

НИИ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № <u>3224</u>	в ДЕЛО
<u>25</u> <u>10</u> 20 <u>18</u> г.	№
Сен. <u>5</u> л.	подп.
Прил. _____ л.	



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ООО «Винета»

[Signature]
«25» 10 2018 г.

В.Ю. Макаров

О Т З Ы В

на рукопись диссертационной работы

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)

Диссертация Трясунова В.С. посвящена актуальной на сегодняшний день теме технологии изготовления судовых корпусных конструкций из полимерных композиционных материалов на основе винилэфирных смол методом вакуумной инфузии

Преимущества полимерных композиционных материалов обусловили их применение в судостроении, в частности для изготовления крупногабаритных корпусных конструкций конкретных заказов пр.12700, 20386 и 23380, при этом возник ряд материаловедческих и технологических задач, требующих решения, в связи с чем актуальность диссертационной работы не вызывает никаких сомнений.

Решение данных задач было выполнено с использованием армирующих материалов различной химической природы и с применением эффективного метода изготовле-

Свидетельство о признании
Изготовителя РМРС РФ
с 2006 г.



Свидетельство о
признании РРР РФ
с 2010 г.



Лицензия ФСБ РФ
с 2010 г.



Лицензия Ростехнадзора
на проектирование и
изготовление оборудования для
объектов использования
атомной энергии с 2008 г.



Сертификат соответствия
ГОСТ РВ 0015-002-2012
ГОСТ ISO 9001-2011 выдан
СДС «Военный регистр»
в 2014 г.



Система менеджмента сертифицирована
ТЮФ Интернационал РУС
(член группы ТЮФ Рейнланд)
на соответствие требованиям ISO 9001 с 2008 года



Система
менеджмента
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9105045901



ния крупногабаритных конструкций – метода вакуумной инфузии. При этом изучено влияние режимов термообработки и составов отверждающих систем на температуру стеклования связующих различных марок, при этом изначальное ограничение по верхнему пределу температуры было выбрано на основании возможностей российских судостроительных заводов.

Научная новизна результатов, полученных автором диссертации, состоит в следующем:

1. Установлены закономерности влияния армирующих и связующих материалов с коэффициентами проницаемости до $10 \times 10^{-11} \text{ м}^2$ и динамической вязкости до 1,0 Па·с на время и длину пропитки армирующих материалов при использовании метода вакуумной инфузии, позволяющие изготавливать крупногабаритные судовые корпусные конструкции.

2. Предложен экспресс-метод определения режимов термообработки полимерных конструкционных материалов и крупногабаритных судовых корпусных конструкций на основании значений температуры стеклования связующего с использованием дифференциально сканирующей калориметрии. Установлено, что температура термообработки в диапазоне температур 60-100 °С оказывает более существенное влияние на степень отверждения винилэфирного связующего, нежели увеличение продолжительности термообработки при меньших значениях температуры, за счет более высокой скорости полимеризации. Получен оптимальный режим термообработки при температуре, соответствующей температуре стеклования связующего, и время выдержки составляющей не менее 8 часов.

3. Разработаны новые полимерные композиционные материалы и гибридные композиционные материалы для кораблестроения на основе армирующих материалов различной химической природы импортного и отечественного производства и винилэфирных смол. Данные полимерные композиционные материалы по механическим и эксплуатационным свойствам не уступают зарубежным аналогам. Наиболее оптимально использование гибридных структур. Это позволяет получить материал с требуемым уровнем физико-механических свойств и провести при этом качественную пропитку армирующих материалов различной химической природы методом вакуумной инфузии.

Свидетельство о признании
Изготовителя РМРС РФ
с 2006 г.



Свидетельство о
признании РРР РФ
с 2010 г.



Лицензия ФСБ РФ
с 2010 г.



Лицензия Ростехнадзора
на проектирование и
изготовление оборудования для
объектов использования
атомной энергии с 2008 г.



Сертификат соответствия
ГОСТ РВ 0015-002-2012
ГОСТ ISO 9001-2011 выдан
СДС «Военный регистр»
в 2014 г.



Система менеджмента сертифицирована
ТЮФ Интернациональ РУС
(член группы ТЮФ Рейнланд)
на соответствие требованиям ISO 9001 с 2008 года



Система
менеджмента
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9105045901



4. Экспериментальным путем определены значения физико-механических характеристик новых ПКМ и ГПКМ на основе армирующих материалов различной химической природы импортного и отечественного производства, и винилэфирных смол. Использование метода вакуумной инфузии привело к повышению уровня прочностных свойств материала на 15 %, в сравнении с методом контактного формования. Метод вакуумной инфузии дал возможность регулировать значения физико-механических свойств материала путем изменения значения уровня вакуума, при котором проводится пропитка армирующего материала.

5. Впервые в отечественном кораблестроении разработан технологический процесс изготовления за один цикл крупногабаритных конструкций из полимерных композиционных материалов и гибридных полимерных композиционных материалов кораблей водоизмещением до 1000 тонн методом вакуумной инфузии с использованием обычной и секторной схем пропитки.

Диссертационная работа имеет **практическую значимость**:

1. Подтверждена возможность применения отечественных армирующих и связующих материалов изготовления крупногабаритных судовых конструкций методом вакуумной инфузии, что имеет особо важное значение точки зрения импортозамещения.

2. Разработанная технология изготовления крупногабаритных судовых корпусных конструкций методом вакуумной инфузии с применением различных схем пропитки адаптирована к условиям судостроительных заводов, имеющих в своем составе «композитное» производство.

3. Разработан широкий спектр нормативно-технической документации:

3.1. 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».

3.2 Монтажная инструкция АЕИШ.112.001-2017 «Технологический процесс монтажа трехслойных панелей крыши докового комплекса пр.23380».

Свидетельство о признании
Изготовителя РМРС РФ
с 2006 г.



Свидетельство о
признании РРР РФ
с 2010 г.



Лицензия ФСБ РФ
с 2010 г.



Лицензия Ростехнадзора
на проектирование и
изготовление оборудования для
объектов использования
атомной энергии с 2008 г.



Сертификат соответствия
ГОСТ РВ 0015-002-2012
ГОСТ ISO 9001-2011 выдан
СДС «Военный регистр»
в 2014 г.



Система менеджмента сертифицирована
ТЮФ Интернационал РУС
(член группы ТЮФ Рейнланд)
на соответствие требованиям ISO 9001 с 2008 года



Система
менеджмента
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9105045901



3.3. Технологии изготовления однослойных и многослойных ПКМ и ГПКМ:

- РД 5.АЕИШ.3540-2010 «Стеклопластик и многослойный гибридный композиционный материал на основе винилэфирной смолы марки Dion FR 9300»;
- 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».

4. Разработанные материалы решениями МВК и заключениями НИИ КиВ ВМФ ВУНЦ ВМФ «ВМА» допущены к применению на заказах ВМФ и успешно внедрены при строительстве пр. 12700, 20386, 23380.

Степень **достоверности и актуальности** полученных результатов не вызывает сомнений - они подтверждены результатами внедрения в серийное производство, а также применением современных средств и методик проведения исследований.

Результаты работы опубликованы в семи статьях, в том числе две – в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, а также доложены на различных конференциях всероссийского и международного масштаба. Получено два патента РФ.

Результаты диссертационной работы имеют широкие перспективы дальнейшего использования в судостроении, судовом и общем машиностроении.

Замечания по диссертационной работе. В диссертации приведено прямое сравнение физико-механических свойств ПКМ, изготовленных методом контактного формования и методом вакуумной инфузии, что является не вполне корректным.

Для метода контактного формования и метода вакуумной инфузии зависимость качества конечных изделий от соблюдения технологии весьма высока.

При изготовлении крупногабаритных судовых корпусных конструкций применение контактного формования затруднено ввиду сложности получения стабильного качества материала в таких объемах. Метод вакуумной инфузии позволяет преодолеть данные сложности. При этом внедрение метода вакуумной инфузии требует высокой технологической дисциплины, лучшей оснащенности и более тщательной технологической подготовки производства.

Приведенные выше замечания не снижают значимости диссертационной работы.

Свидетельство о признании
Изготовителя РМРС РФ
с 2006 г.



Свидетельство о
признании РРР РФ
с 2010 г.



Лицензия ФСБ РФ
с 2010 г.



Лицензия Ростехнадзора
на проектирование и
изготовление оборудования для
объектов использования
атомной энергии с 2008 г.



Сертификат соответствия
ГОСТ РВ 0015-002-2012
ГОСТ ISO 9001-2011 выдан
СДС «Военный регистр»
с 2014 г.



Система менеджмента сертифицирована
ТЮФ Интернационал РУС
(член группы ТЮФ Рейнланд)
на соответствие требованиям ISO 9001 с 2008 года



Система
менеджмента
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9105045901



По совокупности признаков актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости следует сделать заключение о том, что диссертация полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении научных степеней № 842 от 24.09.2013 г., а её автор Трясунов Владимир Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 «Материаловедение» (машиностроение).

Ведущий инженер-конструктор
по внедрению нового оборудования

И.В. Плещенков

Начальник инженерного центра

П.В. Наливкин



Свидетельство о признании
Изготовителя РМРС РФ
с 2006 г.



Свидетельство о
признании РРР РФ
с 2010 г.



Лицензия ФСБ РФ
с 2010 г.



Лицензия Ростехнадзора
на конструирование и
изготовление оборудования для
объектов использования
атомной энергии с 2008 г.



Сертификат соответствия
ГОСТ РВ 0015-002-2012
ГОСТ ISO 9001-2011 выдан
СДС «Военный регистр»
с 2014 г.



Система менеджмента сертифицирована
ТЮФ Интернационал РУС
(член группы ТЮФ Рейнланд)
на соответствие требованиям ISO 9001 с 2008 года



Система
менеджмента
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9105045901

