

П. Б. Кубрак, доц., канд. хим. наук;  
В. В. Яскельчик, ассист.;  
В. М. Кравченко, студ. 4 к. 11 гр., ф-т ХТиТ;  
И. А. Тромза, студ. 5 к. 11 гр., ф-т ХТиТ (БГТУ, г. Минск)

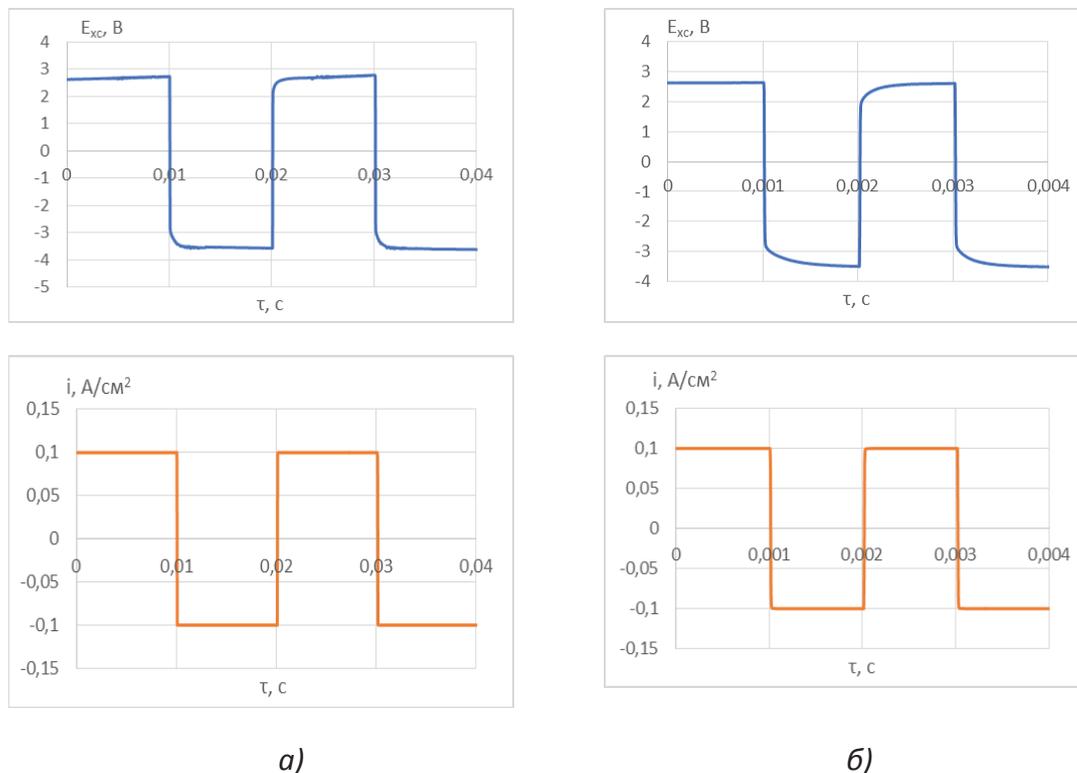
## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛИРОВАНИЕ СТАЛИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА В РАСТВОРАХ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ**

Высокое содержание углерода или присутствие в структуре фаз внедрения (карбиды, нитриды, бориды, силициды), сформированных в результате термического или химико-термического упрочнения в высокоуглеродистых сталях, обуславливает пониженную обрабатываемость при использовании существующих процессов электрохимического полирования. В литературе приводится множество составов электролитов полирования, но они, в основном, относятся к обработке легированных и нержавеющей сталей, и практически отсутствуют сведения о процессе электрополирования высокоуглеродистых сталей, имеющих применение в инструментальном производстве [1]. Для снижения травящего действия компонентов электролитов полирования в их состав вводят ингибиторы органической и неорганической природы. Однако в этом случае определенную трудность представляет обеспечение воспроизводимости результатов электрополирования. Научный интерес представляет исследование процесса полирования инструментальных сталей в электролитах различного состава, в частности, с использованием органических растворителей.

В работе осуществлен подбор составов электролитов на основе органических растворителей с добавлением минеральных кислот для полирования высокоуглеродистых сталей марок У10 и 65Г. Наиболее перспективным с технологической точки зрения оказались растворы на основе диметилсульфоксида (ДМС). Электрохимические исследования в таких электролитах показали наличие диффузионных ограничений при анодной поляризации образцов, свидетельствующих об образовании вязких пленок на поверхности металла в соответствии с пленочной теорией полирования.

Установлено, что при проведении обработки стальных образцов в растворах, содержащих 60–70%об. ДМСО и 40–30%об. ортофосфорной кислоты, в стационарном режиме электролиза увеличения блеска и снижения шероховатости не происходит. Аналогичные результаты наблюдались и при использовании импульсного электролиза в широком диапазоне плотностей токов и длительностей импульсов.

Наибольший интерес представлял реверсивный режим электролиза в связи с возможностью кратковременной катодной поляризации обрабатываемой поверхности, позволяющей перераспределить центры ее растворения и пассивации.



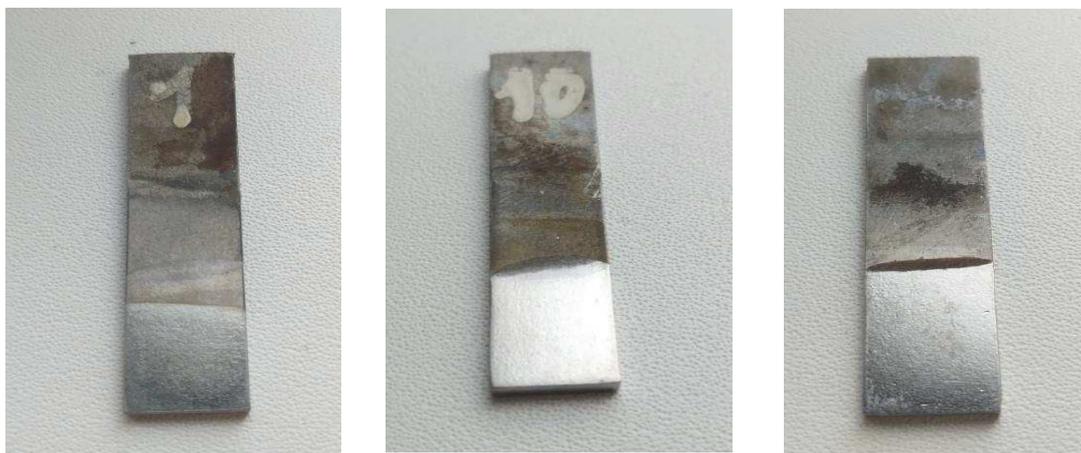
**а**

**б**

Температура 20°C; состав раствора ДМСО/Н<sub>3</sub>РО<sub>4</sub> (%об.) – 50/50  
**Рисунок 1 – Осциллограммы тока и потенциала полирования стали 65Г в реверсивном токовом режиме**

Как видно из осциллограмм, (рисунок 1), время установления потенциала при перемене полярности составляет не менее чем 0,001 с, достаточного для перезарядки поверхности и частичного удаления анодных продуктов за время катодной паузы. Установлено, что наиболее эффективно электрополирование высокоуглеродистой стали при использовании реверсивного режима происходит при длительности катодных и анодных импульсов 0,01 с и амплитудной плотностью тока 5–10 А/дм<sup>2</sup>, при температуре не выше 40°C. При таких условиях происходит выравнивание поверхности на 1–2 класса шероховатости, с удельной эффективностью полирования до 40% и более, многократное повышение блеска до 30% и более относительно серебряного зеркала, а также происходит увеличение коррозионной стойкости более чем в 1,5 раза (рисунок 2). При более длительных импульсах тока при по-

лировании увеличения блеска поверхности стальных образцов не происходит вследствие повышения скорости растравливания. В тоже время, при длительности импульсов менее 0,01 с перераспределение активных центров и очистка поверхности от продуктов анодного растворения происходят не в достаточной мере, что не приводит к увеличению степени блеска и снижению шероховатости образцов.



а)

б)

в)

Температура 20°C, режим – реверсивный: длительность анодных и катодных импульсов – 0,01 с: состав раствора ДМСО/Н<sub>3</sub>РО<sub>4</sub> (%об.) и плотность тока:  
а – 50/50 и 10 А/дм<sup>2</sup>; б – 60/40 и 7 А/дм<sup>2</sup>; в – 70/30 и 5 А/дм<sup>2</sup>

**Рисунок 2 – Фото образцов после электрополирования в электролитах, содержащих ортофосфорную кислоту**

Определено, что введение в фосфорнокислый электролит серной кислоты до 10%об. позволяет на 10–12% увеличить степень блеска полируемой поверхности образцов, однако, при этом происходит ухудшение коррозионной стойкости изделий в два раза по сравнению с необработанными образцами.

В результате ресурсных испытаний фосфорнокислого электролита установлено, что качественные характеристики процесса полирования сохраняются в течение 80 А·ч/л. Разработанный фосфорнокислый электролит полирования отличается низкой токсичностью, экологичностью и достаточно высокими эксплуатационными характеристиками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грилихес, С.Я. Электрохимическое и химическое полирование: Теория и практика. Влияние на свойство металлов / С.Я. Грилихес. – Л.: Машиностроение, 1987. – 232 с.