

## **РЕЦЕНЗИЯ**

на выпускную квалификационную работу магистра

**«Конструктивно-технологическое проектирование и моделирование  
процесса сварки корпуса парусной яхты»**

выполненную студентом группы 23346/6

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

**Беловым Борисом Андреевичем**

### ***Актуальность работы:***

Отдельные недостатки серийных стальных парусных яхт, изменение требований поднадзорных органов, а также развитие технологий в области судостроения, обуславливают создание новых и совершенствование уже известных проектов. К новому проекту парусной предъявляются высокие требования по безопасности, мореходным качествам, сроку службы и эксплуатационным затратам. Для создания маломерного судна, удовлетворяющего всем требованиям, требуется применение концепции конструктивно-технологического проектирования с использованием современных систем автоматизированного проектирования.

Неизбежно возникающие деформации и напряжения при сборке и сварке судна могут значительно ухудшить его эксплуатационные характеристики. Поэтому вопрос об их уменьшении стоит ещё на начальных этапах проектирования стального судна. Применение специального программного обеспечения для моделирования процессов сварки позволяет установить распределение и величину деформаций и напряжений в конструкции корпуса и выбрать наиболее оптимальные режимы сварки и последовательность выполнения сварных швов.

Исходя из вышесказанного, считаю представленную работу, посвященную конструктивно-технологическому проектированию и моделированию процесса сварки корпуса парусной яхты, актуальной для судостроительной промышленности.

### ***Характеристика работы:***

**В первой главе** проведен анализ применения низкоуглеродистых и низколегированных сталей как основного материала при строительстве маломерных парусных яхт. Установлено, что сталь является наиболее оптимальным материалом для крейсерских яхт, длиной от 9 метров.

Раскрыты достоинства и недостатки конструкций отдельных проектов стальных парусных яхт. Подробно рассмотрены особенности их проектирования, на основе которых составлено техническое задание и сформулированы основные требования к новому проекту яхты.

На основании технического задания выполнена эскизная проработка заданного проекта яхты.

**Во второй главе** проводится подробная разработка конструкции корпуса нового проекта стальной парусной яхты. На основании эскизов и технического задания, в программном комплексе Free!Ship, создана 3D модель и построен теоретический чертеж корпуса проектируемого судна. Установлены оптимальные формы шпангоутов и обводы корпуса, обеспечивающие высокие мореходные качества проектируемой яхты. Выполнен расчет основных ходовых характеристик яхты.

Проведён анализ применяемых в маломерном судостроении сталей. Установлено, что наиболее оптимальным материалом для данной конструкции является сталь 10ХСНД, для которой проведена комплексная оценка качества и подробно проанализирована свариваемость.

Рассчитаны и приняты основные параметры набора корпуса яхты: шпация, количество шпангоутов и скул, размеры и конструкция шпангоутных рам и стрингеров. Сконструирована обшивка корпуса яхты, соответствующая всем требованиям поднадзорных органов. В САПР КОМПАС-3D созданы 3D модели набора и обшивки корпуса яхты, а также их чертежи. Проведён прочностной расчет спроектированного корпуса яхты, который показал высокую общую прочность конструкции. Рассчитаны и приняты основные геометрические параметры сварных

соединений конструкции корпуса яхты, выбраны способы их выполнения.

**В третьей главе** рассматривается разработка технологического процесса сборки и сварки проектируемого корпуса судна. Проведён анализ и выбран наиболее технологичный для изготовления корпуса способ сварки. На основе расчетно-экспериментальных данных выбраны режимы сварки корпуса, а также оптимальное сварочное оборудование и материалы. Разработаны стапель и кильблок для сборки и сварки корпуса парусной яхты.

В программном комплексе ESI SYSWELD проведено моделирование процессов сварки спроектированного корпуса яхты. Расчетно-экспериментальным методом выбран оптимальный способ и порядок выполнения сварных швов корпуса яхты, обеспечивающий минимальные деформации конструкции.

Разработан подробный технологический процесс сборки и сварки корпуса яхты с учетом особенностей строительства маломерных судов.

**В заключительной части** работы сформулированы основные выводы и проводится анализ изготовленной по разработанному проекту конструкции яхты.

Значимость результатов работы заключается в том, что на основе методов математического моделирования обнаружена и экспериментально подтверждена возможность управления развитием сварочных деформаций и напряжений в сложных, криволинейных конструкциях маломерных судов за счёт применения рациональной технологии сборки и сварки, а также путём оптимизации способа и порядка выполнения сварных швов. Кроме того, моделирование позволило с высокой степенью достоверности установить распределение деформаций и напряжений в сварных соединениях корпуса яхты в зависимости от режима сварки и порядка наложения валиков.

Практическая ценность работы заключается в разработке и оптимизации нового проекта стальной парусной яхты с применением концепции конструктивно-технологического проектирования конструкций и использованием современных САПР.

Наиболее удачной частью работы считаю представленный алгоритм моделирования процессов сварки сложных конструкций корпусов маломерных судов, с помощью которого оптимизируется технологический процесс их сборки и сварки.

***Замечания по работе:***

В работе не указано, какая марка стали была выбрана в качестве материала конструкции при моделировании процесса сварки.

***Вопросы по работе:***

1. Каким образом происходит расчёт деформаций и напряжений в программе Weld Planner?
2. Не совсем обоснована необходимость расчёта сварного шва в программе Visual Weld после Weld Planner.
3. На чем основан выбор порядка наложения сварных швов в конструкции?

Актуальность темы представленной работы, научная новизна ряда установленных положений, практическая ценность результатов, позволяет сделать вывод о полноте её содержания и завершенности. Работа выполнена на высоком методическом уровне, имеет научную и практическую ценность.

Выпускная квалификационная работа Белова Б. А. по теме «Конструктивно-технологическое проектирование и моделирование процесса сварки корпуса парусной яхты» соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам, и заслуживает оценки **«ОТЛИЧНО»**.

Рецензент

Руководитель направления автоматизации  
производственного планирования

ПАО «Ижорские Заводы»

А. В. Антипов

19.06.2019 г.