

ОТЗЫВ

официального оппонента

д.т.н., профессора Стоянова Олега Владиславовича

на диссертационную работу

Бородулина Алексея Сергеевича

«Совершенствование технологии процесса пропитывания волокнистых наполнителей полимерными и олигомерными связующими»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов»

1. Актуальность темы исследования.

Известно, что качество пропитывания армирующих волокон во многом определяет свойства будущего изделия из полимерного композиционного материала.

В последнее десятилетие, в связи с постоянно увеличивающимися объемами производства изделий из углепластиков, все большую актуальность приобретает проблема использования отходов текстильного производства: углеродных волокон, лент и тканей. Такие короткие волокна имеют существенный разброс в размерах, поэтому актуальной является задача определения оптимальных технологических режимов на операциях перемешивания.

В условиях динамического смачивания волокон формируется неравновесный контакт «связующее – волокно». В этой связи остаются открытыми вопросы об оптимальной скорости и давлении пропитывания, а также вопросы о течении связующего в межволоконном пространстве.

Поэтому диссертация А.С.Бородулина, посвященная совершенствованию процесса пропитывания волокон связующими при использовании различных типов наполнителей (как волокнистых, так и дисперсных), является **актуальной.**

2. Структура и оценка содержания диссертации.

Диссертация состоит из 130 стр. машинописного текста, содержит 7 таблиц и 40 рисунков. В ее состав входит введение, шесть глав, выводы, список литературы и приложения. Актуальность темы исследования, цель работы, решаемые задачи, научная новизна и практическая значимость изложены **во введении**, В этом же разделе приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе автор изложил литературные сведения о современных технологиях производства изделий из волокнистых полимерных композиционных материалов, методах оценки качества изготовления таких изделий, основных законах вискозиметрии и течения жидкости в капиллярах, методах моделирования процессов течения.

В качестве замечания по первой главе следует отметить, что, к сожалению, в литературном обзоре диссертации затронуты общие вопросы реологии и пропитки, а анализ технологических работ, посвященных пропитке, представлен недостаточно, хотя в литературе таких публикаций много.

Во второй главе приведено описание объектов и методов исследования: рабочих жидкостей, армирующих волокон, использованных методик.

Третья глава посвящена изучению капиллярного течения различных жидкостей в волокнистых образцах, протекающих в режимах смачивания и фильтрации. Автор предположил наличие граничных слоев жидкостей, структурированных поверхностью волокна и привел данные расчетов их некоторых характеристик.

В четвертой главе изложены результаты исследования реологических свойств дисперсно-армированных полимерных композитов. Различие в реологическом поведении материалов объяснено эффектом структурирования связующего волокнами, различающимися величиной удельной поверхности (ЛУП и ЛУ-3).

В пятой главе описано математическое моделирование капиллярного течения жидкостей. Автором сделан вывод о том, что формируется двухслойный поток, в приграничном слое которого жидкость движется турбулентно с нулевым расходом, а в осевом – ламинарно.

В шестой главе представлены прикладные результаты диссертации. К ним относятся уравнение для расчета угла смачивания волокон по значениям критических давлений, методика определения пределов текучести граничных слоев жидкостей, расчет параметров устойчивости турбулентного слоя жидкости, имеющих практическое значение в технологии синтеза искусственных волокон.

3. Методологическая основа исследований.

Методология исследования адекватна поставленным задачам и включает широкое использование современной измерительной аппаратуры.

Кинетику пропитывания непрерывных волокон различной химической природы при использовании рабочих жидкостей и эпоксидных связующих изучали на специально спроектированной установке, новизна которой подтверждена патентом РФ на изобретение.

Реологические характеристики связующих, в состав которых вводили дисперсный наполнитель, определяли на ротационном вискозиметре «Реотест - 2».

Анализ микроструктур образцов стекло- и углепластиков в диссертационной работе проводился с помощью электронного микроскопа PhenomPro-X и рентгеновского микротомографа высокого разрешения марки SkyScan 1172.

Механические испытания проводились стандартными методами, принятыми для полимерных композиционных материалов.

4. Анализ новизны результатов, обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

В работе сформулировано 5 пунктов научной новизны, которая, по мнению автора, заключается в разработке нового метода определения геометрических размеров и прочности граничных слоев в системе связующее - наполнитель, экспериментальном доказательстве бингамовской структуры граничных слоев жидкостей, возникающих на поверхности волокон, в новой трактовке дилатантного и псевдопластического состояний эластомерных композиций, армированных дискретными волокнами и порошками, новизне теоретической модели капиллярного течения жидкостей, которая включает в себя приграничный турбулентный слой с нулевым расходом и осевой ламинарный (модель, обобщает ряд неклассических параметров и принципиально отличается от классических моделей Навье-Стокса и Навье-Стокса-Дарси).

Что же касается **достоверности** полученных автором экспериментальных результатов, то они подтверждаются воспроизводимостью экспериментальных данных и применением адекватных стандартных и разработанных автором методик исследования.

5. Значимость результатов для науки и практики и возможные пути их использования.

Результаты работ использованы в НИР и ОКР в Межотраслевом инженеринговом центре композитных материалов МГТУ им. Н.Э. Баумана. При разработке и совершенствовании технологий получения полимерных композитов.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований положены в основу технологий изготовления защитных футляров для трубопроводов под автомобильными и железными дорогами (ООО «Сафит»), композитных обечаек (ООО «Поток-М»), надстройки пассажирского судна на подводных крыльях (ЗАО «Псковская лодочная верфь» и др.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы следует рекомендовать предприятиям, занимающимся изготовлением

композитных деталей по RTM технологии, а также использовать для корректирования режимов формования синтетических волокон.

6. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации, качество оформления автореферата.

Содержание автореферата соответствует основным положениям, выводам и рекомендациям диссертации. Автореферат изложен в объеме, достаточном для понимания существа проведенных исследований, и в целом оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Полученные диссертантом результаты опубликованы в виде 11 печатных работ, в том числе 6 статей - из перечня ВАК, а также сделано 6 докладов на международных и всероссийских конференциях.

7. Анализ качества оформления диссертации.

Представленный в диссертации материал логично структурирован, изложен технически грамотно и ясно, оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к кандидатским диссертациям.

Замечание по оформлению рукописи: список цитируемой литературе выполнен «хаотично», то есть ссылки расположены не по порядку и двузначные номера появляются в тексте раньше первых. По тексту диссертации имеются опiski, например, выводы по работе начинаются с номера «2».

8. Замечания по диссертации и автореферату

По содержанию работы имеются еще следующие вопросы и замечания:

- То, что ньютоновские и неньютоновские жидкости при высоком наполнении приобретают тиксотропные свойства и становятся дилатантными, давно известно.

- Представляется недостаточно доказанным в работе (при отсутствии ссылок на какие-либо литературные источники) рассуждение о «твердообразных» граничных слоях связующего на поверхности наполнителя. К тому же, написано так, как будто эти слои общеизвестны, хотя из выводов следует обратное.

- Почему объекты без наполнителя имеют дилатантные свойства (гл.4)? Как это объяснить (напр., стр.8 а/р)?

- Что означает: «жидкость превращается в ньютоновскую»? Жидкость не может «превратиться в ньютоновскую», просто перед реологическими исследованиями нужно разрушить каркас наполнителя, а уже потом проводить «штатные» измерения (напр., стр.9 а/р)?

- Что автор имеет в виду, когда пишет «коагуляционно-тиксотропное» тело (напр., стр.12 а/р)?

- Почему введение 3% наполнителя «превращает» жидкость в ньютоновскую (напр., стр.9 а/р)?

- Какой смысл имеет коэффициент, равный 0,5, в уравнении (3) (стр.8 а/р)?

- На рис. 3 в автореферате отсутствует «заявленная» кривая 5.

- Название главы 3 не вполне корректно отражает ее содержание. В главе говорится не о реологических исследованиях, а о течении в режимах фильтрации и смачивания.

Следует отметить, что замечания, сделанные в ходе анализа диссертации, не влияют на положительную оценку рецензируемой работы.

9. Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Представленная диссертация Бородулина Алексея Сергеевича на тему «Совершенствование технологии процесса пропитывания волокнистых наполнителей полимерными и олигомерными связующими», по актуальности, научной новизне, практической значимости и методическому уровню исследования может считаться законченной самостоятельной научной ква-

лификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические разработки, обеспечивающие решение важной научной задачи – повышение эффективности технологии изготовления изделий из волокнистых композитов.

Работа соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Бородулин Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов».

Официальный оппонент, заведующий кафедрой
технологии пластических масс ФГБОУ ВО
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет», доктор технических наук
(специальность 05.17.06), профессор

Стоянов Олег Владиславович

420015, Казань, К.Маркса, 68, +7 (843) 2314175, ov_stoyanov@mail.ru

Подпись, должность, ученую степень и ученое звание заверяю:

Ученый секретарь

Коновалова З.В.