Современные технологии строительства судов

Памяти моего старшего товарища Е.В. Игошина посвящается

Масштабное судостроение – это фактор не только экономической, но и оборонной мощи страны. Если отрасль способна построить ежегодно 4 корабля и выполнить 36 гражданских заказов, то в случае необходимости она построит и 40 кораблей в год. Такой потенциал означает возможность контроля не только всей океанской логистики и всего околоземного космического пространства, но и глубин океана. Именно степень присутствия РФ в мировом океане определяет уровень ее геополитической устойчивости в многополярном мире.

Современная экономическая и политическая обстановка ставит перед Россией задачу обеспечить 60% морских перевозок собственных грузов отечественным морским транспортом. Это потребует прироста дедвейта примерно на 135 млн т до 2031 года и, соответственно, наращивания российского коммерческого флота примерно на 12-13 млн т/год DWT. Такой объем строительства требует поднять уровень металлопереработки в судостроении до 2-3 млн т/год.

Сегодняшний потенциал российского судостроения в области металлопереработки можно оценить в 900 тыс. т/год – с учетом наращивания ССК "Звезда" своего производства по переработке металла до 300 тыс. т/год с перспективой выхода на 500 тыс. т/год и оценки ресурса всех остальных российских верфей в 400 тыс. т/год. Дефицит, таким образом, составляет 1-2 млн т.

Это не значит, что надо построить в два раза больше верфей, чем имеется сейчас. Решать проблему надо подъемом производительности труда с текущего уровня, который составляет примерно 300 чел.ч/т металлопереработки, до 30 чел.ч – среднего уровня производительности на европейских верфях, что позволит полностью обеспечить решение внутренних задач и в перспективе выйти на мировые рынки.

Для реализации этой задачи есть сумма технологий, которые способны обеспечить сокращение цикла постройки и повышение производительности труда. Ниже приводится обзор этих технологий.

Цифровая полнота и единство

Заказчик, КБ, регистр и верфь должны работать с одной моделью судна в едином информационно-производственном пространстве (ЕИПП). Весь набор программных продуктов и компетенций для полного внедрения ЕИПП присутствует. Что надо сделать? Надо обеспечить создание следующих активов:

- ***Единой, свободно доступной через Интернет системы нормативно-справочной информации для судостроения (проектирование, производство, эксплуатация)***. Такая система может быть реализована, например, в отечественных программных комплексах "Гарант" или "Кодекс". Поддерживать данную систему в актуальном состоянии могли бы либо Крыловский ГНЦ, либо Морской регистр, либо ЦНИИ "Курс". Финансирование системы должно быть государственным. Все решения для ее реализации доступны.
- ***Системы управления, охраны и защиты интеллектуальной собственности***, которая обеспечивала бы, с одной стороны, права авторов, с другой – возможность работы с моделью судна для всех участников строительства. Все решения для ее реализации доступны.
- ***Единой системы кодификации конструкторской, технологической, производственной документации,*** описывающей как элементы строительства судна, так и трудоемкость, услуги, иные затраты, связанные со строительством. Базис такой системы в виде международного классификатора видов работ (SFI) есть. Доработку этой системы и поддержание ее в актуальном виде могли бы осуществлять, например, Санкт-Петербургский Государственный Морской Технический Университет (СПбГМТУ) или ЦНИИ "Курс". Все решения для ее реализации доступны.
- ***Единой системы производственных показателей работы верфей,*** построенной на базе компенсированных регистровых тонн CGT (то есть с учетом коэффициентов сложности и трудоемкости постройки судов различных типов). Эта идеология применима и для судов, и для кораблей, и для морских сооружений. Она позволит управлять отраслью не на основании субъективных решений, а на основе достоверных фактов. СПбГМТУ готов предложить такую систему показателей. Все решения для ее реализации доступны.
- ***Решение задачи корректной и полной передачи данных между системами проектирования*** (FORAN, CADMATIC, CATIA). В случае, если в отношении какой-либо из САПР будет принято решение о локализации в РФ, нормативно сделать ее базовой для всех российских проектантов. Все решения для реализации доступны.
- ***Признание на нормативно-законодательном уровне для всех российских заказчиков гла-***

венства цифровой модели над "плоской" документацией, то есть должен вступить в силу принцип "модель первична, чертеж вторичен".

Точное измерение – точное управление

Наличие ЕИПП подразумевает непрерывное обеспечение единства конструкторской 3D-модели и строящегося заказа. Это достигается с помощью современных средств судометрики (рис. 1). Внедрение данных технологий способно обеспечить рост производительности в судостроении в целом более, чем на 25%.

Стандартизация и унификация

Обеспечение единого информационного пространства для ЧПУ, программ раскроя, производственной документации, нормативно-технической базы позволяет резать металл на строительство заказа параллельно на нескольких верфях на основе кооперации. Это дает возможность сократить цикл резки металла в 3-5 раз. Резательные комплексы верфей СЗФО загружены не более, чем на 10% и способны нарезать 1 млн т металла в год уже сейчас. Все решения для реализации данного процесса доступны.

Ждет своей оценки унификация и стандартизация в крепеже, во фланцево-штуцерной группе, в номенклатуре трубопроводов и арматуры.

Точность резки

Точность резки заготовок – путь к роботизации в судостроении и обязательное условие для применения современных сварочных технологий. На рис. 2 представлена технология обеспечения точности резательных машин независимо от их возраста и размера столов. Она реализуется за счет организации обратной связи трекера и ЧПУ резательной машины. Управление резкой ведется не по зубчатым рейкам и инкодерам, а по фактическому (геометрическому) положению режущего органа, которое определяется on-line, с точностью выше 100 мкм. Все решения для реализации доступны.

Гибка больших листов

На сегодня гибка листов большой размерности практически невозможна. Сложные поверхности собирают из "мелкого" листа, что приводит к большому количеству нестыковок, требует много сборочных операций, много подгонки, много плазовой документации и шаблонов, много сварки. СПбГМТУ предлагает использовать технологию фасеточной гибки (рис. 3), при

Рис. 1. Технология обеспечения единства конструкторской модели и реального объекта в постройке (использованы наработки А. Ю. Спиридонова, АО "ПО "Севмаш")

Рис. 2. Технология обеспечения прецизионной точности резки

Рис. 3. Фасеточная гибка листов (вплоть до 4500 х 18500 мм) для сложных обводов

которой лист загружается вертикально, а пуансон и матрица создаются по команде ЧПУ с помощью набора гидроцилиндров (рис. 4). Данная технология применяется в авиационной промышленности.

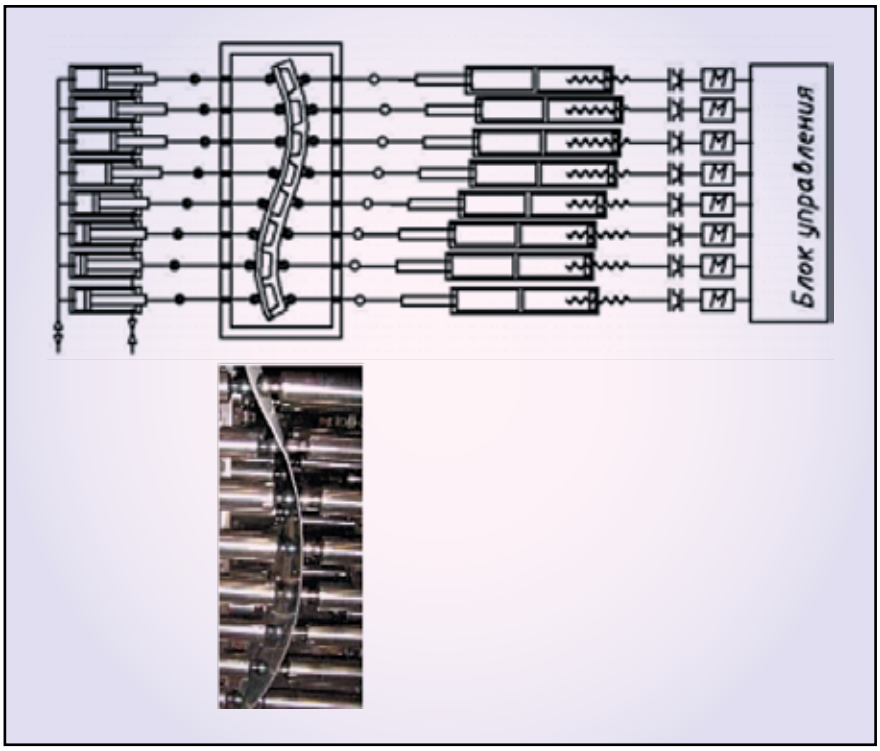

Рис. 4. Принцип технологии фасеточной гибки

Рис. 5. Суть и преимущества ГЛДС

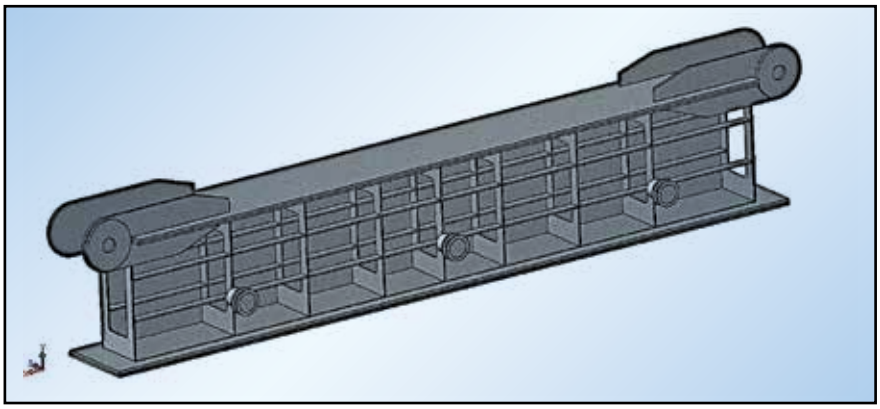

Рис. 6. Балка: размер – 14,4 x 1,78 x 2,8 м, вес – 63 т, длина сварных швов – 465 м

Она позволяет в разы сократить количество технологических операций и более, чем на порядок поднимает производительность труда при изготовлении сложных оконечностей корпуса.

Гибридная лазерно-дуговая сварка

Гибридная лазерно-дуговая сварка (ГЛДС) обеспечивает рост производительности в 10-40 раз на 1 метр сварного шва. При этом себестоимость того же метра снижается более, чем в пять раз (рис. 5). Но самое важное, что такой вид сварки позволяет создавать крупногабаритные судовые конструкции очень точно, практически без возникновения сварочных и тепловых деформаций. Все решения для реализации доступны.

Роботизированная сварка без программирования роботов

Технологии, разработанные в России компанией ABAGY, позволяют полностью роботизировать и автоматизировать операции подготовки кромок, сборочно-сварочных и обварочных операций для узлов, плоских и гнутых секций, деталей судокорпусного насыщения. Благодаря применению элементов искусственного интеллекта роботы способны, опираясь на конструкторскую 3D-модель, работать без участия человека – выбирать нужные заготовки, выставлять их и прихватывать, обваривать собранную конструкцию. Рост производительности труда с применением роботизированной сварки – до 6 раз.

Детальное моделирование применения данной технологии к изготовлению балки весом 63 т (рис. 6) показало возможность снижения себестоимости в 4 раза по сравнению с результатами китайских коллег.

Один роботизированный комплекс в состоянии за год обработать около 14000 т сложных металлоконструкций. Сочетание ГЛДС и роботизации повышает производительность корпусных работ существенно

больше чем в 10 раз. Все решения для реализации доступны.

Насыщение блоков системами и оборудованием

СПбГМТУ предлагает технологию пенал-палубного насыщения блоков (рис. 7), которая позволяет до 90% насыщения производить в цехе, на уровне пола, в комфортных и нестесненных условиях. Прогнозируемый рост производительности труда – в 5-10 раз. Все решения для реализации доступны.

Насыщение блоков трубопроводами

В настоящее время появилось достаточное количество бесфланцевых систем муфтовых соединений трубопроводов диаметром до 600 мм. Их применение снижает трудоемкость монтажа судовых трубопроводов в 3-5 раз. Очень важную работу по применению дополненной реальности при насыщении стесненных помещений ведет КБ "Рубин". Проводимые бюро работы обещают рост производительности труда на насыщении в 3-5 раз. Все решения для реализации доступны.

Насыщение судна блоками готовых помещений и надстроек

СПбГМТУ предложена блочная технология строительства палуб и надстроек из самонесущих модулей (рис. 8). Применение этой технологии позволяет до 90% работ по строительству и насыщению помещений производить в цехе. Прогнозируемый рост производительности труда – в 5-10 раз.

Выше были приведены основные технологические решения, которые позволяют реализовать принцип кооперационного строительства крупными интегрированными блоками точно в размер. Такой опыт применялся в СССР, в настоящее время применяется в ЕС (рис. 9). Показанный на рисунке фрегат построен именно по такой распараллеленной схеме кооперационного строительства.

Рис. 7. Технология насыщения блоков (использованы наработки КБ "Малахит")

Рис. 8. Технология насыщения блоков (использованы наработки швейцарской компании Faserplast Composites AG)

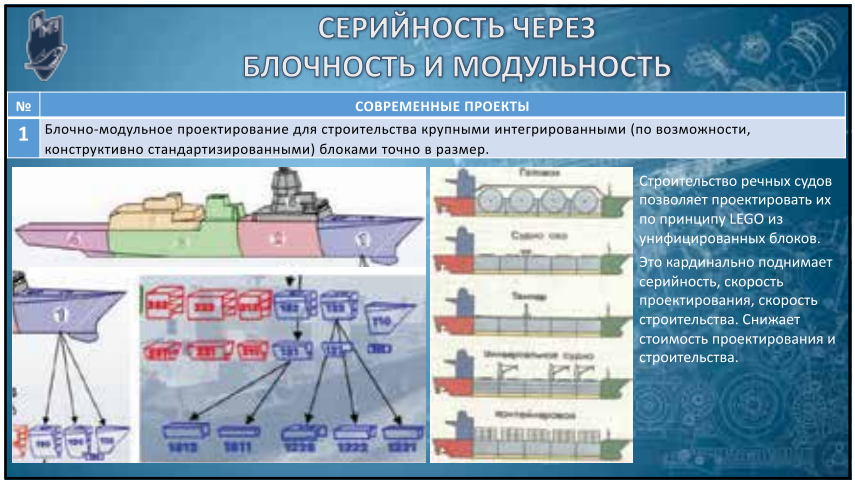

Рис. 9. Кооперационное строительство крупными интегрированными блоками точно в размер

При его строительстве было задействовано несколько верфей в разных странах. Успешный кооперационный опыт крупноблочного строительства в РФ был также приобретен при строительстве "Мистралей". Все решения для реализации доступны.

Мобильные модульные логистические системы

Строительство крупными блоками не требует ежечасных грузовых операций с весами 1000 т и более. Беда всех тяжелых кранов в том, что они 95-99% календарно-

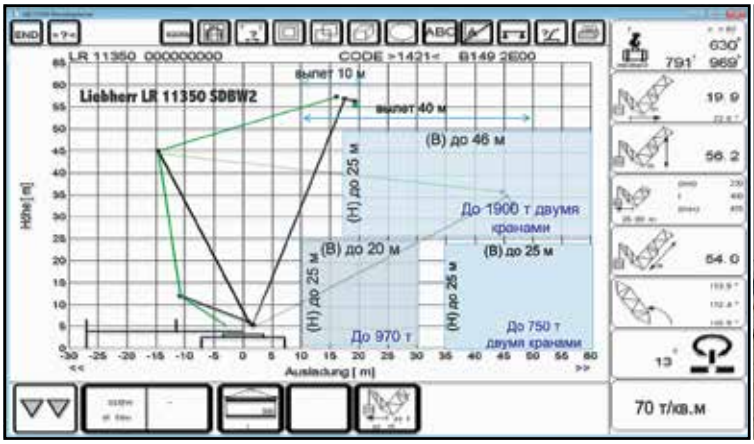

Рис. 10. Технологические возможности работы с судовыми блоками с помощью кранов грузоподъемностью 1350 т (использованы наработки немецкой компании Liebherr)

Рис. 11. Транспортирование блока

го времени либо простаивают, либо работают с ничтожными для них грузами.

В СПбГМТУ проработана технология работы с крупными тяжелыми блоками с помощью мобильных кранов по схемам суша-суша, вода-суша, суша-вода (рис. 10).

Мобильный кран может производить необходимые монтажные операции с крупными блоками на одной верфи, после чего он может быть разобран и перевезен на другую автотранспортом. Он может также заехать на понтон и использоваться как плавкран, либо перевезен на понтоне на другую верфь без разборки. Очевидно, что эффективность использования крана в этом случае несопоставимо выше по сравнению со стационарными "голиафами". Все решения для реализации доступны.

Перевозка блоков осуществляется на модульных транспортерных системах, из которых можно собрать транспортную платформу под блоки любых размеров и любого веса (рис. 11). Платформа обладает способностью перемещаться в любую сторону и делать полный разворот практически на месте. Это позволяет составлять любые конфигурации для любых перемещений блоков любых размеров и весов от 100 т до 30 000 т. Блоки могут транспортироваться по воде буксировкой или на модульных понтонах типа "Атлант" (рис. 12). Все решения для реализации доступны.

Мобильные гусеничные краны, модульные транспортерные системы, модульные понтонные погружные системы идеально подходят для кооперационного строительства судов и кораблей в СЗФО. Их эксплуатацию целесообразно сосредоточить в одном юридическом лице – компании "Крупноблочная логистика" (использована идея Е. В. Игошина). При этом потребность в инвестициях для организации кооперационного строительства крупными интегрированными блоками точно в размер сокращается в несколько раз, так как не надо создавать дорогую инфраструктуру отдельно на каждой верфи, она может и должна быть коллективного пользования.

Рис. 12. Модульная понтонная спусковая система типа "Атлант"

Все технологии, приведенные в статье, доступны к применению. Эффект от суммы данных технологий гарантированно выразится в повышении производительности труда в российском судостроении существенно более, чем в 10 раз.

Условием роста производительности и организации широкой кооперации является применение имитационных моделей производственных систем и планирование на их основе. Это в свою очередь требует создания цифровых паспортов верфей и логистической инфраструктуры. Все решения для реализации доступны.

Площадкой для осуществления пилотного проекта может стать АО "ОСК". Реализация предложенного комплекса мер займет три года и обеспечит увеличение производительности в корпорации при строительстве судов более чем в 10 раз.

Ф. А. Шамрай,
директор департамента развития судостроения,
Санкт-Петербургский Государственный Морской Технический Университет

ПЕТЕРБУРГСКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЯРМАРКА

18-20

МАРТА

2020

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»
Петербургское шоссе, 64

ВЕДУЩЕЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ
МЕРОПРИЯТИЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА

+7 812 320 9032 | bolgova@restec.ru | ptfair.ru