

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белова Павла Павловича на тему  
«Разработка эффективных процессов синтеза декаборана и технологии его получения»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.6.7 «Технология неорганических веществ»

В настоящее время карбораны находят широкое применение в качестве высокоэнергетических материалов в ракетно-космической отрасли, материалов для бор-нейтронозахватной терапии, компонентов для производства высокопрочных полимерных материалов и пр. В рецептурах адгезивов для машиностроения замещенные карбораны демонстрируют высочайшие результаты по термостойкости получаемых соединений.

Декаборан  $B_{10}H_{14}$  является одним из ключевых полупродуктов в производственных цепочках получения карборанов, его пиролитические методы синтеза предъявляют чрезвычайно высокие требования к пожаровзрывоопасности производства. Актуальность представленной работы не вызывает сомнений, так как предлагаемые новые подходы получения декаборана позволяют создать технологию и более безопасное производство.

Работа Белова П.П. посвящена исследованию синтеза декаборана и разработке опытного производства данного продукта. Автором подробно изучены процессы синтеза тетрадекагидроундекаборат-иона ( $B_{11}H_{14}^-$ ) взаимодействием боргидрида натрия с алкилгалогенидами, окисления получаемого аниона до целевого декаборана различными окислителями, исследованы побочные продукты каждого процесса. Для создания опытного производства выбраны оптимальные условия синтеза из отечественного сырья.

В своей работе Белов П.П. использовал современные физико-химические методы исследований – ЯМР- и ИК-спектроскопию, хроматографические методы и др.

Таким образом, диссертационная работа Белова П.П. выполнена на высоком экспериментальном и научном уровне и представляет собой целенаправленное и законченное исследование. Полученные автором результаты опубликованы в известном журнале, обсуждены на международных и российских конференциях и являются патентоспособными.

Автореферат дает необходимое представление о диссертационной работе Белова П.П. и полностью соответствует требованиям ВАК.

К автореферату имеется ряд замечаний:

– в автореферате отсутствуют краткое описание итогового техпроцесса получения декаборана и основные количественные характеристики процесса, такие как съём продукта с литра реакторного оборудования, количество отходов и др.;

– не указаны технические требования к сырью и характеристики товарного декаборана;

– в автореферате говорится об обеспечении потребностей основных отечественных потребителей карборановых соединений, однако работа посвящена декаборану.


Указанные замечания имеют дискуссионный характер, не снижают высокую положительную оценку работы и не влияют на основные научные и практические результаты диссертации.

На основании вышеизложенного следует, что диссертационная работа Белова П.П. «Разработка эффективных процессов синтеза декаборана и технологии его получения» полностью отвечает требованиям п.п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых


степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Белов Павел Павлович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7 «Технология неорганических веществ».

Отзыв составлен:

Начальник отделения теплозащитных  
композиционных материалов, покрытий,  
адгезивов и компаундов  
АО «Композит», к.т.н.

  
В.А. Дьяконов  
«24» января 2023 г.


Начальник группы синтеза специальных  
полимерных материалов  
АО «Композит», к.х.н.

  
Д.Е. Архипов  
«24» января 2023 г.

Подписи Дьяконова Виктора Александровича и Архипова Дмитрия Евгеньевича заверяю

Первый заместитель генерального директора  
АО «Композит»



  
А.Э. Дворецкий  
«24» января 2023 г.

Полный адрес организации: 141070, Россия, Московская область, г. Королев, ул.  
Пионерская, д. 4. Акционерное общество АО «Композит».

Тел. +7 (495) 513-22-56, 513-20-49

Факс 7 (495) 516-06-17, 513-21-62

E-mail: info@kompozit-mv.ru