Functionalized Track-Etched Membranes For Electrochemical Toxic Metal Detection

Uliana Pinaeva[1], Nonkululeko Miya[2], Allen T. Gordon[3], Adeniyi Ogunlaja[3], and Alexander Nechaev[1]

[1]*Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia*
[2]*DSI/National Innovation Centre, Advanced Materials Division, Mintek, Randburg, South Africa*
[3]*Department of Chemistry, Nelson Mandela University, University Way, Summerstrand, 6031, Gqeberha, South Africa*
pinaeva@jinr.ru; +7(931)003-69-35

The efficient and accurate detection of toxic metals in environmental matrices remains an urgent unresolved problem. This work reports on the development of novel nanostructured membrane-electrodes for the sensitive electrochemical detection of mercury(II) ions in water. Nanoporous poly(vinylidene fluoride) membranes were fabricated by means of energetic ion irradiation and subsequent chemical etching of latent tracks. The objective of the present study was to achieve functionalization through radiation-induced graft polymerization to introduce mercury-specific binding ligands within porous structure. An investigation of the graft polymerization process is presented, including the chemical post-modification of the grafted polymers to enhance ligand density and metal ion pre-concentration efficiency. The resulting membrane-electrodes operate on a passive adsorption principle, enabling detection of trace analyte concentrations. The sensor design combines high sensitivity with important advantages, such as simplicity and portability, facilitating rapid *on site* water analysis without the need for complex instrumentation or sample pre-treatment. Furthermore, this functionalization strategy can be readily extended to other hazardous species, for instance, uranyl ions, by tailoring the ligand chemistry, thereby highlighting the versatility of the developed sensor platform.

References:

1. Apel, P. Track Etching Technique in Membrane Technology. *Radiation Measurements* **2001**, *34* (1-6), 559–566.
2. Mazzei, R.; Betz, N.; Bermúdez, G. G.; Massa, G.; Smolko, E. Submicroscopic Pores Grafted Using the Residual Sites Produced by Swift Heavy Ions. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* **2005**, *236* (1-4), 407–412.
3. Nasef, M. M.; Güven, O. Radiation-Grafted Copolymers for Separation and Purification Purposes: Status, Challenges and Future Directions. *Progress in Polymer Science* **2012**, *37* (12), 1597–1656.

Функционализированные трековые мембраны для электрохимического определения токсичных металлов

Ульяна Пинаева[1], Нонкулулеко Мия[2], Аллен Т. Гордон[3], Аденийи Огунладжа[3], Александр Нечаев[1]

[1]*Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н. Флерова, 141980 Дубна*
[2]*Национальный инновационный центр DSI, Отдел перспективных материалов, Минтек (Mintek), 2125, Рандбург, ЮАР*
[3]*Кафедра химии, Университет имени Нельсона Манделы (Nelson Mandela University), Юниверсити-Уэй, Саммерстранд, 6031, Гкеберха (Gqeberha), ЮАР*
pinaeva@jinr.ru; +7(931)003-69-35

Своевременное и надежное определение токсичных металлов в объектах окружающей среды по-прежнему остается актуальной нерешенной задачей. В работе представлена разработка новых наноструктурированных мембранных электродов для чувствительного электрохимического определения ионов ртути(II) в воде. Нанопористые мембраны из поливинилиденфторида были изготовлены методом облучения быстрыми тяжелыми ионами с последующим химическим травлением латентных треков. Целью настоящего исследования являлось проведение функционализации посредством радиационной прививочной полимеризации для введения лигандов, специфичных к ионам ртути, в пористую структуру мембраны. Изучен процесс прививочной полимеризации, включая химическую постмодификацию привитых полимеров с целью повышения плотности лигандов и эффективности предконцентрирования ионов металла. Полученные мембранные электроды функционируют на принципе пассивной адсорбции, обеспечивая определение следовых концентраций аналита. Конструкция сенсора сочетает высокую чувствительность с рядом практических преимуществ, в том числе простотой и портативностью, что позволяет проводить экспресс-анализ воды непосредственно на месте отбора проб без предварительной пробоподготовки. Кроме того, разработанная стратегия модификации может быть применена на другие опасные загрязнители, в частности ионы уранила, путем целенаправленного подбора химии лигандов, что свидетельствует об универсальности созданной сенсорной платформы.

Литература:

1. Apel, P. Track Etching Technique in Membrane Technology. *Radiation Measurements* **2001**, *34* (1-6), 559–566.
2. Mazzei, R.; Betz, N.; Bermúdez, G. G.; Massa, G.; Smolko, E. Submicroscopic Pores Grafted Using the Residual Sites Produced by Swift Heavy Ions. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* **2005**, *236* (1-4), 407–412.
3. Nasef, M. M.; Güven, O. Radiation-Grafted Copolymers for Separation and Purification Purposes: Status, Challenges and Future Directions. *Progress in Polymer Science* **2012**, *37* (12), 1597–1656.