

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чамкина Александра Андреевича  
«ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАТИОНА ФЕРРОЦЕНИЯ С ФОСФОРНЫМИ  
НУКЛЕОФИЛАМИ», представленной на соискание учёной степени кандидата  
химических наук по специальностям 02.00.08 – Химия элементоорганических  
соединений и 02.00.03 – Органическая химия

Реакции ароматического нуклеофильного замещения водорода являются одним из эффективных методов функционализации и периферийной модификации электронодефицитных аренов. Изучение закономерностей и особенностей механизмов таких реакций является ключом к управлению процессами органического синтеза, лежащими в основе производства реагентов многоцелевого назначения: мономеров, красителей, биологически активных веществ и других практически ценных соединений.

Взаимодействие катиона ферроценция с нуклеофилами в настоящее время является малоизученным. Некоторые из таких реакций приводят к разложению сэндвичевой структуры ферроценция, в связи с чем представляют малый интерес для металлоорганической химии. Другие процессы, приводящие к замещению в циклопентадиенильном кольце, плохо поддаются систематизации и в большинстве случаев имеют неясный механизм. Поэтому развитие исследований, связанных с изучением взаимодействия солей ферроценция с разнообразными нуклеофилами, в частности фосфорными, является актуальной задачей.

Диссертационная работа Чамкина Александра Андреевича посвящена систематическому изучению реакций солей ферроценция с широким кругом соединений фосфора (III): рядом третичных, вторичных и первичных фосфинов, аминофосфинов, фосфитов и ряда других.

Основное внимание автором уделяется исследованию взаимодействия солей ферроценция (преимущественно гексафторфосфата ферроценция) с разнообразными фосфорными нуклеофилами. Данные реакции приводят либо к замещению атома водорода в ароматическом кольце и образованию ферроценилфосфониевых солей, либо к замещению одного из циклопентадиенильных колец и образованию полусэндвичевых соединений, что зависит от электронных свойств фосфорного соединения. В рамках работы было обнаружено, что реакции солей ферроценция с донорными фосфорными нуклеофилами (третичными фосфинами и аминофосфинами) приводят к C-H функционализации циклопентадиенильного лиганда и образованию ферроценилфосфониевых солей, а реакции солей ферроценция с  $\pi$ -кислотными фосфорными нуклеофилами (фосфитами, фосфонитами) протекают с замещением циклопентадиенильного кольца. На основании полученных результатов препаративных и электрохимических экспериментов, а также данных расчетных методов исследования, показано, что

данные реакции протекают по механизму окислительного нуклеофильного замещения водорода.

Чамкиным Александром Андреевичем проведено достаточно интересное, логично спланированное исследование, выполненное на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. Проведенная работа обладает значительной научной новизной и значимостью, поскольку развивает новые подходы к направленной С-Н функционализации лигандов металлоорганических соединений и получению полусэндвичевых соединений, а также дает весьма полное теоретическое обоснование изученным процессам. Автореферат изложен ясно и профессиональным языком, что свидетельствует о научной квалификации диссертанта. Значимость проведенных исследований подтверждается наличием трёх публикаций в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

По актуальности, научной и практической значимости, достоверности полученных результатов, объему и законченности, настоящая работа, представленная Чамкиным Александром Андреевичем на соискание ученой степени кандидата химических наук, отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и заслуживает высокой оценки.

Главный научный сотрудник,  
заведующий лабораторией Металлоорганических  
и координационных соединений  
ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленного  
структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН,  
д.х.н., профессор РАН

Яхваров Д.Г.

06 октября 2020 года

