

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра проектирования и технологии постройки судов

ОТЧЁТ

по Научно-исследовательской работе

на тему:

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
СТЫКОВКИ БЛОКОВ НА ПЛАВУ

Разработал:

Магистрант ОК(м)-2


« 31 » 05

Рыжов Д.В.

2017 г.

Принял:

д.т.н., проф. каф. Пи ТПС


« 31 » мая

Огнева В.В..

2017 г.

Нижний Новгород

2017 г.

Содержание

Введение.....	3
1. Теоретическое обоснование параметров стыковки блоков на плаву.....	4
1.1. Принципиальное отличие сращивания на жестком основании и упругом основании.....	4
2. Разработка расчетной схемы стыковки блоков на плаву	6
2.1. Общее расположение акватории для проведения стыковки блоков.....	7
2.2. Требования , предъявляемые к модулям (суперблокам).....	8
2.2.1.Обоснование максимально допустимого угла дифферента.....	8
2.2.2. Обоснование максимально допустимого угла крена.....	9
3. Разработка средств технологического оснащения и их технологическая инструкция.....	11
3.1. Последовательность выполнения работ по установке бортового замка (клиновидного штыря).....	14
3.2. Последовательность выполнения работ по установке ответной части клинового бортового замка.....	15
3.3. Оснастка, оборудование и инструмент для установки бортовых замков.....	16
3.4.Технологические указания на установку бортовых замков.....	16
4. Обоснование массогабаритных характеристик блоков.....	18
Вывод.....	19
Литература.....	20

Введение

Россия обладает большой возможностью строить суда большого водоизмещения. После распада СССР все сухие крупные доки остались в Украине. Сейчас строят большой док в Бол. Камне на Дальнем Востоке, также есть док в Северодвинске, который в основном задействован на войну и обслуживает подводные лодки, крейсера и т. д.

А доки и вообще крупнотоннажные суда, суда с большим водоизмещением нужны не только для военных, но и в гражданском судоходстве, судостроении. В Отчёте по НИР за 1-й год обучения, мы проанализировали методы сращивания блоков на упругом и жестком основании. В настоящее время известно о более чем 14 запатентованных способах и устройствах для формирования корпуса на плаву, для судов различного водоизмещения и формы корпуса, в том числе для крупных морских нефтяных платформ и цилиндрических корпусов подводных лодок;

Большое распространение получили способы сборки корпуса на плаву, объединяющим фактором которых является наличие стяжных устройств (талрепов);

На данный момент имеются и создано много прецедентов удачного использования этих технологий, но теоретические основы разработаны недостаточно, что пагубно влияет на развитие этой технологии в области модернизации, реновации и автоматизации, повлекшие бы за собой ряд положительных факторов способствующих развитию повышения производительности труда, уменьшения затрат и увеличение технологичности;

Во всех известных способах имеются недостатки, что открывает возможности совершенствования технологии.

1. Теоретическое обоснование параметров стыковки блоков на плаву

1.1. Принципиальное отличие сращивания на жестком основании и упругом основании

Имеются способы, при которых блоки предварительно фиксируются между собой на стапеле, а окончательная стыковка производится на воде;

-способы, при которых стыковка осуществляется с использованием понтонов, путем фиксации, кренования и поворотов блоков для их закрепления между собой.

- стапельная сборка на берегу имеет ограничение по размерам построечного места, в настоящее время мало где в мире можно собирать суда большого водоизмещения.

Также анализ развития стапельных построечных мест (на берегу) за последние десятилетия позволил выделить следующие основные тенденции:

1) прекращение строительства новых наклонных стапелей и постепенный вывод из эксплуатации существующих;

2) оснащение заводов, строящих крупные и отчасти средние по размерам суда, строительными доками, приспособленными для организации поточно-позиционной постройки судов;

3) все более широкое распространение горизонтальных построечных мест, расположенных на уровне территории завода, предназначенных для строительства малых, средних, а в последние годы и крупных судов и обеспечивающих, как правило, их поточно-позиционную постройку;

4) создание крытых построечных мест в целях исключения влияния неблагоприятных метеорологических условий.

Таким образом очевидно, что именно способы стыковки суперблоков на плаву являются наиболее перспективными с точки зрения применения, модернизации и развития. Исходя из этого, необходимо определиться с направлением модернизации на основе выявленных недостатков существующих способов:

-малая теоретическая база;

-большой объем ручной «подгоночной» работы;

-для больших судов способы могут быть реализованы только в крупных сухих доках, количество которых в России мало;

-необходимо крановое оборудование большой грузоподъемности, сложная оснастка и устройства для сращивания блоков;

-требуется наличие работников высокой квалификации, в связи с общей сложностью работ.

Гражданское судостроение сегодня нуждается в судах большого водоизмещения в связи с планами освоения Северного Морского пути. Нашей стране требуется большое количество газозводов, водоизмещением которых более 100тыс. тонн, но в данный момент строительство таких

крупных и сложных проектов невозможно. Исходя из этого, необходима постройка сухих доков, но это огромные денежные вложения и очень длительный процесс.

С другой стороны, есть выход из этой ситуации, а именно строительство крупных блоков на существующих верфях или на существующих стапелях: спускать их и на плаву, сращивать, формируя корпус на плаву. Есть варианты постройки блоков на стапелях разных вервей: насыщать по всеми необходимыми системами и устройствами, спускать на воду, сращивать известными разработанными способами и уже достраивать на плаву.

2. Разработка расчетной схемы стыковки блоков на плаву

Наиболее интересным и современным способом, проверенным в реальных условиях судостроительных предприятий является способ сращивания суперблоков на плаву талрепами и замками с помощью центрирующего устройства и направляющих полозьев.

В тоже время, опыт применения данного способа показал, что центрирующее устройство и талрепы по днищу не использовались. По бортам использовались талрепы, а по днищу направляющие полозья (рис. 1).



Рис. 1– Стыковка блоков на плаву (начало)



Рис. 1 – Стыковка блоков на плаву (окончание)

2.1. Общее расположение акватории для проведения стыковки блоков.

Предлагается рассмотреть акваторию, которая оборудована причальной стенкой П-образной формы. Причальная стенка оснащена подъемным краном г/п 20 т. Схема акватории приведена на рис. 2.

При сращивании на плаву модулей дока задействованы две стенки, как показано на рис. 2.

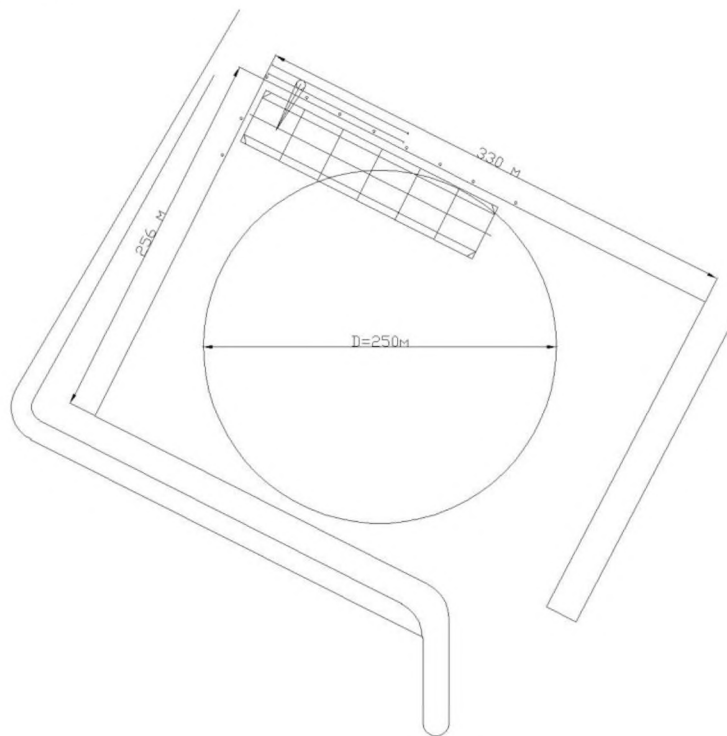


Рис. 2 – Схема расположения акватории и места сращивания модулей дока

Осуществление процесса сращивания модулей дока допускается при ветровой нагрузке до 13 м/с. Указанное допустимое значение скорости ветра обусловлено расчётом прочности центрующих и стягивающих устройств.

2.2. Требования, предъявляемые к модулям (суперблокам)

Модули на момент сращивания должны быть удифферентованы и откренены, в соответствии с обоснованиями максимально допустимых углов крена и дифферента.

Обоснование проводилось из условия обеспечения работы центрующего устройства по принципу скольжения сталь по стали и соблюдения технологических требований к установке стягивающих устройств (талрепов).

2.2.1. Обоснование максимально допустимого угла дифферента. Удифферентовку производить на тихой воде при ветровой нагрузке не более 13 м/с. В расчётах принято, что удифферентовка каждого отдельного модуля производится принятием твёрдого балласта. Удифферентовка предварительно сращенной пары модулей, обеспечивается принятием жидкого балласта.

При сведении модулей на расстояние, необходимое для установки талрепов, требуется обеспечить параллельность сводимых кромок с достаточной степенью точности (см. рис. 3-4). При этом необходимо учитывать максимальный рабочий ход талрепа: $L=290$ мм – для талрепа с допускаемой нагрузкой 16 тс и $L=308$ мм – для талрепа с допускаемой нагрузкой 20 тс. С учётом технологических доводочных операций для расчётов примем $L=250$ мм. Исходя из принятой величины хода талрепа оценим максимальный дифферент без касания кромок башен при стыковке (см. рис. 3).

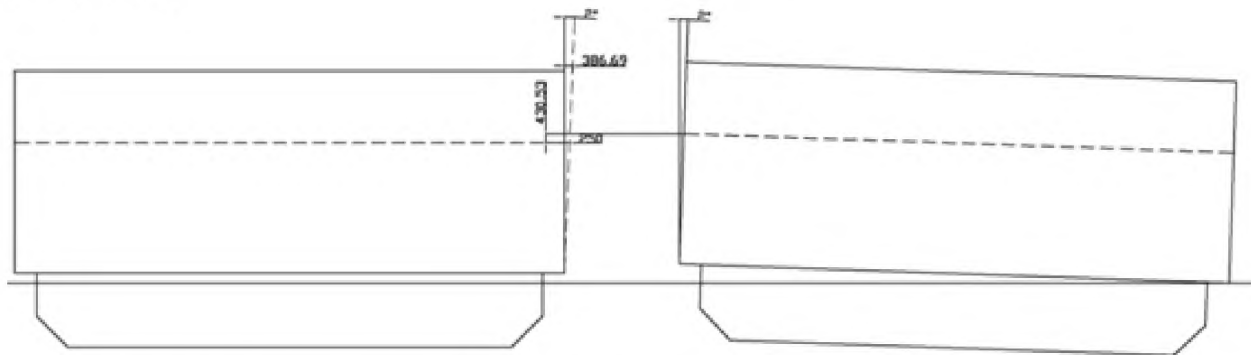


Рис. 3. – Схема предельных положений модулей относительно друг друга по углу дифферента

Согласно графическому обоснованию углов, представленному на рис. 3. , максимальный угол дифферента по значению рабочего хода талрепа, составит 2° . Однако при таком угле дифферента возможно перекашивание

обухов талрепа в его вилках, что может привести к деформациям обухов и силовых элементов талрепа, вплоть до их обрыва.

Таким образом, угол дифферента определяется двумя факторами:

- максимальным ходом талрепа;
- углом заламывания обухов.

Исходя из схемы предельных положений, максимальный угол дифферента при сращивании модулей определяется наименьшим из углов, то есть углом $0,5^\circ$ (угол заламывания обухов).



Рис. 4. – Схема предельных положений в зависимости от заламывания обухов

2.2.2. Обоснование максимально допустимого угла крена.

Корректировка посадки модулей по крену должна выполняться на тихой воде при ветровой нагрузке не более 13 м/с. путём приёма жидкого балласта.

Определяющим фактором при наложении ограничений на угол крена модулей при сращивании их на плаву также является требования к установке талрепов, необходимых для выравнивания осевой линии башен относительно друг друга. Согласно графическому обоснованию, приведённому на рис. 5, допускаемый угол крена модулей исходя из обеспечения необходимого запаса рабочего хода талрепа составляет 1°.

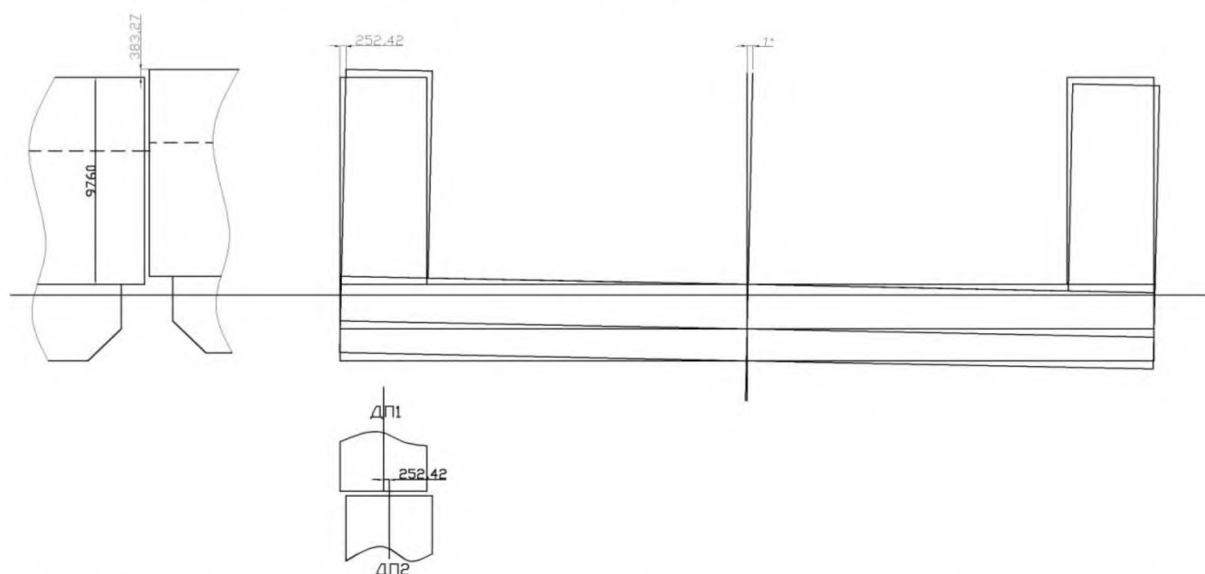


Рис. 5 – Схема взаимных предельных кренов смежных модулей исходя из обеспечения необходимого рабочего хода талрепа

Вторым фактором при наложении ограничений на угол крена при сращивании модулей на плаву является рабочее положение талрепа, при котором обеспечивается установка и работа талрепа на обуха по ОСТ 5.2045-79. На рис. 6 изображена схема взаимных предельных кренов модулей исходя из обеспечения установки и работы талрепов.

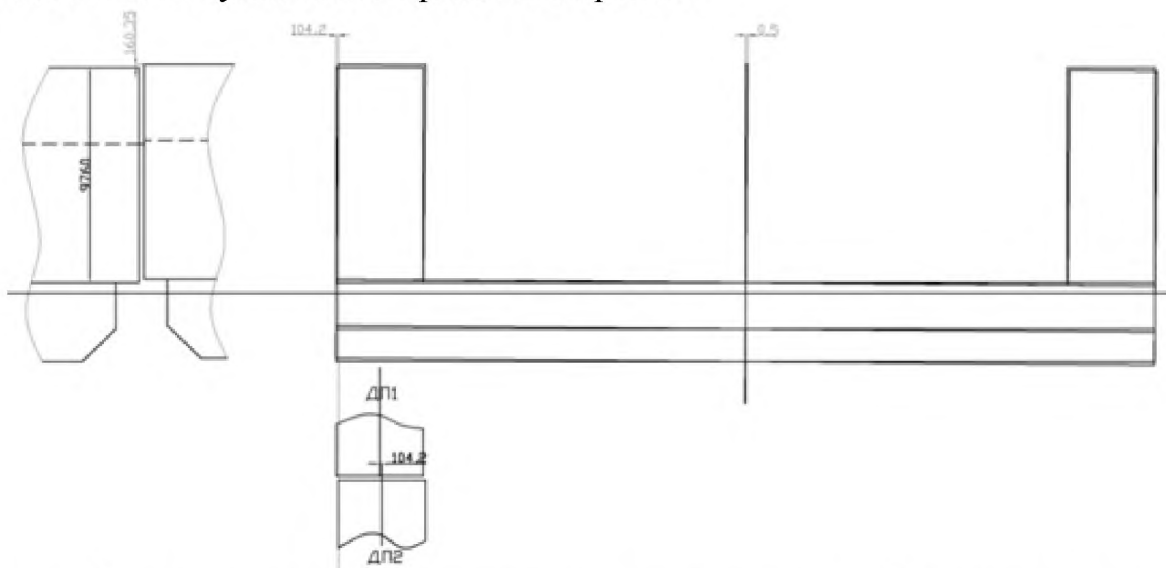


Рис. 6. – Схема взаимных предельных кренов модулей исходя из обеспечения установки и работы талрепов

Исходя из анализа рис. 5. и 6. принят максимально допустимый угол крена при сращивании модулей $0,5^\circ$.

3. Разработка средств технологического оснащения и их технологическая инструкция (замки, направляющие, центрирующее устройство)

Технология сращивания корабельных суперблоков на плаву с применением центрирующих устройств включает следующую основную последовательность работ:

- а) установка базового блока в акватории с использованием штатных и технологических швартовых устройств;
- б) подготовка базового блока к стыковке (удифферентовка и кренование, пробивка контрольных и базовых линий, проверка плоскостей визирования и центрирующих устройств, приварка, вывешивание кранцев со стороны монтажных торцов и др.).

Конструктивные особенности стыкуемых блоков, как правило, позволяют производить кренование путем приема жидкого балласта в штатные балластные цистерны, но удифферентовка в ряде случаев может производиться только путем приема твердого балласта, такого как щебень или песок на палубу блока с перемещением его в горизонтальной плоскости бульдозером. Отклонения положения базового модуля по крену и

дифференту от горизонтальной плоскости не должны превышать 0,5 град. Все отклонения должны фиксироваться контрольными замерами [3].

Перед проведением сборочных операций необходимо разработать схему установки центрующих устройств и прочей сборочной оснастки. Сами ЦУ устанавливаются на прихватки ручной сваркой.

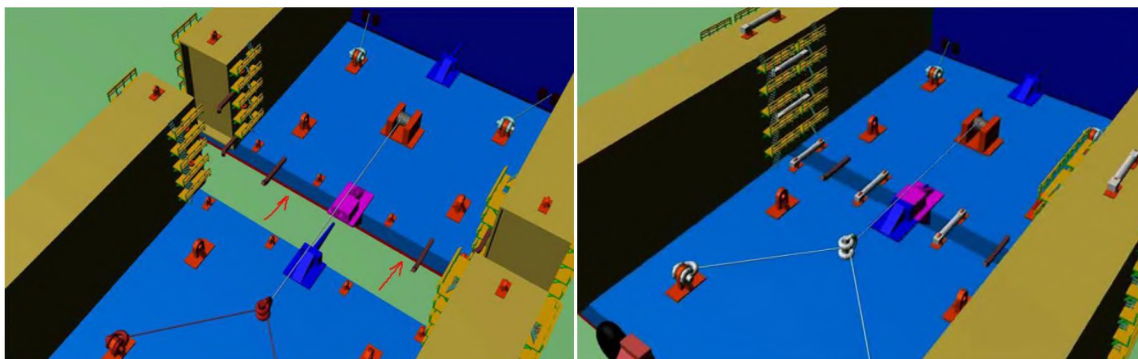


Рис. 7. Фрагменты анимационного ролика компьютерной модели процесса сращивания блоков на плаву

в) выполнение выше указанных работ на стыкуемом соседнем блоке. Кренование и удифферентовка смежного модуля должны выполняться с точностью не менее 2 град;

г) установка с помощью буксиров-толкачей смежного блока относительно базового на расстоянии (20...25) м;

д) закрепление конца буксирного троса от лебедки (или шпиля) на центрующем стержне центрующего устройства ЦУ №1 стыкуемого блока с заведением троса через центрующее отверстие ЦУ №1 базового блока;

е) буксировка стыкуемого блока с помощью лебедки (шпиля) до расстояния между модулями (0,5...1,0) м;

ё) заведение в технологические обуха на палубе, платформах, бортах и продольных переборках блоков талрепов;

ж) окончательное кренование и удифферентовка смежного блока относительно базового. За базовую плоскость при этом должна приниматься плоскость палубы и платформ базового блока. Допускаемые отклонения по излому (из-за допусков на дифферент) составляют не более 0,5 град.; по смещению в вертикальной плоскости (относительно палубы базового блока) – не более 5 мм;

з) пробивка осевой линии в ДП оптическим или лазерным визиром;

и) контрольная проверка взаимного расположения стыкуемых блоков по положению центров ЦУ №1 относительно плоскости палубы;

й) выбор кранцев по всему стыкуемому контуру;

к) доводочное перемещение (синхронно по правому и левому бортам) с помощью лебедки и талрепов смежного (стыкуемого) блока с базовым до начала входа центрирующего стержня ЦУ №1, в центрующее конусное

отверстие (контактные поверхности всех центрующих устройств, предварительно должны быть обильно смазаны литолом);

л) контрольная проверка взаимного положения блоков по центрам центрующих устройств. При необходимости, доводочное взаимное кренование и удифферентовка блоков;

м) доводочное перемещение (синхронно по правому и левому бортам) с помощью лебедки и талрепов стыкуемого блока с базовым до начала входа центрирующих стержней ЦУ №2 и №3 (устанавливаются на главной палубе по правому и левому борту) в ответные центрующие отверстия. Центрующий стержень ЦУ №1 при этом должен полностью и плотно войти в центрующее отверстие;

н) контрольная проверка взаимного положения блоков по центрам центрующих устройств. При необходимости, доводочное взаимное кренование и удифферентовка блоков;

о) доводочное перемещение (синхронно по правому и левому бортам) с помощью лебедки и талрепов стыкуемого блока с базовым. Центрующие стержни ЦУ №2 и №3 при этом должны полностью и плотно войти в соответствующие центрующие отверстия;

п) контрольная проверка взаимного положения блоков по центрам центрующих устройств;

р) доводочное перемещение (синхронно по правому и левому бортам) с помощью лебедки и талрепов стыкуемого блока с базовым до взаимного касания монтажных кромок блоков (рис.2);



Рис.8. «Стяжка» блоков талрепами

с) контрольная проверка зазоров между монтажными кромками блоков по всему монтажному контуру. Зазоры не должны превышать 2 мм;

т) в случае, если величины выявленных зазоров превышают допусковые – причерчивание монтажной кромки с припуском, отведение с помощью талрепов стыкуемого блока на расстояние, удобно для подрезки и разделки кромок под сварку, но не более 300 мм, подрезка и разделка кромок, повторное стыкование блоков в последовательности, описано в п.п н) – с).

При необходимости, указанные операции повторить до получения требуемых зазоров;

у) дифференцирование смежного блока путем приема балласта до получения в районах монтажных стыков по бортам клиновидного зазора между блоками с величиной в верхней части не более 10 мм;

ф) установка распорных клиньев в зазор между блоками по линии палубы и технологических «закусов» в клиновидный зазор между бортами стыкуемых блоков;

х) установка и приварка в районе монтажных соединений с внутренней стороны блоков сборочных гребенок;

ц) окончательная проверка взаимного расположения блоков, зачистка монтажных кромок и их сдача под сварку(рис.3);

ч) сварка монтажных соединений в направлении снизу-вверх одновременно несколькими сварщиками по всем стыкуемым вертикальным монтажным кромкам. По мере сварки необходимо выбирать и переставлять выше по стыку технологические «закусы», одновременно подтягивая друг к другу с помощью талрепов верхние кромки блоков;

ш) сварка монтажных кромок по платформам и палубам;

щ) установка и сварка забойных элементов продольного набора в районе монтажных стыков башен;

э) контроль качества сварных соединений, их испытания на водонепроницаемость;

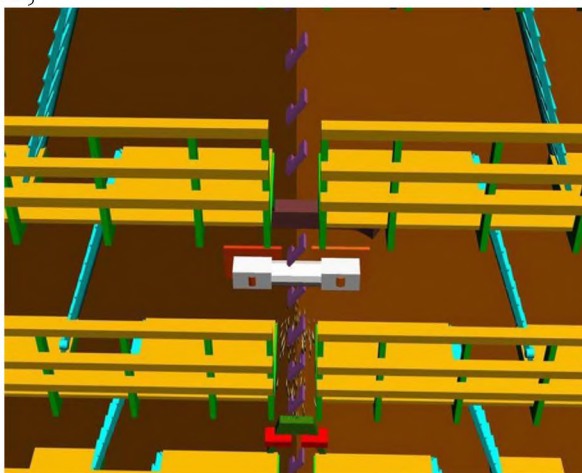


Рис.9. Установка гребенок и сварка блоков между собой

ю) контроль килевой линии и контрольные обмеры собранного корпуса судна;

Сварка блоков между собой по п.п. ч) и ш) включает следующие этапы:

1) сварка незаваренных при сборке блоков участков пазов обшивки
2) установка керамических подкладок на монтажные стыки с внутренней стороны блоков;

3) сварка вертикальных, а затем горизонтальных монтажных стыков по обшивке, платформам и палубам;

4) приварка забойных балок продольного набора к обшивке;

- 5) сварка стенок забойных балок набора между собой;
- 6) сварка полок забойных балок между собой;
- 7) удаление временных креплений.

3.1. Последовательность выполнения работ по установке бортового замка (клиновидного штыря)

Выполнить подготовительные работы в районе установки клинового штыря замка бортового (установить площадки (леса) навесные, приварить обуха для крепления талей цепных, закрепить тали и др.);

Выполнить разметку борта

По линиям разметки установить и приварить технологические упоры;

Застропить клиновидный штырь согласно схеме строповки, разработанной заводом-изготовителем;

Подать клиновидный штырь к месту установки с помощью крана, привести на место установки, ориентируясь по линиям разметки.

Установить клиновидный штырь на технологические упоры, закрепить на прихватках, соблюдая требования к точности установки и не отдавая стропы.

Проверить правильность установки, сдать клиновидный штырь под сварку ОТК.

Выполнить сварку, а также следующие общие требования к сварке:

- 1) вертикальные швы выполнять снизу вверх;
- 2) горизонтальные швы выполнять от середины к краям замка.
- 3.) зачистить сварные швы.
- 4) сдать установку замка ОТК.

3.2. Последовательность выполнения работ по установке ответной части клинового бортового замка

Выполнить подготовительные работы в районе установки ответной части замка бортового (установить площадки (леса) навесные, приварить обуха для крепления талей цепных, закрепить тали и др.);

Выполнить разметку борта;

По линиям разметки установить и приварить технологические упоры;

Застропить клиновидный штырь согласно схеме строповки, разработанной заводом-изготовителем;

Подать клиновидный штырь к месту установки с помощью крана, привести на место установки, ориентируясь по линиям разметки.

Установить клиновидный штырь на технологические упоры, закрепить на прихватках, соблюдая требования к точности установки и не отдавая стропы.

Проверить правильность установки, сдать клиновидный штырь под сварку ОТК.

Выполнить сварку, соблюдая следующие общие требования к сварке:

1. Вертикальные швы выполнять снизу вверх;
2. Горизонтальные швы выполнять от середины к краям замка.
3. Зачистить сварные швы.
4. Сдать установку замка ОТК.

3.3. Оснастка, оборудование и инструмент для установки бортовых замков

Оснастка, оборудование и инструмент, применяемые при установке клиновидного штыря замка и ответной части замка, должны соответствовать общим требованиям ОСТ5.9092–82.

При строповке рекомендуется применять трехточечную схему с использованием ручных цепных талей для доводочных перемещений.

Установка элементов замка бортового должна производиться с помощью:

- а) проверочного инструмента, состав и назначение которого соответствует указаниям ОН9-915–79;
- б) оборудования для газовой резки, указанного в ОСТ5.9526–82;
- в) оборудования для газовой и воздушно-дуговой строжки, соответствующего ОН9-750–77;
- г) оборудования для сварки, соответствующего действующей документации;
- д) инструмента и оборудования для пневматических работ, соответствующего ОН9-38–77;
- е) оборудования для сборки, соответствующего ОСТ5.9520-81 и существующим руководящим материалам.
- ж) лесов (площадок) навесных, соответствующих ГОСТ 26887-86 «Площадки и лестницы для строительно-монтажных работ. Общие технические условия».

3.4. Технологические указания на установку бортовых замков

При выполнении работ по установке элементов бортовых замков необходимо руководствоваться основными положениями по технологии изготовления конструкций корпусов стальных судов, отраслевым стандартом на предварительную сборку ОСТ 5.9912-83 и типовой технологией сборки и сварки секций Элементов замков бортовых.

Все сварочные материалы обязательно должны быть подвергнуты входному контролю на соответствие нормативным документам. Сертификаты, удостоверяющие качество сварочных материалов должны иметь одобрение (признание) Морского Регистра Судоходства.

Зазоры и разделка кромок под сварку должны быть выдержаны в пределах, установленных чертежами, в соответствии с требованиями ГОСТ 8713-79, ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 5264-80.

Указания на удаление дефекта и исправление дефектного участка сварного соединения разрабатывается технологической службой завода-изготовителя.

Удаление дефектов и исправление дефектного участка сварного соединения производится под наблюдением производственного мастера.

При обнаружении в сварных соединениях трещин, работы по сварке данной конструкции прекратить до выявления и устранения причин их образования.

Приемка и оценка качества подготовленных под сварку дефектных участков и исправленных участков сварных соединений осуществляется по тем же правилам, которые предусмотрены для первичной приёмки сварных соединений при постройке корпусных конструкций.

Приёмку подготовленного под сварку дефектного участка и исправленного сварного соединения осуществлять ОТК.

Зазоры, превышающие допустимые, исправлять согласно ОСТ 5.9092-91. Метод исправления должен быть выбран технологической службой завода-изготовителя и согласован с инспектором Морского Регистра Судоходства или с представителем Заказчика.

Количество временных технологических креплений, привариваемых к корпусным конструкциям, должно быть минимальным. Удаление временных технологических креплений производить газовой резкой или строжкой угольным электродом с последующей подваркой и зачисткой мест приварки.

Строповку элементов бортового замка для подъёма и транспортирования выполнять по специально разработанным схемам, в которых определены количество обухов и места их приварки.

В местах сварки элементов замка с бортом башни модуля дока выполнить зачистку поверхности борта от лакокрасочного покрытия на ширине не менее 200 мм по обе стороны от оси шва.

4. Обоснование массогабаритных характеристик блоков

Обоснование размерений блоков и их массы является необходимой и очень важной задачей при проектировании судна, продумывания общей стратегии постройки судна.

Масса блоков должна определяться возможностями штатных лебедок, мощностью шпильей, тягового оборудования для того, чтобы по максимуму использовать штатное оборудование и приспособления, которые имеются у завода-строителя.

Для уменьшения срока строительства зачастую модули одного и того же проекта строят на разных вервях, чтобы в последующей перспективе произвести стыковку, сращивание блоков, возводя корпус судна воедино.

Данный метод сращивания блоков на воде и решение строительства модулей на разных вервях признан целесообразным и имеет ряд преимуществ и положительных качеств:

1. Происходит загрузка верфей, что является не маловажной стратегической задачей

2. Сокращение производственного цикла судна – это преимущество во времени особо благоприятно, если предприятие имеет заказ на серийную постройку судов большого водизмещения.

После того, как модули построены и оснащены всеми необходимыми системами и устройствами, блоки буксируют по воде на достроечную базу.

Но при транспортировке блоков с верфей на достроечную базу могут возникнуть препятствия в виде: мостов, мелей, ширины судового хода. Именно эти факторы являются важными и ограничивающими, которые зависят на размеры блока.

Таким образом, необходимо также анализировать линию транспортировки строящихся и проектируемых блоков, наличие мостов и подмостовых габаритов, глубины, ширина судового хода, радиус судового хода.

Вывод

В работе обоснованы массогабаритные характеристики блоков. Они лимитируются наличием мостов и подмостовых габаритов, мелью, шириной и глубиной, радиусом судового хода.

Разобраны и рассмотрены конструкции средств технологического оснащения и технологическая инструкция с последовательностью выполнения работ: замков, направляющих, центрирующих устройств, талрепов и т.д.

Рассмотрена и проработана расчетная схема стыковки блоков на плаву из которой следует, что отклонения положения базового модуля по крену и дифференту от горизонтальной плоскости не должны превышать 0,5 град. , а кренование и удифферентовка смежного модуля должны выполняться с точностью не менее 2 град; дифферентование смежного блока путем приема балласта до получения в районах монтажных стыков по бортам клиновидного зазора между блоками с величиной в верхней части не более 10 мм; Рассмотренные выше технологические конструкции и их технологические инструкции позволяют нам выполнять операции на воде, учитывая некоторые базовые ограничения. Основываясь на теоретическую базу прошлых лет, успешное практическое применение метода сращивания модулей на воде, необходимо усовершенствовать данный способ, что будет способствовать снижению материалоемкости, трудоемкости, сроков подготовки производства , экономической составляющей и т.д.

Литература

1. ГОСТ 5264–80 – Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка. Основные типы и конструктивные элементы.
2. ГОСТ 14771–76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
3. ОСТ5.0015–80 – Проверочные работы при изготовлении узлов и секций корпусов надводных судов.
4. ОСТ5.9079–82 – Деформации местные сварных корпусных конструкций надводных судов. Нормы и методы контроля.
5. ОСТ5.9083–82 – Корпуса стальных судов. Сварка углеродистых и низколегированных сталей. Основные требования к технологическим процессам.
6. ОСТ5.9091–82 – Корпуса стальных судов. Технология изготовления корпусных деталей.
7. Правила классификации и постройки морских судов. Том 2 – Изд-во РМРС, 2012.– 691с.
8. Бурмистров, Е.Г. Сварочные и газотермические процессы: методические указания / Е.Г. Бурмистров, О.К. Зяблов. – Н. Новгород, Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2010. – 42 с.
9. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – с. 36.
10. Е.Г.Бурмистров, Н.В. Огнев. Некоторые особенности технологии стыкования наплаву корабельных суперблоков / Е.Г.Бурмистров, Н.В. Огнев – ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012.