

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Авакян Нанэ Арменовны «4,7-Функционализованные 1,10-фенантролин-2,9-диамиды: перспективные лиганды для связывания *f*-элементов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. – Органическая химия

Рассматриваемая работа посвящена актуальной теме – разработке методов синтеза высокоселективных лигандов для разделения *f*-элементов, исследованию их структуры и координационных свойств по отношению к актинидам и лантанидам. Использование таких лигандов лежит в основе создания в России замкнутого ядерного топливного цикла, который должен обеспечить более полное использование ядерного топлива и искусственных делящихся материалов, образующихся при работе ядерных реакторов. Автор выбрал для исследования один из наиболее перспективных классов лигандов для разделения *f*-элементов, диамиды 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты. Известно, что экстракционные свойства этих лигандов в существенной степени зависят от их строения, в том числе от типа функциональных групп в положениях 4 и 7 гетероциклического остова. Однако, общие методы функционализации диамидов 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты по положениям 4 и 7, в том числе позволяющие вводить в эти положения различные заместители, различающиеся по электронным свойствам, не были разработаны. В этой связи, диссертационная работы Авакян Н.А., посвященная разработке удобного метода синтеза 4,7-замещенных 1,10-фенантролин-2,9-диамидов, является, несомненно, актуальной и практически значимой.

Очевидна научная новизна разработанного автором препаративного метода синтеза 4,7-функциональных производных 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоксамидов, который открывает путь к созданию новых соединений, содержащих в положениях 4 и 7 ядра заместители практически любой природы. Эти вещества существенно расширяют круг потенциальных экстрагентов для извлечения и разделения *f*-элементов при переработке ОЯТ и комплексов переходных металлов для их использования в катализе и в дизайне люминофоров. В работе получен широкий набор новых соединений этого типа, исследовано их строение в твердом теле и в растворах, а также реакционная способность, включая координационные свойства по отношению к *f*-элементам. Получены новые комплексы диамидов 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты с нитратами лантаноидов и изучено их строение.

В своей работе Авакян Н.А. сочетала методы органического синтеза и координационной химии с современными физико-химическими методами и методами квантово-химического моделирования. Достоверность полученных в работе результатов и их новизна не вызывают сомнений. Выводы и рекомендации, сделанные на основе полученных результатов и сформулированные в диссертации, обоснованы. Результаты опубликованы в 6 научных работах в высокорейтинговых журналах.

Вместе с тем по автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Диссертант не приводит погрешности определенных им термодинамических величин ( $\Delta E$  и  $\Delta G$ ), а также коэффициентов распределения на рисунках 10 и 12.

2. На рисунке 12 не приведен состав экстрагента и не указаны какие концентрации лантанидов были в исходном водном растворе.

Однако, высказанные выше замечания не носят принципиальный характер и не влияют на общую положительную оценку данной диссертационной работы. Работа Авакян Н.А. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком экспериментальном и теоретическом уровне.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.3. Органическая химия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Авакян Нанэ Арменовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Аляпышев Михаил Юрьевич  
Доктор химических наук  
Заместитель начальника управления гидрометаллургии  
Акционерное общество «Полиметалл Инжиниринг»  
198216, Санкт-Петербург, пр. Народного Ополчения, д. 2  
alyapyshevmyu@pme.spb.ru  
Тел. 8(812)703-3191

Подпись Аляпышева М.Ю. удостоверяю:  
Главный специалист управления кадров  
АО «Полиметалл Инжиниринг»

Т. А. Кузнецова

« 6 » февраль 2024г.