

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Запорникова Вячеслава Андреевича
**«Разработка полимерных материалов на основе поликарбоната для
создания медицинских инструментов»,**
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.06 - технология и переработка полимеров и
композитов

Создание новых полимерных материалов для медицины является одним из перспективных направлений современной науки и технологии. В диссертационной работе Запорникова Вячеслава Андреевича разработан широкий спектр композиционных материалов на основе поликарбоната с улучшенными эксплуатационными и технологическими показателями для использования при производстве медицинских инструментов и оборудования, поэтому **актуальность** работы не вызывает сомнений.

Научная новизна работы Запорникова В.А. состоит в том, что в ней созданы принципиально новые композиционные материалы на основе поликарбоната для использования их в медицинских целях; разработаны комплексные методы исследования и направленного регулирования структуры и свойств композитов на основе поликарбоната; разработан и оптимизирован технологический процесс получения базальтопластиков на основе поликарбоната.

Техническая новизна полученных результатов в работе Вячеслава Андреевича подтверждена 1 патентом.

Практическая ценность результатов работы Запорникова В.А. не вызывает сомнений. Проведенные исследования и полученные результаты работы позволяют расширить номенклатуру полимерных композитов на основе поликарбоната с улучшенными прочностными и эксплуатационными характеристиками.

Структура диссертации

Диссертация включает в себя введение, раскрывающее актуальность предпринятого исследования; обзор литературы, посвященный рассмотрению основных характеристик компонентов (поликарбоната, волокнистых и дисперсных наполнителей), содержащихся в полимерном композите; раздел, в котором изложены результаты экспериментов и их обсуждение; выводы; библиографический список из 105 наименований. Диссертация изложена на 134 страниц машинописного текста, включая 45 рисунков и 22 таблицы.

Содержание работы в целом достаточно полно отражено в рисунках и таблицах. Полученные результаты подробно обсуждены в соответствующих разделах и обобщены в выводах.

При разработке полимерных материалов для медицинских целей предъявляются весьма строгие требования. Полимеры медицинского назначения должны обладать не только хорошими физико-механическими показателями, но и иметь высокую стойкость к агрессивным средам, выдерживать различные условия стерилизации, а также характеризоваться высокой токсикологической безопасностью в контакте с живым организмом и стабильностью к термоокислительной деструкции при переработке. В этом плане поликарбонаты являются благоприятными при разработке материалов медицинского назначения. Они широко применяются, например, при производстве шприцов, хирургических инструментов, искусственных легких и пр. Однако задача снижения стоимости полимерного материала, повышения его прочности, особенно стойкости к растрескиванию остается первоочередной. В диссертационной работе Запорникова В.А. для решения поставленной задачи проведена разработка ряда композиционных материалов на основе поликарбоната, содержащих полимерные модификаторы, волокнистые и дисперсные наполнители, как в виде двух-

компонентных систем, так и многокомпонентных. Это также позволяет оптимизировать технологический процесс переработки и улучшить эксплуатационные характеристики требуемых композиционных материалов, снизить их стоимость.

Известно, что поликарбонаты неустойчивы при некоторых условиях стерилизации, это сопровождается пожелтением изделий и потерей прочности, что является одним из основных ограничений для повторного использования медицинских изделий. Наиболее эффективным способом устранения этих недостатков может быть модификация поликарбоната соответствующими добавками.

В главе 4.1 автором приводится обоснованный выбор модифицирующих добавок и наполнителей, в том числе наноразмерных добавок и полых стеклянных микросфер. Наполнители и модификаторы рассматриваются с точки зрения улучшения тех или иных свойств поликарбоната. Так введение в поликарбонат блоксополимера СЕБС в количестве до 5 мас.% и АБС- пластика – до 25 мас. % позволяет повысить ударную вязкость, а значит и трещиностойкость изделий, а также снизить температуру стеклования полимера, что улучшает условия переработки.

Использование наполнителей для улучшения физико-механических показателей полимера – известный прием в переработке пластмасс. Правильный выбор наполнителей позволяет в значительной степени изменить свойства полимерного материала. В работе Запорникова В.А. использовались наиболее перспективные дисперсные и волокнистые наполнители, а именно, углеродные нанотрубки, стеклянные микросферы, стеклянные и базальтовые волокна, использование которых для приготовления композиций ряда полимеров привело к благоприятным результатам. Введение в поликарбонаты углеродных нанотрубок до 0,4 мас.% вызывает увеличение прочности на разрыв и изгиб, снижение усадки, поверхностной твердости и износостойкости за счет увеличения однородности системы. Также реологические исследования

свидетельствовали об увеличении скорости сдвига наполненного поликарбоната по сравнению с исходным полимером, что сказывается на улучшении технологичности композиции. Сравнительный анализ действия различных углеродных наноструктур таких, как углеродные нанотрубки, полученные в присутствии катализатора Mo/Co при концентрации 0,5 и 5%, а также углеродные нановолокна и нанографены, показал, что наилучшие показатели имели композиционные материалы, содержащие углеродные нановолокна и нанотрубки (при содержании катализатора 5%), которые имели более низкую удельную поверхность.

Также в качестве дисперсных наполнителей были выбраны стеклянные микросферы, способствующие повышению прочности, снижению плотности материала, уменьшению абразивного износа оборудования. Методом АСМ диссертанту удалось установить, что введение микросфер в поликарбонатную матрицу до 0,2 мас.% изменяет надмолекулярную структуру полимера вследствие изменения размера фибрил, при этом режим переработки не приводит к изменению размера самих частиц, способствуя их равномерному распределению по объему материала. Все это в свою очередь влияет на увеличение прочности и технологичности материала.

В своей работе Запороников В.А. при разработке композиционных материалов на основе поликарбоната рассматривает вопросы не только улучшения свойств полимерного материала, его технологичности, но и снижения материальных затрат на его изготовление, поскольку в большинстве случаев медицинские изделия из полимеров предназначены для одноразового использования. В этой связи диссертант предлагает использование волокнистых наполнителей – стеклянного и базальтового. Для получения качественных композиций для медицинских целей была предложена усовершенствованная технологическая схема производства. Благодаря данному технологическому процессу удается ввести волокнистого наполнителя не менее 30 мас.%, тщательно гомогенизировать смесь и добиться равномерного распределения волокон в композитном материале.

Было показано, что наилучшими показателями (глава 4.2) обладают композиции, содержащие 30 мас.% базальтового волокна, а наилучшей технологичностью – стеклонаполненные композиции. Для снижения нагрузки на оборудование при переработке наполненных композиций было предложено использование термоэластопластов. Наибольшим положительным синергизмом при изменении свойств обладает композитный материал на основе поликарбоната, содержащий 30 мас.% базальтового волокна, 1 мас.% микросфер и 3 мас.% термоэластопласта СЕБС, когда происходит увеличение прочности при изгибе и растяжении, снижается усадка. Наиболее интересным методом, использованным автором при изучении структуры композиционного материала, является метод атомно-силовой микроскопии.

В главе 4.3 рассматриваются вопросы, связанные с изучением диэлектрических свойств изучаемых композитов. Автор исследовал диэлектрические свойства композиций поликарбоната с АБС-пластиком и базальтовым волокном. Электроизоляционные свойства ПК снижаются после введения добавок: диэлектрические потери композиций при введении АБС или базальтового волокна возрастают в 3-4 раза, однако диэлектрическая проницаемость не меняется.

Глава 4.4 является самой важной с точки зрения формулировки темы диссертационной работы, так как разрабатываемый материал планируется использовать в сфере здравоохранения в качестве медицинского инструмента. В этой главе автор представил токсикологические испытания разработанных композитов на содержание бензапирена, формальдегида, ацетальдегида и фенола, так как присутствие данных веществ в изделиях медицинского назначения строго контролируется в соответствии с нормативной документацией. Выполненные токсикологические исследования показали, что полученные композиции на основе ПК с углеродными нанотрубками, а также многокомпонентные системы, содержащие термоэластопласт, стеклянные микросферы и базальтовое

волокно не превышают критериев токсичности и могут использоваться для получения медицинских инструментов, что подтверждается прилагаемым актом.

В главе 4.5 автор рассмотрел возможность вторичной переработки поликарбоната, что является дополнительным плюсом к выполненной работе, поскольку медицинские изделия зачастую являются одноразовыми. Были получены хорошие технологические и прочностные параметры для композиций, содержащих вторичный поликарбонат. Также автор предложил использовать термоудар как метод косвенного изучения трещиностойкости поликарбоната.

В выводах диссертации автор резюмирует проделанную работу, как с научной, так и с практической точки зрения.

Достоверность результатов исследований подтверждается использованием проверенных средств измерений, современных компьютерных программ и стандартных методик.

Практическая значимость работы не вызывает сомнений. Разработанные материалы прошли успешные испытания в ООО «Гаммапласт» и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», что подтверждено актами.

В тоже время по работе можно сделать следующие замечания и рекомендации:

1. Разработанные материалы предполагается использовать в медицинских целях, однако вопрос стерилизации не рассматривался. В связи с этим возникает вопрос, можно ли стерилизовать полученные материалы и какими методами?
2. В качестве объектов исследования были выбраны три марки поликарбонатов, однако не ясно, какому типу полимера отдается предпочтение при разработке композитов?

3. При оформлении диссертации автором допущены опечатки и неточности. В ряде случаев рисунки оформлены нечетко, прочтение некоторых из них затруднено из-за некорректных надписей.

Отмеченные вопросы и замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Запорникова В.А. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые технические решения, вносящие вклад в технологию переработки композиционных материалов.

Текст автореферата полностью отражает основные положения диссертации. Основные результаты изложены в 1 российском патенте, 3 статьях в журналах из списка ВАК, и 5 тезисов докладов.

Работа соответствует паспорту специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов по пункту 2. Физико-химические основы технологии получения и переработки полимеров, композитов и изделий на их основе, включающие стадии синтеза полимеров и связующих, смешение и гомогенизацию композиций, изготовление заготовок или изделий, их последующей обработки с целью придания специфических свойств и формы; и по пункту 3. Физико-химические основы процессов, происходящих в материалах на стадии изготовления изделий, а также их последующей обработки.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что диссертация Запорникова В.А. «Разработка полимерных материалов на основе поликарбоната для создания медицинских инструментов» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, и соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а её автор Запорников Вячеслав

Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 - технология и переработка полимеров и композитов.

Кандидат технических наук,
Старший научный сотрудник
лаборатории криохимии (био)полимеров
ИНЭОС РАН им. А.Н. Несмеянова

Е.А. Подорожко

ПОДПИСЬ *Подорожко Е.А.*
УДОСТОВЕРЯЮ
ОТДЕЛ КАДРОВ ИНЭОС РАН



Подорожко
04.12.15

Е.А. Подорожко

Кандидат технических наук,
Старший научный сотрудник, лаборатории криохимии (био)полимеров
ИНЭОС РАН им. А.Н. Несмеянова
адрес: 119991, Россия, ГСП-1, г. Москва, В-334, ул. Вавилова, д. 28.
тел.: (499) 135 64 92
e-mail: epodorozhko@mail.ru