

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

**Федосова Ильи Александровича**

«Переработка метилтриэтоксисилана – побочного продукта синтеза метилсилана – в дефицитные кремнийорганические моно-, олиго- и полимеры», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности: 1.4.8 – Химия элементоорганических соединений.

Диссертационное исследование **И. А. Федосова** посвящено исследованию возможности переработки метилтриэтоксисилана  $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OEt})_3$  в различные привлекательные с практической точки зрения кремнийорганические соединения. Изначально метилтриэтоксисилан образуется в значительных количествах как побочный продукт при производстве метилсилана  $\text{CH}_3\text{SiH}_3$  – базового компонента при создании карбида кремния, ценнейшего материала для таких отраслей, как электроника или авиакосмическая промышленность. Поскольку производство метилсилана неуклонно растет, то вопрос о переработке метилтриэтоксисилана очень важен и делает задачу, заявленную в теме диссертационного исследования, весьма актуальной.

Диссертационная работа **Федосова И. А.** изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 19 таблиц, 23 рисунка, а также 7 приложений, в которых приведены 4 схемы установок и 3 акта внедрения. Библиографические ссылки включают 153 источника. Работа скомпонована по классической схеме и содержит разделы: Введение, Глава 1 – Литературный обзор, Глава 2 – Обсуждение результатов, Глава 3 – Экспериментальная часть, Выводы; Список цитируемой литературы и Приложения.

Во Введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель работы и задачи в рамках этой цели, показана научная новизна и практическая значимость, а также представлен личный вклад автора, информация об апробации работы и публикациях.

В Литературном обзоре (Глава 1) подробно и всесторонне описаны современные перспективные исследования в области применения метилсилана в сфере высоких технологий, за исключением электроники. Завершает раздел краткий обзор возможных направлений использования метилтриэтоксисилана, побочно образующегося при производстве метилсилана. Эта часть плавно подводит к основному содержанию диссертационной работы **Федосова И. А.** – исследованию возможностей превращения метилтриэтоксисилана в другие важные для практического применения вещества и композиции. Таким образом обосновывается выбор основных целей работы и способов их достижения.

В Главе 2 проведено подробное обсуждение полученных в ходе экспериментов результатов. Так, на первой стадии была исследована возможность использования реактива Гриньяра  $C_6H_5MgCl$  для синтеза метилфенилдиэтоксисилана и метилдифенилэтоксисилана, представляющих большой интерес с точки зрения их последующего использования. Далее была изучена возможность применения этих соединений для получения метилфенилсилоксановых жидкостей с помощью известного в литературе метода ацидогидролитической поликонденсации. В результате был синтезирован и тщательно охарактеризован широкий ряд линейных и циклических метилфенилсилоксанов. В свою очередь, на основе этих метилфенилсилоксанов был получен большой набор продуктов. Так, были разработаны усовершенствованные технологические режимы получения

продукта ТМФТ, было исследовано влияние различных параметров на ММР продуктов в процессах каталитической полимеризации циклических метилфенилсилоксанов. Кроме того, был исследован синтез олигомерных метилфенилспироциклоксилоксанолов, а также изучена возможность использования метилтриэтоксисилана для получения антиадгезионных смазок. Примечательно, что в большом количестве экспериментов исследования проводились с применением бесхлорных технологий, так что описанные синтезы, процессы и превращения помимо прочих аспектов привлекательны как экологически значительно более безвредные по сравнению с ранее известными.

Завершают диссертационную работу Экспериментальная часть с подробным описанием методик проведенных экспериментов, Выводы и Список цитированных литературных источников. Следует отметить, что сформулированные **Федосовым И. А.** выводы в полной мере отражают содержание работы и полученные в ходе нее результаты.

Представленная работа выполнена на высоком экспериментальном уровне, достоверность полученных результатов обеспечивается их воспроизводимостью в большом количестве экспериментов, совпадением полученных экспериментальных данных с ожидаемыми результатами аналитических измерений, таких как элементный анализ, спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{29}\text{Si}$ , хромато-масс-спектрометрия и др. Для разделения и очистки продуктов использовались такие современные методы, как ГЖХ, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), гель-проникающая хроматография (ГПХ) и др.

Результаты проведенных исследований изложены в 9 научных статьях в ведущих рецензируемых отечественных журналах, рекомендованных ВАК, 2

патентах на изобретение, а также были представлены на двух конференциях, что подчеркивает актуальность, достоверность и научную новизну проведенных исследований.

В целом основные научные результаты, полученные диссертантом, сводятся к следующему:

- Разработана и успешно внедрена схема утилизации метилтриэтоксисилана в различные кремнийорганические моно-, олиго- и полимеры, востребованные авиационной, космической и электронной промышленностью.
- Определены условия превращения метилтриэтоксисилана под действием фенилмагниихлорида в моно- и дифенилпроизводные.
- Разработан способ получения смеси и индивидуальных низших метилфенилциклосилоксанов и условия их промышленного применения в синтезе тетракис(олигометилфенилсилокси)титана и линейных высокомолекулярных  $\alpha,\omega$ -дигидроксиметилфенилсилоксанов.
- Показана возможность применения продуктов фенилирования метилтриэтоксисилана в синтезе высококипящих метилфенилсилоксановых жидкостей.
- Разработан и внедрен в производство эффективный способ получения стабильных олигометилфенилспироциклосилоксанолов.
- Разработан способ получения поли(органо)(гидрокси)силоксанов, который обеспечивает высокий выход продуктов и успешно используется в промышленном масштабе для получения антиадгезионных смазок.

Диссертация характеризуется логичным изложением материала и представляет собой целостное исследование в области химии

элементоорганических соединений. В качестве замечаний можно отметить небольшое количество орфографических ошибок и опечаток, а также явную склонность автора к построению сложных грамматических конструкций, из-за чего в некоторых случаях происходит рассогласование частей предложения между собой.

Однако эти замечания ни в коей мере не затрагивают основные выводы диссертации и научные положения, которые защищает автор этой работы. Обсуждаемая работа – цельное и законченное в рамках сформулированных задач научное исследование, которое вносит существенный вклад в химию элементоорганических соединений.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Публикации по теме исследования в полной мере отражают материалы работы, представленной к защите. Сделанные по материалам экспериментальных исследований выводы вполне логичны, достоверны и обоснованы.

Учитывая изложенное выше, считаю, что диссертационная работа **Федосова И. А.**: «Переработка метилтриэтоксисилана – побочного продукта синтеза метилсилана – в дефицитные кремнийорганические моно-, олиго- и полимеры», выполнена на высоком уровне и по актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям пунктов 9 – 14 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 (в редакции от 01 октября 2018 года), предъявляемым к диссертационным работам на соискание кандидатской степени, а соискатель – **Федосов Илья Александрович**, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени

кандидата химических наук по специальности 1.4.8 – Химия элементоорганических соединений.

Официальный оппонент

Доктор химических наук (02.00.08 – химия элементоорганических соединений)

старший научный сотрудник лаборатории  $\pi$ -комплексов переходных металлов  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук (ИНЭОС РАН)



Муратов Дмитрий Викторович

Подпись Муратова Д.В. заверяю

Ученый секретарь ФГБУН ИНЭОС РАН им. А.Н.Несмеянова,  
кандидат химических наук



Е.Н. Гулакова

Почтовый адрес: 119334, Москва, ул. Вавилова, д. 28, стр. 1,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук (ИНЭОС РАН)

тел. +7 (499)135-92-02

e-mail: muratov@ineos.ac.ru

«17» мая 2024 г.