

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Казакова Ильи Александровича на тему «Разработка технологии непрерывного формования осесимметричных композитных изделий методом пултрузии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 - Технология и переработка полимеров и композитов

Актуальность работы, выполненной Казаковым И. А., прежде всего определяется тем, что она направлена на создание условий, определяющих практическую реализацию государственной программы ускоренного развития производства композиционных материалов в стране, обладающих важными преимуществами перед традиционными материалами и подготовке высококвалифицированных специалистов в данной области.

Анализ современного состояния исследований отечественными и зарубежными авторами в области научных и практических аспектов применения математического проектирования процессов пултрузии, позволил автору выявить целый ряд важных вопросов технологии, которые либо совсем не изучены, либо изучены не достаточно.

Современное проектирование, изготовление и отладка оборудования для получения композиционных изделий с заданными свойствами, как правило, проводятся на базе предварительно разработанных соответствующих математических моделей. Поэтому направление исследований в диссертации И. А. Казакова, в которой разработан комплекс научно-технических решений, включающий создание системы математических моделей процесса пултрузии и нидлтрузии при выпуске осесимметричных композиционных изделий для различных отраслей промышленности, безусловно актуально, поскольку удалось оптимизировать основные параметры технологических процессов, повысить производительность оборудования, что подтверждено успешно проведенными испытаниями работы нескольких технологических линий в производственных условиях.

Диссертация включает введение, литературный обзор, описание объектов и методов исследования, главы математического моделирования процесса, экспериментальной проверки результатов моделирования и оптимизации технологических процессов, выводы, список использованных литературных источников, включающий 128 наименований, а также акты внедрения и 4 приложения программы расчетов, моделирования и определений. Работа изложена на 186 страницах, содержит 77 рисунков, 16 таблиц.

В работе подробно исследованы процессы получения стеклопластиковых (стеклоровинг ЕС-24-4800-350) длинномерных стержней диаметром 16, 76, 80 мм и труб с внешним и внутренним диаметром 32 и 24 мм на основе отверждаемой эпоксидной смолы, отвердителя и третичного амина в качестве жидкого ускорителя отверждения с объемным содержанием волокна 0,6.

Для определения параметров кинетики отверждения связующего в интервале температур 40–250 °С в атмосфере аргона использован прибор дифференциальной сканирующей калориметрии NETZSCH DSC 204 Phoenix, для характеристик вязкости связующего использован вискозиметр Брукфильда.

Математическое моделирование процессов автор проводил на базе соответствующего уравнения теплопроводности, уравнения кинетики отверждения связующего (модели Камала и Кенни), граничных условий, что позволило найти распределение температур и степени отверждения связующего при получении композитных изделий.

Решение задачи теплопроводности и отверждения связующего внутри фильеры и после выхода из нее было проведено методом конечных разностей путем решения матричного уравнения на каждом временном шаге.

Решена задача улучшения качества композитных стержней путем создания условий повышения давления связующего в преформовочном устройстве и фильере, оптимизации максимальных напряжений и деформаций внутри фильеры и за ее пределами, определения усилия пултрузии на всей протяженности фильеры.

Важные результаты получены в разделе экспериментальной проверки результатов моделирования, когда была установлена предельная температура процесса отверждения связующего, превышение которой может вызывать его деструкцию и оптимизирована скорость протяжки композитной арматуры с экспериментально определенной степенью отверждения соответственно 0,97 и 0,94), а также усилия протяжки (в среднем 37,5 кг при расчетном 39,2 кг, погрешность 4,5 %).

В пятой главе диссертации проведена оптимизация технологического процесса пултрузии и нидлтрязии различных композитных изделий, что позволило увеличить производительности процессов и снизить себестоимость композитного изделия при минимальном расходе электроэнергии и исключении образования дефектов). Наличие разработанных математических моделей позволило резко сократить число и продолжительность экспериментов нахождения оптимальных параметров, расход электроэнергии и материалов.

Данная работа является продолжением и развитием систематических исследований в области разработки прогрессивных технологий композитных изделий, проводимых на кафедре композиционных материалов МГТУ «СТАНКИН».

Весомым **практическим результатом** является также не только разработка технологии нескольких видов осесимметричных композиционных изделий, но и ее успешная апробация и внедрение основных результатов работы на предприятиях ООО «Машспецстрой» (г. Пермь), ООО «Полимерпром» (г. Нижний Новгород) и ООО «Нанотехнологический Центр Композитов» (г. Москва).

Следует отметить, что комплекс исследований, проведенный Казаковым И. А. с привлечением большого числа информативных методов, позволил решить поставленные в диссертации задачи. Материал диссертации изложен четко и логично.

Полученные в ходе выполнения диссертационной работы Казакова И. А. результаты исследований опубликованы в 12 печатных работах, пять из

которых в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, три статьи в изданиях, входящих в систему цитирования Web of science и Scopus, получены три патента РФ. Разделы диссертационной работы обсуждены на Всероссийских и Международных научных конференциях.

Вместе с тем, по диссертации можно сделать ряд не замечаний, а рекомендаций относительно дальнейшего развития данной работы:

1. Было бы желательно также определять усилия протяжки для пул-трузии при разной вязкости связующего и различных температурах;
2. Следовало бы расширить массив данных определения степени отверждения методом ДСК;
3. Поскольку тепломассообменный процесс образования осесимметричных композитных изделий сопровождается химическими процессами отверждения, было бы интересно привлечь для создания математических моделей процесса методы макрокинетики.

Высказанные рекомендации никак не снижают общей высокой оценки выполненной диссертационной работы.

Диссертационная работа Казакова И. А. является законченной научно – квалификационной работой, в которой содержится решение комплекса научных и инженерных задач по разработке математических моделей и технологии процессов получения длинномерных осесимметричных композитных изделий с оптимизацией параметров температуры, степени отверждения и давления усилий пул-трузии, имеющих существенное значение для проектирования, изготовления и эксплуатации оборудования технологии композиционных полимерных материалов.

Аннотация диссертации соответствует основным положениям работы, а публикации в полной мере отражают ее содержание. Тема диссертации отвечает паспорту научной специальности 05.17.06 - Технология и переработка полимеров и композитов.

Представленная диссертационная работа по объему, научному уровню и практической значимости отвечает критериям «Положения о присуждении

ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Казаков Илья Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технологии и переработка полимеров и композитов.

Доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
Наноструктурных, волокнистых
и композиционных материалов
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

191186, Санкт-Петербург,
ул. Большая Морская 18
тел. (812) 315-75-25
E-mail: rector@sutd.ru

26.09.2016



Буринский С.В.

Подпись	Буринского С.В.
ЗАВЕРЯЮ	Маховец Д.А.
“ ”	
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования	
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»	