

центрации палладия токи пиков при потенциале минус 0,15 В и 0,3 В увеличиваются, в то время как ток пик электроокисления висмута (при потенциале –0,3 В) уменьшается.

Изучен осадок палладий-висмут с помощью микроскопа JEOL JSM-7500FA с пространственным разрешением 1 нм; максимальным увеличением – 1000000 крат. Установлено, что осадок представляет собой ядро из палладия и оболочку из висмута (рис. 2).

Известно, что сплавы Pd–Bi образуют ряд интерметаллических соединений. Проведены термодинамические расчеты равновесного по-

тенциала висмут (III)-сплав висмут-палладий для разных ИМС. Установлено, что пик при потенциале минус 0,15 В, соответствует процессу селективного электроокисления висмута из ИМС Bi<sub>2</sub>Pd.

Определение палладия методом ИВ можно проводить как по пику электроокисления палладия ( $E_{\text{па}}=0,3$  В), так и по пику селективного электроокисления висмута из ИМС Bi<sub>2</sub>Pd ( $E_{\text{па}}=0,15$  В). Чувствительность определения палладия по пику селективного электроокисления висмута из ИМС Bi<sub>2</sub>Pd в два раза больше, чем по пику электроокисления палладия.

### Список литературы

1. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине.– М.: БИНОМ, 2010.– 416с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-ГЕНЕРИРУЕМЫХ РЕКОМБИНАЦИОННЫХ ЭКСИПЛЕКСОВ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ 1-(ФЕНИЛЭТИНИЛ)-БЕНЗОЛА И 1,4-БИС-(ФЕНИЛЭТИНИЛ)-БЕНЗОЛА

В.А. Санникова

Научный руководитель – к.х.н. А.Р. Мельников

Новосибирский государственный университет  
630090 Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2

Институт химической кинетики и горения СО РАН  
630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Институтская 3, Sannikova@kinetics.nsc.ru

В различных областях науки являются популярными ароматические соединения, содержащие этинильный фрагмент. Это связано с их уникальными электронными, структурными и люминесцентными свойствами. Простейшими представителями таких молекул являются 1-(фенилэтинил)-бензол (дифенилацетилен, ДФА) и 1,4-бис-(фенилэтинил)-бензол (БФЭБ). Такие соединения обладают жесткой линейной структурой, что позволяет использовать их в качестве строительной единицы для макроциклов и дендримеров, а также создавать на их основе различные электропроводящие полимеры для молекулярных проводов, устройств молекулярной фотоники, светодиодов и солнечных батарей. Недавно было показано, что молекула ДФА также оказывается удобным акцептором заряда для эффективной радиационной генерации эксиплексов в неполярных растворах. В данных

условиях образование эксиплексов происходит непосредственно после рекомбинации вторичной ион-радикальной пары  $A^-/D^+$ , где D – молекула донора электронов, A – молекула акцептора электронов. Такой канал генерации возбужденных комплексов, в отличие от стандартной для оптического возбуждения объемной диффузионно-контролируемой реакции между возбужденной молекулой и ее партнером, не зависит от времени жизни возбужденного состояния молекулы акцептора. Например, эффективное образование радиационно-генерируемых эксиплексов происходит в таких системах, как п-терфенил/N,N-диметиланилин (ДМА,  $\tau_{\text{ф}}=0,95$  нс) или ДФА/ДМА ( $\tau_{\text{ф}}=8$  пс), в которых время жизни возбужденного состояния акцептора довольно мало.

Введение заместителей в молекулу ДФА или БФЭБ может оказывать существенное влияние на их электронные, стерические и люминес-

центные свойства. Подобные изменения сильно влияют и на возбужденные комплексы этих молекул с переносом заряда – эксиплексы. Одним из наиболее интересных заместителей для детального исследования механизма образования эксиплексов в условиях рентгеновского облучения, а также изучения влияния заместителей на эффективность образования таких комплексов и их люминесцентные свойства, является фтор. Известно, что ион-радикалы фторсодержащих ароматических соединений обычно имеют характерные большие константы сверхтонкого взаимодействия, что позволяет использовать методы оптически детектируемого ЭПР (ОД ЭПР) и спектроскопии пересечения уровней (МАРИ спектроскопия) для изучения процессов, происходящих в растворе с их участием.

В данной работе по реакции кросс-сочетания Соногаширы были синтезированы несколько фторированных производных ДФА и БФЭБ: 1-(перфторфенилэтинил)бензол (5F-ДФА), N,N-диметил-4-(перфтор-фенилэтинил)анилин (NMe<sub>2</sub>-5F-ДФА), 1,4-бис(перфтор-фенилэтинил)-бензол (10F-БФЭБ), 1,4-бис(фенилэтинил)-перфторбензол (4F-БФЭБ). Для всех синтезированных молекул были определены квантовый выход и время люминесценции в циклогексане, которые для 5F-ДФА, 10F-БФЭБ, 4F-БФЭБ, БФЭБ и NMe<sub>2</sub>-5F-ДФА составили, соответственно, 0,01, 0,65, 0,77, 0,62, 0,20 и

< 200 пс, 580 пс, 610 пс, 570 пс, 770 пс. С помощью МАРИ спектроскопии были исследованы ион-радикалы синтезированных молекул. Было обнаружено, что NMe<sub>2</sub>-5F-ДФА в смеси с дейтеробензолом имеет характерный МАРИ спектр (зависимость производной интенсивности рекомбинационной люминесценции от величины внешнего магнитного поля) с дополнительными линиями в магнитных полях величиной 5 мТл и 8 мТл. Согласно предварительным квантово-химическим расчетам методом функционала плотности (uscam-b3lyp/epg-iii) константы СТВ в анион-радикале N,N-диметил-4-(перфторфенилэтинил)анилина равны: 1F – 13,34 мТл; 2F – 4,74 мТл ; 2F – 2,41 мТл.

Также было показано, что в условиях рентгеновского облучения при концентрации выше 1 мМ молекула N,N-диметил-4-(перфтор-фенилэтинил)анилина образует эксимеры, а в смесях с 10F-БФЭБ и 4F-БФЭБ образует рекомбинационные эксиплексы. Стоит отметить, что в данной системе оба компонента смеси имеют достаточно короткое время люминесценции (см. выше), что исключает возможность образования эксиплексов в объемной диффузионно-контролируемой реакции при используемых концентрациях компонентов смеси.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-03-00578.

## РАВНОВЕСИЕ КОНКУРЕНТНОЙ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ И ГЕРМАНИЯ (IV) ИЗ ХЛОРИДНЫХ РАСТВОРОВ НА АНИОНИТЕ АН-31

Е.А. Строганова<sup>1</sup>, А.Ю. Стрельникова<sup>2</sup>

Научный руководитель – к.х.н., доцент С.Г. Безрядин

<sup>1</sup>Оренбургский государственный университет

460018, Россия, г. Оренбург, пр. Победы 13, [stroganova\\_helen@mail.ru](mailto:stroganova_helen@mail.ru)

<sup>2</sup>Филиал РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина в г. Оренбурге

460047, Россия, г. Оренбург, ул. Юных Ленинцев 20, [anna\\_56\\_97@bk.ru](mailto:anna_56_97@bk.ru)

Разработка новых технологий добычи и концентрирования цветных и редких металлов является одним из приоритетных направлений развития науки. Особое внимание уделяется гидрометаллургическим схемам переработки твердых отходов медеплавильного производства. Поскольку на предприятиях основным методом концентрирования ионов цветных и редких металлов из растворов гидрометаллургической переработки полиметаллического сырья является

сорбция на ионообменные смолы, целью настоящей работы явилось исследование равновесия конкурентной сорбции ионов германия (IV) и меди (II) на низкоосновный анионит АН-31 (Cl<sup>-</sup>) из хлоридных растворов.

Подготовку сорбента осуществляли по методике ГОСТ 101986. Сорбцию проводили в статическом режиме при температуре 25±2 °С продолжительностью контакта раствора с сорбентом 5 суток с периодическим перемешивани-