



СМК сертифицирована по
ГОСТ ISO 9001 и
ГОСТ РВ 0015-002



Аллея Труда, д.1, г. Комсомольск-на-Амуре, 681000, тел.: +7 (4217) 57-34-83, 54-13-88, 59-11-12,
факс: +7 (4217) 54-91-00, 57-30-00; ОКПО 08848824, ОГРН 1022700514605, ИНН/КПП 27030000015/270350001
электронная почта: email@amurshipyard.ru, сайт: amurshipyard.ru

УТВЕРЖДАЮ:

Первый заместитель Генерального
директора ЦАО «АСЗ»
Будылин И.В.

« 21 » сентября 2018г.



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)

Работа посвящена разработке полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе армирующих материалов различной химической природы и винилэфирных смол, а также технологии изготовления методом вакуумной инфузии крупногабаритных судовых корпусных конструкций судов и кораблей.

Актуальность выполненной работы определяется:

- успешным применением полимерных композиционных материалов в качестве конструкционных для изготовления корпусных конструкций судов и кораблей с середины XX века.
- необходимостью изготовления корпусных конструкций современных судов и кораблей, что определяет повышенные требования к прочности конструкций и технологичности процесса их изготовления.

НИИ «Композитный и корпусный» ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 3020	в ДЕЛО
«05.10.2018»	№ _____
Осн. 5 п.	подп. _____
Прил. _____ л.	

Решение поставленных задач выполнено за счет применения современных связующих на основе огнестойких винилэфирных смол и мультиаксиальных армирующих материалов различной химической природы (стекло-, угле-, органотканей), комбинирование которых позволило создавать ПКМ и гибридные ПКМ (ГПКМ) с требуем уровнем прочностных свойств, достаточных для изготовления крупногабаритных судовых корпусных конструкций, а также метода вакуумной инфузии для изготовления корпусных конструкций, что позволило не только повысить значения прочностных характеристик и дало возможность регулировать значения данных характеристик путем варьированием уровня вакуума, при котором проходит пропитка армирующего материала, но и повысить качество материала изготавливаемой конструкции, улучшить экологию композитного производства.

Отдельно следует отметить, что работа была направлена в том числе и на решение задачи импортозамещения исходных компонентов для изготовления ПКМ и ГПКМ.

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 $1,0 \text{ Па} \cdot \text{с}$ на время и длину пропитки армирующих материалов в методе вакуумной инфузии, обеспечившие возможность изготовления крупногабаритных судовых корпусных конструкций.
2. Предложен экспресс-метод определения режимов термообработки ПКМ и крупногабаритных судовых корпусных конструкций на основании значений температуры стеклования связующего с использованием дифференциально сканирующей калориметрии (ДСК). Установлено, что температура термообработки в пределах $60-100 \text{ }^\circ\text{C}$ оказывает более существенное влияние на степень отверждения винилэфирного связующего, чем увеличение продолжительности термообработки при меньшем значении температуры, за счет более высокой скорости полимеризации. Оптимальными являются температура, соответствующая температуре стеклования связующего, и время выдержки не менее 8 часов.
3. Разработаны новые ПКМ и ГПКМ для судо- и кораблестроения на

основе армирующих материалов различной химической природы, в том числе отечественного производства, и винилэфирных смол, по физико-механическими и эксплуатационными свойствами не уступающие зарубежным аналогам. Наиболее оптимальным является использование гибридных структур, позволяющее получить материал с требуемым уровнем физико-механических свойств и провести качественную пропитку армирующих материалов различной химической природы методом вакуумной инфузии.

4. Экспериментальным путем определены значения физико-механических характеристик новых ПКМ и ГПКМ на основе армирующих материалов различной химической природы, в том числе отечественного производства, и винилэфирных смол. Доказано экспериментально, что использование метода вакуумной инфузии в сравнении с методом контактного формования при изготовлении ПКМ на основе одних и тех же исходных армирующих компонентов позволяет повысить уровень физико-механических свойств материала на 15-45 % и регулировать их значения 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 ПКМ и ГПКМ кораблей водоизмещением до 1000 тонн методом вакуумной инфузии с использованием обычной и секторной схем пропитки.

Диссертационная работа имеет **высокую практическую значимость:**

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.

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».

Разработаны 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».

Разработанные материалы решениями МВК и заключениями НИИ КиВ ВМФ ВУНЦ ВМФ «ВМА» допущены к применению на заказах ВМФ и успешно внедрены при их строительстве.

Степень **достоверности и актуальности** полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку они подтверждены применением современных средств и методик проведения исследований и результатами внедрения в

производство.

В качестве замечания считаем необходимым отметить недостаточно полный анализ достижений зарубежных компаний (верфей), применяющих технологии закрытого формования в судостроении.

Данное замечание не снижает значимости проделанной работы и по совокупности признаков актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости (особенно по результатам внедрения рекомендаций, изложенных в работе) диссертация 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).

Руководитель проекта «Инфузия» ПАО «АСЗ»
Отдел планирования подготовки производства
и технического развития



А.Н. Лысов