

## ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАЗИНА НА МЕТАЛЛПОЛИМЕРНОМ КОМПОЗИТНОМ ЭЛЕКТРОДЕ

А. М. Смолин<sup>1</sup>, В. В. Кондратьев<sup>2</sup>,  
Е. Г. Толстопятова<sup>2</sup>, Н. П. Новоселов<sup>1</sup>

*Кафедра теоретической и прикладной химии,  
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет технологии  
и дизайна» (1); кафедра электрохимии, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский  
государственный университет» (2), г. Санкт-Петербург;  
alexsmolin@himanalit.ru*

**Ключевые слова:** амперометрия; вольтамперометрический сенсор; гидразин; композитные материалы; поли-3,4-этилендиокситиофен; циклическая вольтамперометрия; частицы палладия; электроанализ.

**Аннотация:** Изучено электрокаталитическое окисление гидразина на электроде, модифицированном пленкой полимерного композита, содержащего палладий, в растворах фосфатного буфера pH = 6,86. Пленки модификатора получены из водных дисперсий полимера поли-3,4-этилендиокситиофена, включающих полистиролсульфонатный полианион и частицы металлического палладия путем нанесения дисперсии на электрод и последующего высушивания. Показано, что наблюдается одна волна окисления гидразина, высота которой зависит от количества частиц палладия в пленке и концентрации гидразина в растворе. Установлен диапазон определяемых концентраций гидразина и чувствительность электродов.

---

### Введение

Гидразин широко применяется в различных отраслях промышленности и является основным материалом в производстве инсектицидов, гербицидов, пестицидов, красителей, а также находит применение в составе ракетного топлива. Высокая токсичность гидразина определяет необходимость в надежных и чувствительных методах аналитического определения гидразина в объектах окружающей среды. Электрохимические методы определения гидразина имеют ряд преимуществ, таких как портативность устройств, экономичность, чувствительность, скорость и низкую стоимость определений.

Металлполимерные композитные пленки и другие материалы с диспергированными в их матрицу частицами благородных металлов-катализаторов использовались в последнее время для создания сенсоров на гидразин, заметно повышая их чувствительность определений [1, 2]. Так в ряде работ исследованы сенсорные возможности электродов на гидразин, полученных на основе наночастиц Pd. Данные электроды получены на таких подложках, как пористые углеродные материалы [3 – 6], проводящие полимеры полианилин [7, 8] и PEDOT [9 – 11]. В работах [9, 10] показано, что электрохимически полученные пленки полимеров с включениями наночастиц палладия оказались достаточно эффективными для окисления гидразина и стабильными электродами, однако их использование осложнено мно-

гоступенчатой процедурой получения электродов. Для упрощения этой процедуры в данной работе нами был использован способ получения водорастворимых дисперсий металлополимерных композитов PEDOT:PSS/Pd. Получение растворов металлополимерных композитов является практически важным результатом, поскольку позволяет более удобное нанесение частиц катализатора на различные, в том числе и на непроводящие подложки, методом распыления или нанесения капли раствора на электрод-подложку, получения микроэлектродов методами трафаретной печати и печати на струйном принтере. Эта методика приготовления электродов особенно актуальна при широком использовании электродов-сенсоров.

Цель данной работы заключалась в исследовании условий получения пленочных электродов на основе водорастворимых дисперсий палладий-полимерных композитов PEDOT:PSS/Pd, исследовании их электрохимических свойств и возможности аналитического определения гидразина.

### Методика эксперимента

В работе использовали коммерческую дисперсию PEDOT:PSS в воде (1,3 % вес., Aldrich), которая разбавлялась водой в соотношении 1:1,5. Растворы хлорида палладия ( $1 \cdot 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-2}$  М) готовили путем растворения  $\text{PdCl}_2$  (ч. д. а.) в 0,1 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (о. с. ч.). Для улучшения механических свойств пленки в качестве связующего использовали раствор Nafion® (Fluka) в этаноле (0,5 %). Для аналитических исследований использовали 0,01 М раствор сульфата гидразина  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$  (ч. д. а.) в фосфатном буфере (pH = 6,86).

Все измерения проводились в фосфатном буферном растворе (х. ч.,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,1 М,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  0,1 М, pH = 6,86). Значения pH были определены с помощью pH-метра Эконикс-Эксперт-206 (Россия). Растворы готовили на деионизированной воде, полученной с помощью системы очистки Millipore Direct-Q UV (Millipore Corp., США). Добавки в ячейку вносили микропипеткой (Sartorius Proline).

В качестве рабочего электрода использовали стеклоуглеродный дисковый электрод (СУ-2000,  $S = 0,07 \text{ см}^2$ ). Перед нанесением пленок поверхность стеклоуглеродного электрода тщательно полировали порошком оксида алюминия (размер частиц составляет 1...3 мкм) и промывали деионизированной водой.

Компоненты композита – растворы PEDOT:PSS,  $\text{PdCl}_2$ , Nafion брали в соотношении 1:1:1 с помощью микропипетки и смешивали в одной емкости контейнера. После перемешивания 5 мкл смеси наносили на предварительно подготовленный стеклоуглеродный электрод тонким слоем, после чего выдерживали в сушильном шкафу в течение 15 мин при нагревании (80 °С). После сушки на электроде образовывалась нерастворимая пленка. Затем таким же способом наносили последующие слои композита. Для каждого последующего опыта на электрод наносилась новая пленка.

Электрохимические измерения проводились методами циклической вольтамперометрии, вольтамперометрии на вращающемся дисковом электроде и амперометрии.

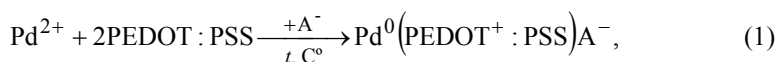
Для снятия циклических вольтамперограмм использовали потенциостат-гальваностат AUTOLAB PGSTAT-30 с вращающимся дисковым электродом AUTOLAB RDE (ECO CHEMIE, Нидерланды) и потенциостат-гальваностат DropSens DS400 (Испания). Электрохимические измерения проводили в стеклянной трехэлектродной ячейке при комнатной температуре ( $20 \pm 2$ ) °С. Измеряемые потенциалы приведены относительно хлорсеребряного электрода (х. с. э.) в насыщенном растворе NaCl. Использовалась двухключевая модель электрода ЭСр-10101/4.2 ( $E = 0,202$  В относительно нормального водородного электрода

(отн. н. в. э.)), внешняя оболочка была заполнена 0,1 М раствором  $\text{KNO}_3$ . Скорость развертки потенциала составляла 50 мВ/с. Электрохимические измерения на вращающемся дисковом электроде были проведены с частотой вращения 1000 об/мин. Во всех измерениях объем фонового раствора в ячейке равен 5 мл. Все концентрации гидразина указывались с учетом разбавления.

Исследования методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) были проведены на микроскопе LIBRA 200FE (Carl Zeiss, Германия) в МРЦ «Нанотехнологии» СПбГУ в темнопольном (HAADF STEM) и светлопольном (HAABF STEM) режимах.

### Результаты и обсуждение

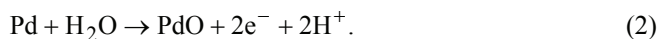
**Синтез нанокompозитов PEDOT:PSS/Pd** проводился следующим образом: смешивали водную дисперсию PEDOT:PSS (1,3 % вес.) с окисляющим реагентом  $\text{PdCl}_2$  в виде водного раствора соответствующей концентрации. В результате, как и при синтезе нанокompозитов PEDOT/Pd [9, 10], при протекании окислительно-восстановительной реакции происходит формирование металлических наночастиц палладия в дисперсии и формирование окисленных фрагментов PEDOT:PSS. В основе метода синтеза лежит процесс химического восстановления ионов электроположительных металлов при контакте с водной дисперсией PEDOT:PSS.



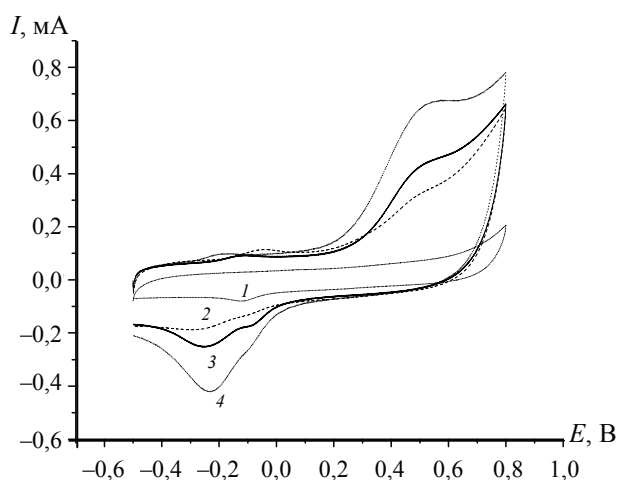
где PEDOT:PSS является редокс-фрагментом полимерной цепи, состоящей из нескольких мономерных единиц. В уравнении (1) в качестве участвующих в реакции противоионов указаны анионы, внедренные в пленку во время контакта с раствором  $\text{PdCl}_2/0,1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$  (сульфат- и хлорид-ионы), однако, также не исключено протекание процесса с участием в качестве противоионов протонов, поддерживающих баланс зарядов за счет процессов протонирования–депротонирования сульфо-групп полимерных анионов полистиролсульфоновой кислоты (PSS).

При смешивании водной дисперсии PEDOT:PSS с раствором соли палладия происходит медленное восстановление ионов металлов до металлического состояния с формированием растворимой металлполимерной композиции.

**Электрохимические свойства электродов, модифицированных пленками PEDOT:PSS/Pd.** Присутствие палладия в композитных пленках было подтверждено методом циклической вольтамперометрии (ЦВА). На циклических вольтамперограммах композитного электрода PEDOT:PSS/Pd в фосфатном буферном растворе (рис. 1) видно, что при потенциалах положительнее +0,2 В происходит увеличение анодных токов, что указывает на окисление наночастиц палладия в соответствии с реакцией



В ходе катодного восстановления образовавшегося PdO появляется максимум при потенциале  $E \sim -0,2 \text{ В}$ . Высота максимума зависит от количества палладия в композитной пленке, чем больше содержание Pd, тем выше максимум восстановления. Влияние количества Pd в пленке на процесс катодного восстановления PdO исследовали при нанесении различного числа слоев пленки и при изменении концентрации раствора  $\text{PdCl}_2$ , используемого для получения композита. На рисунке 1 представлены ЦВА композитных пленок PEDOT:PSS/Pd в диапазоне потенциалов от  $-0,5$  до  $0,8 \text{ В}$ , в котором протекает процесс окисления палладия с формированием поверхностного оксида палладия (максимум около  $0,5 \text{ В}$ ) с последующим восстановлением в ходе катодного цикла (максимум около  $-0,2 \text{ В}$ ).



**Рис. 1. Циклические вольтамперограммы композитных пленок PEDOT:PSS/Pd, полученных из растворов с различными концентрациями ионов  $\text{Pd}^{2+}$ , М:**  
 $1 - 5 \cdot 10^{-3}$  (однослойная пленка);  $2 - 5 \cdot 10^{-3}$  (четырёхслойная пленка);  $3 - 1 \cdot 10^{-2}$  (четырёхслойная пленка);  $4 - 5 \cdot 10^{-2}$  (четырёхслойная пленка), в фосфатном буферном растворе ( $\text{pH} = 6,86$ ) в присутствии  $5,2 \cdot 10^{-5}$  М гидразина,  $\nu = 50$  мВ/с,  $\omega = 1000$  об/мин

Электрохимические отклики электродов с включениями дисперсных металлических частиц, осажденных на поверхности или в объеме полимера, как правило, носят сложный характер. Возможны случаи, когда пленки с большим содержанием Pd имеют меньшую реакционную площадь поверхности, что может быть связано, в частности, с экранированием каталитических центров Pd. Поэтому для сравнения свойств электродов с различной загрузкой частиц палладия, проводится определение площади осадка электроактивного палладия, участвующего в электрохимическом процессе, на основании их электрохимического отклика. Для этого проводится электрохимическое окисление композитной пленки в области потенциалов, соответствующей образованию оксида палладия, количество электричества  $Q$  под пиком восстановления PdO до Pd служит для определения истинной площади Pd. Площадь активной поверхности можно определить по формуле

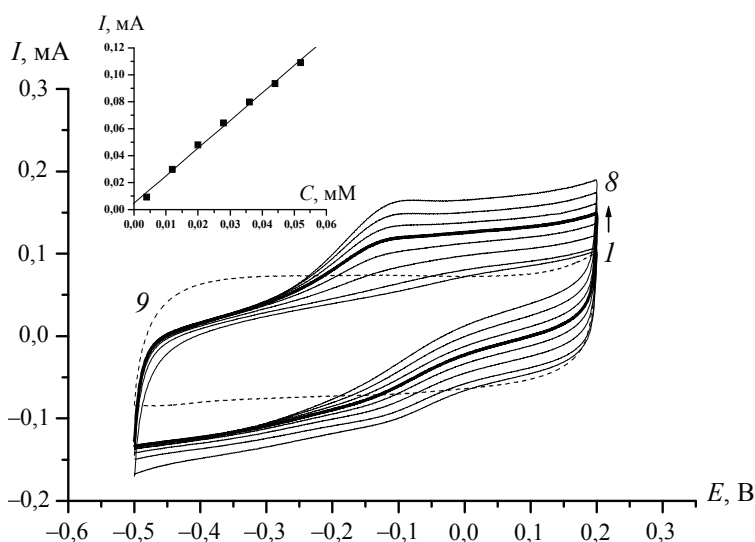
$$S_{\text{Pd}} = \frac{Q}{424},$$

где  $Q$  – количество электричества, определяемое по площади пика восстановления оксида палладия до металлического палладия, Кл;  $424 \text{ мкКл/см}^2$  – удельная плотность заряда при монослойной адсорбции кислорода на гладком поликристаллическом палладиевом электроде.

В таблице представлены данные расчетов площади истинной поверхности Pd по ЦВА 4х-слойных композитных пленок PEDOT:PSS/Pd, полученных из растворов с различными концентрациями ионов  $\text{Pd}^{2+}$ .

#### Площадь истинной поверхности Pd в пленке

PEDOT:PSS/Pd, C ( $\text{Pd}^{2+}$ ), М	$Q$ , Кл	$S_{\text{Pd}}$ , $\text{см}^2$
$5 \cdot 10^{-3}$	$3,12 \cdot 10^{-5}$	0,074
$1 \cdot 10^{-2}$	$4,87 \cdot 10^{-5}$	0,116
$5 \cdot 10^{-2}$	$10,07 \cdot 10^{-5}$	0,240



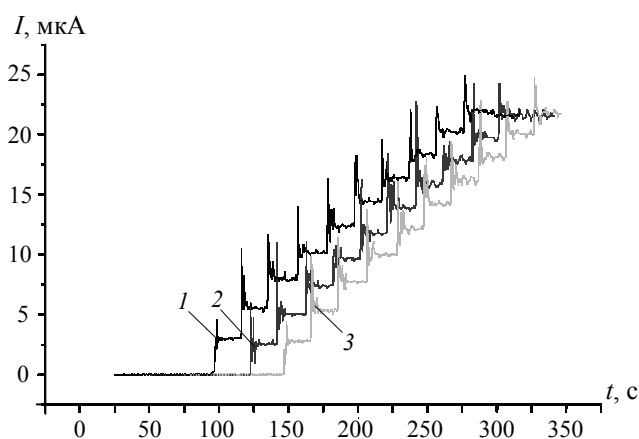
**Рис. 2.** Циклические вольтамперограммы электрода PEDOT:PSS/Pd в фосфатном буферном растворе с переменным содержанием гидразина (кривые 1 – 8) и электрода PEDOT/PSS в растворе с  $C[\text{N}_2\text{H}_4] = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ ,  $v = 50 \text{ мВ/с}$

**Электрохимические свойства электродов PEDOT:PSS/Pd в растворах, содержащих гидразин.** Свойства электродов PEDOT:PSS/Pd были протестированы в растворах фосфатного буфера с различным содержанием гидразина ( $10^{-5} \dots 10^{-4} \text{ M}$ ). Процесс каталитического окисления гидразина является диффузионно-контролируемым, чувствительность электрохимического отклика композитных пленок PEDOT:PSS/Pd к перемешиванию раствора была подтверждена на вращающемся дисковом электроде, в дальнейшем все измерения проводились при скорости вращения электрода  $\omega = 1000 \text{ об/мин}$ .

При длительном циклировании наблюдали хорошую стабильность вольтамперограмм в пределах ограниченного диапазона потенциалов (от  $-0,5$  до  $+0,2 \text{ В}$ ), что указывает на отсутствие заметных потерь палладия. На рисунке 2 представлены циклические вольтамперограммы окисления гидразина на вращающемся дисковом электроде PEDOT:PSS/Pd в  $0,2 \text{ M}$  растворе фосфатного буфера с различной концентрацией гидразина. Увеличение концентрации гидразина в растворе сопровождалось повышением общего предельного тока, связанного с электроокислением гидразина. Предельные токи были пропорциональны концентрации  $\text{N}_2\text{H}_4$  в диапазоне  $4,0 \cdot 10^{-6} \dots 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ . Из рисунка 2 видно, что заметные анодные пики наблюдаются только на электродах с композитной пленкой PEDOT:PSS/Pd в присутствии гидразина в растворе, то есть процесс его окисления протекает на каталитически активных частицах металлического палладия. В отсутствие наночастиц Pd на ЦВА электрода с пленкой PEDOT:PSS волны окисления гидразина не наблюдались (см. рис. 2, кривая 9).

**Амперометрические измерения.** Чувствительность электрода PEDOT:PSS/Pd к гидразину также проверена методом амперометрии на вращающемся дисковом электроде (ВДЭ), при выбранном постоянном потенциале  $E = +0,1 \text{ В}$ , соответствующем волне окисления гидразина.

На рисунке 3 показана зависимость отклика PEDOT:PSS/Pd (пленки, полученные из растворов с различными концентрациями ионов  $\text{Pd}^{2+}$ ), на ВДЭ при последовательной добавке гидразина ( $1 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ) в  $0,2 \text{ M}$  фосфатном буфер-



**Рис. 3. Амперометрической отклик модифицированного электрода PEDOT:PSS/Pd при  $E = 0,1$  V в фосфатном буферном растворе ( $\text{pH} = 6,86$ ) при пошаговой добавке 20 мкл 0,01 M раствора  $\text{N}_2\text{H}_4$**

(Полный диапазон концентраций гидразина –  $1,0 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-4}$  M. Шаг добавки  $1 \cdot 10^{-5}$  M. Кривые 1 – 3 показывают воспроизводимость сигнала)

ном растворе. Стабильный отклик тока достигался в течение 10 с. Очевидно, что данные хорошо подчиняются линейной зависимости тока от концентрации гидразина на всем исследуемом диапазоне концентраций. Установлено, что содержание частиц палладия оказывает существенное влияние на чувствительность электрода. Увеличение общего количества палладия в пленке привело к росту чувствительности, достигая насыщения при больших содержаниях палладия в пленке. Предел обнаружения найден равным 2 мкМ при соотношении сигнал/шум равном 3. Полученное значение является достаточно низким и говорит о том, что предложенный электрохимический метод определения гидразина является вполне конкурентоспособным методом контроля его содержания. Тестирование электродов на многократное использование в растворах содержащих  $1 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-4}$  M гидразина показало хорошую воспроизводимость полученных результатов. Из рисунка 3 видно, что хроноамперограммы для одного и того же электрода при повторении серии измерений в растворах фосфатного буфера с последовательными добавками гидразина хорошо воспроизводятся от опыта к опыту. Это позволяет сделать вывод о возможности использования электрода, модифицированного пленкой PEDOT:PSS/Pd в качестве вольтамперометрического сенсора для контроля содержания гидразина.

### Заключение

Изучены условия синтеза водных дисперсий полимерных композитов, содержащих палладий, и возможности получения на их основе палладий-содержащих модифицированных электродов PEDOT:PSS/Pd. Изучено электрохимическое поведение композитных пленок PEDOT:PSS/Pd на подложках из стеклоуглерода в растворах фосфатного буфера  $\text{pH} = 6,86$  в присутствии гидразина. Показано, что в растворах фосфатного буфера на электроде наблюдается одна волна окисления гидразина, высота которой линейно зависит от его концентрации. Изучены амперометрические отклики электрода на содержание гидразина в растворе.

### *Список литературы*

1. Sih, B. C. Metal Nanoparticle-Conjugated Polymer Nanocomposites / B. C. Sih, M. O. Wolf // *Chem. Commun.* – 2005. – P. 3375 – 3384.
2. Tsakova, V. How to Affect Number, Size, and Location of Metal Particles Deposited in Conducting Polymer Layers / V. Tsakova // *J. Solid State Electrochem.* – 2008. – Vol. 12. – P. 1421 – 1434.
3. The Electroanalytical Detection of Hydrazine : A Comparison of the Use of Palladium Nanoparticles Supported on Boron-Doped Diamond and Palladium Plated BDD Microdisc Array / C. Batchelor-McAuley [et al.] // *J. Royal Society of Chemistry.* – 2006. – Vol. 131. – P. 106 – 110.
4. Facile Synthesis of Pd Nanoparticle Modified Carbon Black for Electroanalysis : Application to the Detection of Hydrazine / J. Panchompoo [et al.] // *Electroanalysis.* – 2011. – Vol. 7. – P. 1568 – 1578.
5. Electrocatalytic Determination of Hydrazine by a Glassy Carbon Electrode Modified with PEDOP/MWCNTs-Pd Nanoparticles / S. Kim [et al.] // *Sensors and Actuators B: Chemical.* – 2010. – Vol. 153. – P. 246 – 251.
6. Electrocatalytic Oxidation and Detection of Hydrazine at Carbon Nanotube Supported Palladium Nanoparticles in Strong Acidic Solution Conditions / J. Zhao [et al.] // *Electrochimica Acta.* – 2011. – Vol. 56, No. 13. – P. 4930 – 4936.
7. Electrocatalytically Active Nanocomposite From Palladium Nanoparticles and Polyaniline: Oxidation of Hydrazine / S. Ivanov [et al.] // *Sens. Actuators, B.* – 2010. – Vol. 150. – P. 271 – 278. – DOI: 10.1016/j.snb.2010.07.004.
8. Synthesis of Well Dispersed Palladium Nanoparticles-Decorated Poly(O-Phenylenediamine) Colloids with Excellent Performance for Hydrazine Oxidation / F. Liao [et al.] // *Journal of Electroanalytical Chemistry.* – 2012. – Vol. 673. – P. 38 – 42.
9. Yin, K. “One-pot” Synthesis, Characterization, and NH<sub>3</sub> Sensing of Pd/PEDOT:PSS Nanocomposite / K. Yin, Zh. Zhu // *J. Synthetic Metals.* – 2010. – Vol. 160. – P. 1115 – 1118.
10. Kondratiev, V. V. PEDOT-Supported Pd Nanoparticles as a Catalyst for Hydrazine Oxidation / V. V. Kondratiev, T. A. Babkova, E. G. Tolstopjatova // *J. Solid State Electrochem.* – 2013. – Vol. 17. – P. 1621 – 1630.
11. Babkova, T. A. Oxidation of Hydrazine on Poly-3,4-Ethylenedioxythiophene Polymer Films with Inclusions of Palladium Nanoparticles / T. A. Babkova, V. V. Kondratiev, D. I. Shevaldysheva // *Russ. J. Electrochem.* – 2013. – Vol. 49. – P. 259 – 264. – DOI: 10.1134/S1023193513030038.

---

## **Voltammetric Determination of Hydrazine on Metal Polymeric Composite Electrode**

**A. M. Smolin<sup>1</sup>, V. V. Kondratyev<sup>2</sup>,  
E. G. Tolstopyatova<sup>2</sup>, N. P. Novoselov<sup>1</sup>**

*Department of Theoretical and Applied Chemistry,  
St. Petersburg State University of Technology and Design (1); Department  
of Electrical Chemistry, St. Petersburg State University (2), St. Petersburg;  
alexsmolin@himanalit.ru*

**Keywords:** amperometry; composite materials; cyclic voltammetry; electroanalysis; hydrazine; palladium particles; poly-3,4-ethylenedioxythiophene; voltammetric sensor.

**Abstract:** We examined the electrocatalytic oxidation of hydrazine on the electrode modified with a film of palladium-containing polymer composite in a phosphate buffer solution of pH = 6.86. Films were prepared from aqueous dispersions of poly-3,4-ethylenedioxythiophene, including polystyrene sulfonate polyanion and metallic palladium particle by depositing the dispersion on the electrode and subsequent drying. It is shown that there is a wave oxidation of hydrazine; its degree depends on the amount of palladium particles in the film and the concentration of hydrazine in solution. The range of detectable concentrations of hydrazine and the sensitivity of the electrodes was determined.

### References

1. Sih B.C., Wolf M.O. *Chem. Commun.*, 2005, pp. 3375-3384.
2. Tsakova V. J. *Solid State Electrochem.*, 2008, vol. 12, pp. 1421-1434.
3. Batchelor-McAuley C., Banks C.E., Simm A.O., Jones G.J., Compton R.G. *J. Royal Society of Chemistry*, 2006, vol. 131, pp. 106-110.
4. Panchompoo J., Aldous L., Downing C., Crossley A., Compton R.G. *Electroanalysis*, 2011, vol. 7, pp. 1568-1578.
5. Kim S., Jeong Y.N., Ahmed M.Sh., You J., Choi H.C., Jeon S. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2010, vol. 153, pp. 246-251.
6. Zhao J., Zhu M., Zheng M., Tang Y., Chen Y., Lu T. *Electrochimica Acta*, 2011, vol. 56, no. 13, pp. 4930-4936.
7. Ivanov S., Lange U., Tsakova V., Mirsky V.M. *Sens. Actuators, B*, 2010, vol. 150, pp. 271-278, DOI: 10.1016/j.snb.2010.07.004.
8. Liao F., Wang Zh., Guo T., Zhang T., Wu Zh. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 2012, vol. 673, pp. 38-42.
9. Yin K., Zhu Zh. *J. Synthetic Metals*, 2010, vol. 160, pp. 1115-1118.
10. Kondratiev V.V., Babkova T.A., Tolstopjatova E.G. *J. Solid State Electrochem.*, 2013, vol. 17, pp. 1621-1630.
11. Babkova T.A., Kondratiev V.V., Shevaldysheva D.I. *Russ. J. Electrochem.*, 2013, vol. 49, pp. 259-264, DOI: 10.1134/S1023193513030038.

---

## Woltamperbestimmung des Hydrazines auf der Metallpolymerkompositelektrode

**Zusammenfassung:** Es ist die elektrokatalytische Oxydierung des Hydrazines auf der Elektrode, die von Folie des polymeren Verbundwerkstoffs modifiziert ist, in den Lösungen der Phosphatbuffer pH = 6.86 erlernt. Die Folien des Modifikators waren aus den Wasserdispersionen des Polymeren des Poly-3,4-Ethylendioksithiophens erhalten, die das Polystyrolsulfonatpolianion und die Teilchen des metallischen Palladiums mittels des Auftragens der Dispersion auf die Elektrode und des nachfolgenden Austrocknens haben. Es ist gezeigt, dass eine Welle der Oxydierung des Hydrazins beobachtet wird, deren Höhe von der Zahl der Teilchen des Palladiums im Folie und der Konzentration des Hydrazines in der Lösung abhängte. Es ist der Umfang der bestimmten Konzentrationen des Hydrazines und die Sensibilität der Elektroden bestimmt.



## Définition voltampéremétrique de hydrazine sur une électrode composite métal polymère

**Résumé:** Est étudiée l'oxydation électrocatalytique de hydrazine sur une électrode modifiée par un film du composite polymère contenant le palladium dans les solutions de coussin de phosphate pH = 6.86. Les films du modificateur étaient reçus à partir des dispersions d'eau du polymère poly-3.4éthylènedioxithiophène. Est établie une gamme des concentrations définies de hydrazine et la sensibilité des électrodes.

---

**Авторы:** *Смолин Александр Михайлович* – аспирант кафедры теоретической и прикладной химии, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна»; *Кондратьев Вениамин Владимирович* – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой электрохимии; *Толстомятова Елена Геннадьевна* – кандидат химических наук, доцент кафедры электрохимии, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»; *Новоселов Николай Петрович* – доктор химических наук, профессор, директор института прикладной химии и экологии, заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна», г. Санкт-Петербург.

**Рецензент:** *Векслер Кирилл Владимирович* – кандидат химических наук, заместитель генерального директора по научной работе ОАО «ГосНИИхиманалит», г. Санкт-Петербург.

---