

Вх. №		3026		в ДЕЛО
« 05 10 18		20		No _____
Владимира Сергеевича Смирнова инилэфирных смол и ременных				
Печати	5	л.	подп.	_____

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Трясунова Владимира Сергеевича
на тему: «Полимерные композиционные материалы на основе винилэфирных смол и
вакуумная технология изготовления на их основе современных

судовых корпусных конструкций»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.09 «Материаловедение» (машиностроение)

Актуальность темы. Современный технический прогресс предъявляет все более возрастающие требования к конструкционным материалам в различных отраслях. Постоянно возрастающий объем применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) в судостроении обусловлен возможностью постоянного совершенствования состава и структуры ПКМ благодаря появлению новых или модификации применяемых исходных компонентов, что в конечном итоге позволяет улучшить комплекс свойств материала и расширить область его применения.

Для постройки современных судов и кораблей с корпусными конструкциями из ПКМ необходимо применение не только композитов с высокими прочностными и эксплуатационными свойствами, но и технологий их изготовления, позволяющих изготовить конструкцию требуемых размеров. Выполнение таких требований возможно за счет применения современных связующих и армирующих материалов, в том числе различной химической природы для создания гибридных ПКМ, и различных технологических приемов изготовления конструкций из ПКМ, что в конечном итоге приведет к повышению физико-механических свойств материала и снижению материалоемкости конструкции, а ее размер будет ограничиваться только размерами оснастки. Таким образом, актуальность диссертационной работы Трясунова В.С. не вызывает сомнений.

Ценность результатов исследования для науки и практики.

Значимыми научными результатами являются:

- Результаты исследования технологических свойств армирующих и связующих материалов.
 - Результаты исследований степени отверждения связующих материалов и рекомендации по выбору режимов термообработки на основании значений температуры стеклования связующих методом ДСК.
 - Технологический процесс, схемы и расчет времени процесса пропитки для изготовления крупногабаритных судовых корпусных конструкций из ПКМ методом вакуумной инфузии.
 - Результаты определения физико-механических свойств новых ПКМ и ГПКМ на основе армирующих материалов различной химической природы (стекло-, углерод- и органотканей) на основе винилэфирной и эпоксидной смол.

Значимыми практическими результатами являются:

- Разработана технология изготовления крупногабаритных судовых корпусных конструкций методом вакуумной инфузии с применением различных схем пропитки адаптирована к условиям судостроительных заводов АО «СНСЗ», ЗАО «Пелла-Фиорд», ПАО «АСЗ», имеющих в своем составе «композитное» производство.

- Разработана нормативно-техническая документация:
- технические условия ТУ 2296-123-07516250-2013 «Гибридный полимерный композиционный материал марок ГПКМИ-31 и ГПКМИ-ВЭ-ФАС», ТУ 2296-161-07516250-2015 «Материал полимерный композиционный марки РОП. Технические условия», ТУ 2296-162-07516250-2015 «Винилэфирный стеклопластик марки СВИ-9300. Технические условия», ТУ 2296-158-07516250-2015 «Трехслойный полимерный композиционный материал марки ТКИ-9300. Технические условия»;
- монтажная инструкция АЕИШ.112.001-2017 «Технологический процесс монтажа трехслойных панелей крыши докового комплекса пр.23380»;
- технология изготовления однослойных и многослойных ПКМ и ГПКМ РД 5.УЕИА.3648-2013 «Гибридный полимерный композиционный материал марок ГПКМИ-31 и ГПКМИ-ВЭ-ФАС. Технологический процесс изготовления методом инфузии. Инструкция»; РД 5.АЕИШ.3672-2017 «Трехслойные панели крыши докового комплекса. Технологический процесс изготовления методом вакуумной инфузии»; РД 5.АЕИШ.3664-2015 «Изготовление многослойного полимерного композиционного материала на основе эпоксидного связующего ЭКМ-70Т с наружными слоями из стеклопластика и средним слоем из органопластика. технологическая инструкция».
- Разработанные материалы марок СВИ-9300, РОП заключениями НИИ КиВ ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» допущены к применению и успешно внедрены при строительстве заказов пр. 20386, 23380, а материал марки ТКИ-9300 решением МВК рекомендован к применению при строительстве заказа пр. 23380.
- Разработанные ПКМ и ГПКМ могут быть использованы для создания различных изделий машиностроения.

Оценка содержания диссертации.

В введении рассматривается возможность разработки и применения новых ПКМ на основе винилэфирных смол и армирующих материалов различной химической природы для судостроения и метода вакуумной инфузии для изготовления крупногабаритных судовых корпусных конструкций на их основе. Приведены основные положения, выносимые автором на защиту, представлена научная новизна полученных результатов и их практическая значимость.

В первой главе приведен аналитический обзор свойств различных исходных связующих и армирующих материалов различной химической природы, основных видов ПКМ (стекло-, угле-, органопластиков). Рассмотрены различные технологии изготовления ПКМ. Обосновывается применение винилэфирных смол вместо полиэфирных для изготовления судовых корпусных конструкций, что позволяет при одних и тех же армирующих материалах и методе изготовления получить материал с более высокими прочностными и лучшими эксплуатационными свойствами.

Во второй главе приведены данные по основным исходным материалам для изготовления исследуемых ПКМ и ГПКМ, в том числе импортным и отечественным армирующим материалам различной структуры и химической природы (стекло-, угле-, органоткани), а также отверждающим компонентам.

Представлены использованные в диссертационной работе методы исследований, включающие определение динамической вязкости исходных смол, физико-механических характеристик ПКМ и ГПКМ: плотности, содержания связующего, водопоглощения, разрушающих напряжений при межслойном сдвиге, изгибе, сжатии, растяжении; модуля

упругости, модуля сдвига в плоскости и межслойного сдвига, определение температуры стеклования образцов связующего и теплофизических процессов.

Третья глава посвящена определению режимов термообработки ПКМ и крупногабаритных конструкций на их основе с использованием метода дифференциално-сканирующей калориметрии. Показано, что выбранные режимы термообработки должны соответствовать технологическим возможностям заводов-строителей судов и кораблей из ПКМ. При этом эффективность соответствующего режима термообработки (или выдержки) определялась на основании разницы в значениях между температурами стеклования при первом и втором нагревах, а также между площадями экзотермических пиков отверждения. Исследовались образцы связующего на основе винилэфирных смол.

Приведенные в данной главе результаты физико-механических исследований характеристик ПКМ на основе рассматриваемых марок винилэфирных смол, выявили необходимость проведения термообработки при температуре не менее 80 °С, что соответствует технологическим возможностям заводов, имеющих «композитное» производство.

Четвертая глава посвящена исследованию физико-механических свойств ПКМ и ГПКМ на основе армирующих материалов различной химической природы: стекло-, угле- и органотканей.

Выполнена сравнительная оценка физико-механических свойств стеклопластиков, изготовленных методами контактного формования и вакуумной инфузии на основе смол и стеклотканей различных марок. Установлено, что применение метода вакуумной инфузии для изготовления ПКМ приводит к увеличению объемного соотношения «стекло/смола» на 10-13 % и, как следствие, к увеличению плотности материала, что обеспечивает повышение жесткости на 15-30 %, прочности при сжатии на 12-25 %, при растяжении – до 45 %.

Установлено также, что совместное использование углекани (органотканей) и стеклотканей позволит повысить проницаемость всего пакета армирующего материала при пропитке его связующим методом вакуумной инфузии за счет более высокого коэффициента проницаемости стеклотканей, что повышает технологичность изготовления и качество изготавливаемой конструкции.

В пятой главе представлены результаты определения технологических свойств связующих и армирующих материалов, а также разработки процесса изготовления конструкций методом вакуумной инфузии с использованием различных схем пропитки.

Выполнены расчеты времени пропитки пластин по обычной и секторной схемам, а также расчеты времени пропитки натурных крупногабаритных конструкций.

Рассматриваются две схемы пропитки – секторная схема для днищевой области и обычная схема для бортов, установлено что, расчетное время пропитки составляет для днищевой области 87 мин и для бортов 240 мин соответственно. Пропитка бортов целесообразна только по обычной схеме пропитки, поскольку при использовании секторной схемы существует риск стекания связующего и непропитка по толщине пакета армирующего материала со стороны оснастки.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Степень обоснованности научных положений не вызывает сомнений, наиболее важными для современного материаловедения в области ПКМ является разработка схем пропитки и установление закономерностей влияния технологических свойств исходных

связующих и армирующих материалов различной химической природы для изготовления крупногабаритных судовых корпусных конструкций методом вакуумной инфузии. Также два решения по составу отечественной огнестойкой винилэфирной смоле и стеклопластику на ее основе, полученные при проведении исследований, защищены патентами РФ.

Значительный объем экспериментальных данных по теплофизическим свойствам связующих и физико-механическим свойствам ПКМ и ГПКМ, использование современного испытательного оборудования обеспечивают безусловную достоверность полученных результатов.

В качестве замечаний и недостатков диссертационной работы следует отметить:

1. При проведении исследований диссертанту следовало также провести сопоставление данных дифференциально-сканирующей калориметрии по свойствам связующего в зависимости от его состава и режима термообработки с данными по прочностным свойствам полимерных композиционных материалов на основе таких же связующих и термообработанных по аналогичному режиму. Вполне возможно, что достижение заданных механических характеристик могло быть осуществлено с использованием термообработки при меньшей температуре.

2. Не корректным является сопоставление термина «старение» с проведением механических испытаний при температуре 60 °С. Данные испытания являются испытаниями при повышенной температуре, которые позволяют оценить температурные пределы эксплуатации материала и конструкции на его основе (в данном случае с точки зрения прочности). Кроме того, диссертант не вполне корректно указывает на тот факт, что прочность при межслойном сдвиге определяется только лишь связующим – существенное влияние оказывает и взаимодействие на границе «матрица-аппрат армирующего материала».

3. В разделе 5.5 диссертационной работы при расчете времени пропитки фрагмента обшивки корпуса корабля и рассмотрении влияния силы тяжести на процесс пропитки, не в полной мере уделено внимание пропитке подобных вертикальных конструкций из ПКМ в части определения максимально возможной высоты пропитки конструкции, а также способам решения данной проблемы.

Вышесказанные замечания не умаляют достоинств диссертации Трясунова В.С., которая соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Полученные в диссертации результаты достоверны, обладают научной новизной и особой практической значимостью, сформулированные научные положения и выводы достаточно обоснованы. Автореферат диссертации и публикации верно и достаточно полно отражают основное содержание, результаты и выводы, изложенные в диссертации.

Заключение

Работу можно охарактеризовать как законченный научный труд, имеющий квалификационную значимость с достаточно высоким качеством оформления. Основные результаты диссертации подтверждены публикациями в научных изданиях, рекомендованных ВАК, а также обсуждены на конференциях всероссийского и международного уровня.

Диссертационная работа Трясунова Владимира Сергеевича на тему: «Полимерные композиционные материалы на основе винилэфирных смол и вакуумная технология изготовления на их основе современных судовых корпусных конструкций» является законченной научной квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9 Положения о присуждении научный степеней № 842 от 24.09.2013 г. (в редакции постановления Правительства Российской Федерации №1024 от 28.08.2017г.), имеет высокую значимость для науки и практики. Её автор Трясунов Владимир Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 «Материаловедение» (машиностроение).

Официальный оппонент, кандидат технических наук, профессор
Федерального государственного образовательного
учреждения «Московский политехнический университет»,
заведующий кафедрой
«Техника и технология полимерных материалов»
Скопинцев Игорь Викторович

Подпись профессора Скопинцева И.В. заверяю

Ученый секретарь
д.т.н., профессор

И. И. Колтунов



Сведения об оппоненте

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»

Почтовый адрес: 107023, г. Москва, ул. Б.Семёновская, д. 38.

Телефон: 8 (495) 223-05-23 доб. 2110,

E-mail: i.v.skopintsev@mospolytech.ru

Сайт: <http://www.mospolytech.ru/>