

## ОТЗЫВ

официального оппонента, заведующего кафедрой ХТПП и ПК ИТХТ имени М.В. Ломоносова РТУ МИРЭА, доктора технических наук, профессора Симонова-Емельянова Игоря Дмитриевича на диссертацию Ву Суан Шона на тему «Метакриловые производные олигофосфазенов и их использование для модификации полимерных композиционных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Олигомерные, полимерные фосфазены известны и привлекают внимание исследователей благодаря ряду уникальных свойств, однако к настоящему времени известно лишь ограниченное число их использования в полупромышленных масштабах, в частности, для экстракционного извлечения тяжелых металлов из промышленных и сточных вод.

Разработка новых методов синтеза и видов соединений на основе фосфазенов позволит существенно расширить диапазон их применения.

Диссертант на основании анализа литературных данных и патентов основным направлением своих исследований выбрал разработку нового метода синтеза фосфазенсодержащих метакриловых олигомеров (ФМО) на основе взаимодействия фосфазен-эпоксидных олигомеров (ФЭО) с метакриловой кислотой и установление состава и строения получаемых олигомеров различными физико-химическими методами.

Представленная диссертационная работа направлена на решение **актуальной научной задачи** по разработке метода синтеза новых ФМО, которые могут быть использованы для модификации полимеров акрилового ряда и восстановительных стоматологических полимерных материалов в области медицинской техники.

Следует отметить, что в настоящее время в качестве модификаторов базовых композиций медицинского назначения используются метакрилоксипропилсилсесквиоксаны, которые обладают практически всеми

необходимыми физико-химическими и механическими характеристиками, кроме такого важного показателя как адгезия к тканям зуба и металлам.

Автор логично предположил, что в связи с широким применением фосфорсодержащих составов для улучшения адгезии к металлу (фосфатирование поверхности), а также наличием в ткани зуба до ~80% гидроксиапатита, фосфазенсодержащие метакрилаты могут способствовать повышению адгезии к обоим указанным субстратам, а также хорошо термодинамически совмещаться с базовыми материалами на основе акрилатов.

Основной задачей синтетической части диссертационной работы является установление оптимальных условий реакции фосфазенсодержащих эпоксидных олигомеров с метакриловой кислотой, включающей синтез исходных фосфазен-эпоксидных олигомеров (ФЭО) с уменьшенным содержанием атомов хлора, синтез фосфазен-эпоксидных олигомеров со спироциклами и синтез фосфазен-метакрилатных олигомеров.

Структура и строение исходных ФЭО, синтезированных автором, подробно изучены и охарактеризованы с помощью информативных современных методов: ЯМР-спектроскопия, MALDI-TOFF масс-спектрометрия и функционального анализа.

Основным в диссертации является раздел, посвященный синтезу фосфазенсодержащих метакриловых олигомеров (ФМО), в котором изложены и обсуждены основные закономерности и механизмы реакции ФЭО с метакриловой кислотой.

Представлены зависимости выхода синтезируемых олигомеров от температуры и времени процесса при его проведении в избытке метакриловой кислоты, выступающей также в качестве растворителя. Установлено, что реакция протекает, как и в случае органических эпоксидов, без раскрытия и трансформации фосфазенового цикла. Найдено оптимальное соотношение эпоксифосфазен : метакриловая кислота и с использованием ЯМР-спектроскопии и MALDI-TOF спектрометрии охарактеризован ряд ФМО с

различным содержанием фосфора. Проведена оценка способности ФМО к самопроизвольной полимеризации и установлены условия и сроки хранения ФМО.

В данном разделе несколько настораживает фраза о недостаточной воспроизводимости данных масс-спектрометрии, что, по предположению диссертанта, может быть связано с частичной деструкцией ФМО под действием высокоэнергетического лазерного излучения. Представляется, что диссертанту следовало бы более детально исследовать эти превращения.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в оптимизации параметров синтеза новых фосфазенсодержащих метакриловых олигомеров (ФМО), установлении их строения и структуры, а также регулировании содержания функциональных групп в ФМО с целью повышения адгезии к металлам и тканям зуба модифицированной базовой пломбировочной композиции.

Использование автором в работе полностью замещенных эпоксициклотрифосфазенов представляется достаточно новым, однако, по мнению оппонента, более перспективными могли бы быть аналоги с частично незамещенными атомами хлора, которые в процессе реакции могли бы образовать связи типа Р-ОН и повышать, тем самым, адгезионные характеристики фосфазен-метакриловых олигомеров.

Несомненный интерес представляют данные, полученные диссертантом, по исследованию продуктов нового синтеза – ФМО в качестве сшивающих агентов при сополимеризации с метилметакрилатом, а также для модификации стоматологических композиционных материалов с целью повышения адгезии.

В результате автором установлено, что минимальные количества ФМО (~ 1 масс. %) способствуют формированию трехмерной структуры при сополимеризации с метилметакрилатом, а введение 5-10 масс. % ФМО в качестве модификатора базовой пломбировочной композиции увеличивает в 3-

4 раза ее адгезию к тканям зуба и металлам при сохранении основных характеристик.

Следует указать, что диссертантом упущена возможность для повышения адгезии пломбирующих композиций за счет использования ФМО в качестве модификаторов-аппретов поверхности стеклянного порошкообразного наполнителя, входящего в состав таких стоматологических материалов.

Все это дает основание полагать, что разработанные автором фосфазен-метакрилатные олигомеры имеют хорошие перспективы для дальнейшего практического применения

Таким образом, **практическая значимость** работы не вызывает сомнений.

Сделанные выше некоторые замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, в которой разработан способ получения новых фосфазенметакрилатных олигомеров и показана возможность их применения в производстве более эффективных стоматологических восстановительных материалов.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов в частях «Химико-физические методы модификации синтетических полимеров; испытание и определение физико-механических характеристик синтетических полимерных материалов».

Автореферат и опубликованные научные труды соответствуют основному содержанию диссертации.

Диссертация Ву Суана Шона является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты

принадлежат Ву Суану Шону, они **оригинальны, достоверны** и отличаются научной новизной и практической значимостью.

На основании вышеизложенного, учитывая научную зрелость автора, актуальность, научную новизну и практическую значимость работы, а также ее соответствие требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (Приказ от 17 сентября 2021 года, № 1523), предъявляемым к кандидатским диссертациям, считаю, что автор диссертации Ву Суан Шон достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой ХТПП и ПК  
ИТХТ имени М.В. Ломоносова  
РТУ МИРЭА

  
И.Д. Симонов-Емельянов

16.06.2022

Подпись И.Д. Симонова-Емельянова заверяю  
Первый проректор РТУ МИРЭА

  
Н.И. Прокопов

Индекс, почтовый адрес места работы: 119454 г. Москва, проспект Вернадского, дом 78.

Рабочий e-mail, рабочий телефон: igor.simonov1412@gmail.com; +7(495)246-05-55 доб. 415.