_{ИВН}$, чередуются с управляемыми по длительности бестоковыми паузами $t_{П}$. При этом период включает неуправляемый динамический электрохимический режим $\tau_{ЭХдин.}$ и электролитно-плазменный режим с длительностью $\tau_{ЭП}$. Неуправляемый динамический электрохимический режим протекает при включении ИВН после бестоковой паузы и соответствует стадии формирования парогазовой оболочки. При включении ИВН возникает интенсивный рост плотности тока до амплитудного значения $i_{ЭХдин.}$ с последующим ее снижением по мере образования парогазовой оболочки до значения $i_{ЭП}$, соответствующего электролитно-плазменному режиму. После отключения ИВН действует бестоковая пауза, в зависимости от длительности которой, происходит полная или частичная конденсация парогазовой оболочки.



а – при паузе между импульсами; б – при дополнительном импульсе низкого напряжения

Рис. 2. Диаграммы изменения силы тока в пределах периода

Наличие между ИВН дополнительных импульсов, соответствующих электрохимической области (управляемый электрохимический режим) длительностью $\tau_{ЭХупр.}$ и плотностью тока $i_{ЭХупр.}$, позволяет увеличить электрохимическую составляющую в пределах периода (рис. 2б). С одной стороны это обеспечивает повышенную производительность (съем металла), а с другой – при превышении предельной доли может привести к формированию поверхности с низким качеством. Наличие импульсов управляемого электрохимического режима обеспечивает снижение энергетических характеристик стадии формирования парогазовой оболочки, то есть следующего за ними динамического электрохимического режима. В результате при такой схеме импульсов формируется меньшая плотность тока динамического электрохимического режима, чем при схеме с бестоковой паузой между ИВН. Таким образом, имеет место комплексное влияние временных и амплитудных параметров управляемых импульсов, что указывает на необходимость дальнейшего уточнения их взаимосвязей, а также их влияния на съем металла и качество формируемой поверхности на основе результатов экспериментальных исследований с целью практической реализации разработанных режимов.