

*А.Б. БАЕШОВ, Б.Э. МЫРЗАБЕКОВ, Н.С. ИВАНОВ*

(АО “Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского”,  
Казахстан)

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ Te(VI) НА ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОДАХ В СЕРНОКИСЛОЙ СРЕДЕ**

### **Аннотация**

Рассмотрен процесс электровосстановления Te(VI) на свинцовом и платиновом электродах в сернокислой среде. Исследовано влияние скорости развертки потенциала, концентрации ионов Te(VI). Показано, что в сернокислых растворах Te(VI) проявляет электрохимическую активность только на свинцовом электроде.

**Ключевые слова:** теллур (VI), электровосстановление, теллулат-ион, поляризационная кривая.

**Тірек сөздер:** теллур (VI), теллулат-ионы, электрототыксыздану, поляризациялық қисық.

**Keywords:** tellurium (VI), electroreduction, tellurate ion, the polarization curve.

Известно два способа химического восстановления шестивалентного теллура из кислых растворов. Первый из них заключается в цементации медным порошком в сернокислых растворах при высоких температурах [1], а второй – в восстановлении двуххлористым оловом в солянокислых растворах при кипячении [2]. Электрохимическое восстановление теллура (VI) в кислых средах мало изучено. В работе [3] указывается, что на ртутном капаящем электроде, на фоне 4,0М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> теллулат-ион электрохимически неактивен. Представляет интерес изучить катодное поведение шестивалентного теллура на твердых электродах.

### **Методика эксперимента**

Для исследования электрохимического поведения шестивалентного теллура в кислых средах применялся метод регистрации потенциодинамических поляризационных кривых на потенциостате «P8». Вольтамперометрические измерения проводили в термостатируемой трехэлектродной ячейке с разделенными анодным и катодным пространствами. Измерения проводились относительно хлорсеребряного электрода сравнения в насыщенном KCl (E=+203 мВ). В качестве противоэлектрода использовали платиновую проволоку с большой поверхностью. В качестве катода использовали

торцовые части свинцового и платинового электродов диаметром – 4мм. Электроды перед каждым опытом полировали на абразивном материале с зернистостью 2000, обезжиривали, затем промывали водой и тщательно протирали фильтровальной бумагой. В качестве фона использовали 1,5 М раствор серной кислоты.

### Результаты и обсуждение

В соответствии с рисунком 1, шестивалентный теллур проявляет электрохимическую активность только на свинцовом электроде. По-видимому, это связано с высоким перенапряжением водорода на свинцовом электроде. На поляризационной кривой теллура (VI) на свинцовом электроде в сернокислой среде наблюдаются две волны (рис. 1 кривая 2а). Первая волна присутствует также на поляризационной кривой в фоновом электролите и соответствует восстановлению сульфата свинца [4], образующегося в момент погружения свинцового электрода в сернокислый раствор:



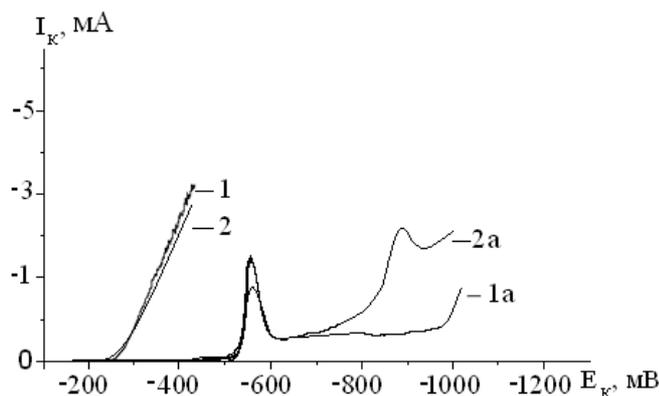
Вторая волна при потенциале -900 мВ соответствует восстановлению Te(VI) по реакции:



Также при восстановлении свинца возможно образование элементарного теллура в результате цементации:



Исследовано влияние концентрации Te(VI) на процесс его восстановления. В соответствии с рисунком 2, с увеличением концентрации теллурат-ионов в растворе прямо пропорционально возрастает высота второй катодной волны (рис.2).

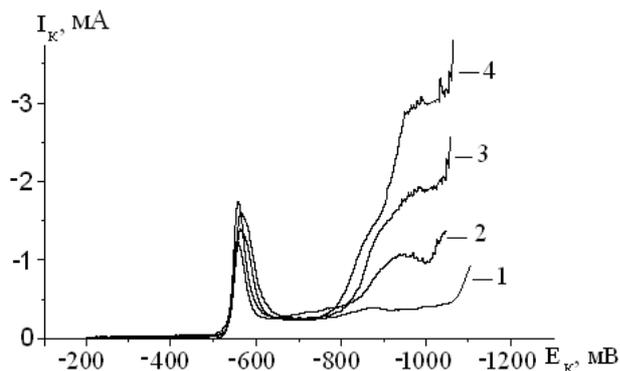


фон 1,5М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, t=25 °С, V=10 мВ/с рабочий раствор 1,5М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+H<sub>4</sub>TeO<sub>6</sub>= 3\*10<sup>-3</sup>М

Рисунок 1 - Катодные потенциодинамические поляризационные кривые:

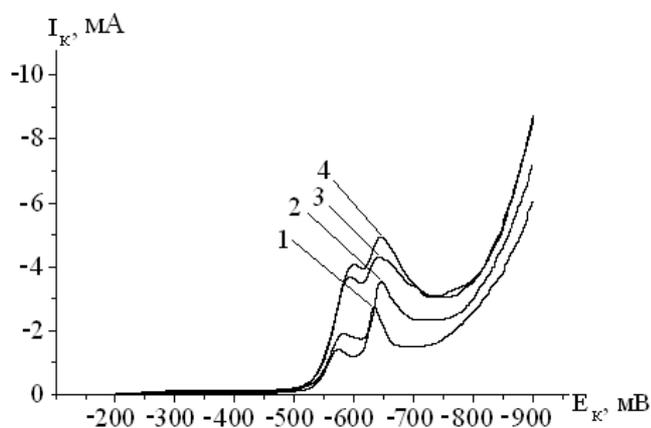
1- Pt, 1а – Pb в фоновом электролите; 2 – Pt, 2а – Pb в рабочем электролите

На рисунке 3 представлены катодные кривые восстановления шестивалентного теллура при различных скоростях развертки потенциала. В соответствии с рисунком 3 с увеличением скорости развертки потенциала происходит рост только первого катодного пика. Катодный ток восстановления теллура не зависит от скорости развертки потенциала, что может быть вызвано сложностью вхождения теллуриат-иона в двойной электрический слой в виду его пространственного строения.



1,5M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, t = 25 °C, V = 10 мВ/с, H<sub>4</sub>TeO<sub>6</sub>, M: 1 – без теллуриат-иона; 2 - 3\*10<sup>-3</sup>; 3 – 5\*10<sup>-3</sup>; 4 – 1\*10<sup>-2</sup>;

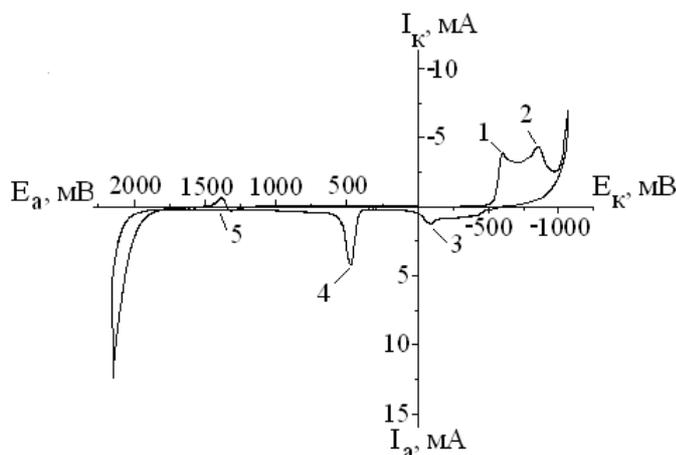
Рисунок 2 – Катодные поляризационные кривые свинцового электрода от концентрации теллуриат-иона



1,5M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, t=25 °C, H<sub>4</sub>TeO<sub>6</sub>= 5\*10<sup>-1</sup>M, V, мВ/с: 1- V=20 мВ/с; 2 –40; 3 – 60; 4 –80;

Рисунок 3 – Катодные потенциодинамические поляризационные кривые свинцового электрода

при разных скоростях развертки потенциала



$1,5M H_2SO_4$ ,  $t=25\ ^\circ C$ ,  $V=100\ mV/c$ ,  $H_4TeO_6 = 0,5M$

Рисунок 4 – Циклическая потенциодинамическая катодно-анодная поляризационная кривая

на свинцовом электроде

На рисунке 4 представлена катодно-анодная потенциодинамическая поляризационная кривая на свинцовом электроде в растворе  $1,5M$  серной кислоты и  $0,5 M H_4TeO_6$ . В катодной области потенциалов наблюдается 2 волны при потенциале  $-550\ mV$ , которой отвечает двухэлектронное восстановление сульфата свинца по реакции 1 и при потенциале  $-900mV$  идет восстановление шестивалентного теллура.

При смещении потенциала в анодном направлении при потенциале  $-50\ mV$  наблюдается обратное окисление части свежесажденного свинца. В области потенциалов  $+500$  наблюдается анодная волна, связанная с окислением элементарного теллура до четырехвалентного состояния. В области более положительных потенциалов происходит окисление двухвалентного свинца с образованием  $PbO_2$  при потенциале около  $+2000\ mV$  и обратное восстановление оксидной пленки при потенциале  $+1470\ mV$  [5]. Таким образом, исследовано электрохимическое поведение шестивалентного теллура в кислой среде. Изучено влияние материала электрода на электрохимическое поведение теллурат-иона и показано что восстановление теллура (VI) протекает на свинцовом электроде. Полученные результаты могут найти применение при переработке сернокислых растворов шестивалентного теллура.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Грейвер Т. Н., Зайцева И.Г., Косовер В.М.* Селен и теллур. Новая технология получения и рафинирования. М., Metallurgiya, 1977. 296 с.
- 2 *Махметов М.Ж., Полукаров А.Н.* Гетерогенные процессы в водных растворах. Алма-Ата, 1967, с. 58-60.
- 3 *Сонгина О.А., Шарипова Н.С.* Химия и технология халькогенов и халькогенидов. II Всесоюзное совещание. Караганда, 1982, с. 202.
- 4 *А. Баешов, И.В. Фигуринайте, А.Д. Бейбитова, М.Ж. Журинов* // Катодное поведения шестивалентного теллура в сернокислом растворе на твердых электродах. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия, 1986, №4, с. 117-119.
- 5 *Ю.Д. Дунаев.* Нерастворимые аноды из сплавов на основе свинца. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1978.

## REFERENCES

- 1 Greiver T.N., Zaitseva I., V.M. Kosover Selenium i tellurium. Novaya technologya polushenya i refinirovanya. Moskva, Metallurgiya, 1977 . 296 . ( in Russ.).
- 2 Makhmetov M.J., A.N. Polukarov. Heterogennyye processy v vodnyh rastvorah. Alma-Ata , 1967, p. 58-60. ( in Russ.).
- 3 Songina O.A., Sharipov N.S. Ximiya i Technologya chalcogenov i chalcogenidov. Karaganda, 1982, p. 202. ( in Russ.).
- 4 A. Baeshov , I.V. Figurinayte , A.D. Beybitova , M.J. Zhurinov 1986, № 4, p. 117-119 . ( in Russ.).
- 5 Y.D. Dounaev Nerastvorymye anody is splavov na osnove svynsa. Alma- Ata , the "Nauka" Kazakh SSR , 1978. ( in Russ.).

## Резюме

*Ә.Б. Баешов, Б.Ә. Мырзабеков, Н.С. Иванов*

(Д.В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты АҚ,  
Алматы қ.)

## КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕ Te(VI) ИОНДАРЫНЫҢ ҚАТТЫ ЭЛЕКТРОДТАРДАҒЫ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІ

Бұл мақалада Te(VI) иондарының күкірт қышқылы ерітіндісінде катодты тотықсыздануы қорғасын және платина электродтарында қарастырылды. Te(VI) иондарының катодты тотықсыздану процесіне әлеует берілу жылдамдығының және Te(VI) иондары концентрациясының әсері зерттелінді. Бұл ортада Te(VI) иондары тек қорғасын электродында тотықсызданатындығы көрсетілді.

**Тірек сөздер:** теллур (VI), теллурад-ионы, электрототықсыздану, поляризациялық қисық.

### Summary

*AB Baeshov, BE Myrzabekov, NS Ivanov*

(D.V. Sokolsky institute of organic catalysis & electrochemistry)

### ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR Te (VI) IN THE FIRMAMENT ELEKETRODS IN SULFURIC ACID

The process of electroreduction of Te (VI) on lead and platinum electrodes in sulfuric acid. The influence of the potential sweep rate, the concentration of ions Te (VI). It is shown that sulfuric solutions Te (VI) shows electrochemical activity only lead electrode.

**Keywords:** Tellurium (VI), electroreduction, tellurate ion, the polarization curve.

*Поступила 01.11.2013 г.*