



УДК 629.5.081.24

Д.В. Рыжов, магистрант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Е.Г. Бурмистров, д.т.н., проф. каф. ПиТПС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МЕТОДОВ СРАЩИВАНИЯ КОРАБЕЛЬНЫХ БЛОКОВ НА ПЛАВУ

Ключевые слова: суперблоки, формирование корпуса на плаву, способы и методы стыковки блоков на плаву

Аннотация. В статье обозначена проблема необходимости разработки новых или модернизации старых способов стыковки блоков корпуса на плаву. Приведен анализ способов, дано их описание по группам по принципу похожежности методов и использования устройств. Дано обоснование необходимости разработки новых способов стыковки блоков на плаву или модернизации старых.

Уже более 100 лет назад в России начала применяться технология постройки судов из крупных блоков с их сращиванием на стапеле. В настоящее время эта технология хорошо разработана и применяется практически на всех судостроительных верфях. Однако, при строительстве крупных судов и кораблей она может применяться в сухих строительных доках, так как прочие типы судоспускных устройств имеют известные ограничения как по размерам, так и по грузоподъемности. Кроме того, возможности кранового оборудования построечных мест также весьма скромны и не позволяют оперировать с блоками массой 200 т и более. В то же время, Россия остро нуждается в крупнотоннажном флоте, в том числе для освоения Северного морского пути, освоения и обслуживания месторождений на шельфе арктических морей, защиты геополитических интересов страны в мировом океане. В настоящее время проектирование и строительство новых современных верфей для крупнотоннажного судостроения ведётся крайне медленно, а реновация существующих, как правило, не предусматривает существенного увеличения стапелей и грузоподъемности спусковых устройств. То есть, на данный момент ситуация имеет длительные перспективы разрешения, в то время как экономические и политические интересы требуют создания крупнотоннажного флота уже в кратчайшие сроки.

Такая постановка задачи требует нетривиального подхода к её решению. Очевидно он возможен на основе 1) анализа уже существующих и применяющихся на верфях технологий сращивания блоков, в том числе, крупных (супер-) блоков на плаву; 2) теоретического обоснования параметров стыковки суперблоков; 3) разработки способа сращивания суперблоков на плаву.

Ниже представлен аналитический обзор наиболее интересных способов сборки корпусов судов на плаву. Так, известен способ когда блоки (понтон) предварительно стыкуют на стапеле, затем поочередно спускают на воду, балластируют и соединяют между собой [1]. Однако при строительстве блоков, например, на разных верфях произвести предварительную стыковку на стапеле, как правило, невозможно. То есть,

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава,
аспирантов и студентов*

*Секция I Технические и экологические аспекты эксплуатации флота, водных путей и
гидросооружений*

применять принципы межзаводской кооперации верфей в этом случае можно весьма ограниченно. Кроме того, к недостаткам способа следует отнести также и то, что при продольной стыковке понтонов на плаву балластировкой не всегда удаётся придать им требуемое наклонное положение, обеспечивающее полный выход стыкуемых кромок из воды.

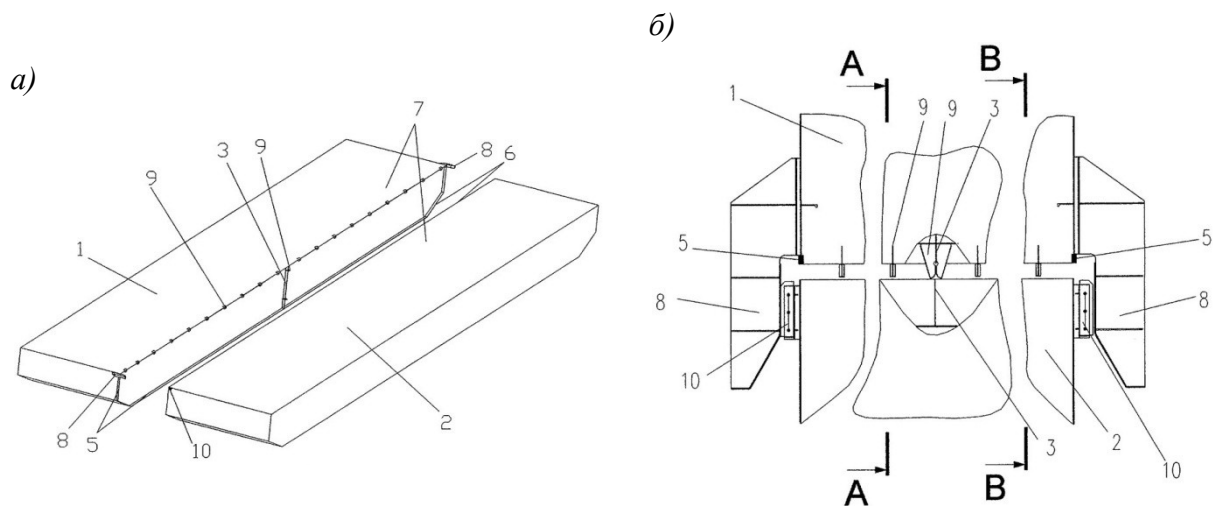
Известны и применяются также способы сборки корпуса судна на плаву посредством стяжных устройств-галрепов [2] и центрирующих и стяжных устройств [3]. Они включает в себя: строительство и спуск на воду отдельных частей корпуса, выполненных в виде водоизмещающих блоков, ограниченных поперечными переборками; последующую буксировку блоков к месту сборки; установку центрирующих и стяжных устройств; стыковку блоков и сварку монтажных соединений.

Недостатком обоих способов является значительная трудоёмкость и недостаточная надёжность в случае сборки корпуса значительной длины, а также сложность схем размещения монтажной оснастки – стяжных и центрирующих устройств и их большое количество.

Интересным представляется способ [4], при котором части корпуса судна изготавливают отдельно на стапелях, в кондукторах, установленных с дифферентом по отношению друг к другу. По окончании формирования блоков причерчивают и обрезают припуски по их монтажным кромкам, сами блоки устанавливают в сборочное устройство и сваривают по стыкам и пазам. Основным недостаток при этом заключается в том, что способ он не учитывает деформации, возникающие при (и после) спуске судна на воду и трудно осуществим при сборке крупногабаритных конструкций.

Одним из наиболее интересным является способ [5], при котором части корпуса изготавливают отдельно, причерчивают и обрезают припуски по кромкам стыкуемых частей корпуса, устанавливают устройства и приспособления для стыковки, спускают части корпуса на воду и производят их стыковку на плаву. Однако и этому способу присущи определённые недостатки. В частности – изменение положения упругой линии судна на плаву по отношению к упругой линии на стапеле. Это приводит к увеличению напряжений в монтажных швах и негативно отражается на общей прочности корпуса.

Более перспективным в этом смысле представляется способ сборки корпуса на плаву [6] с применением центрирующих и стяжных устройств, отличающийся от [2] и [3] наличием компенсатора, обеспечивающего повышенную точность стыковки. Суть способа пояснена на рис. 1, а), б).



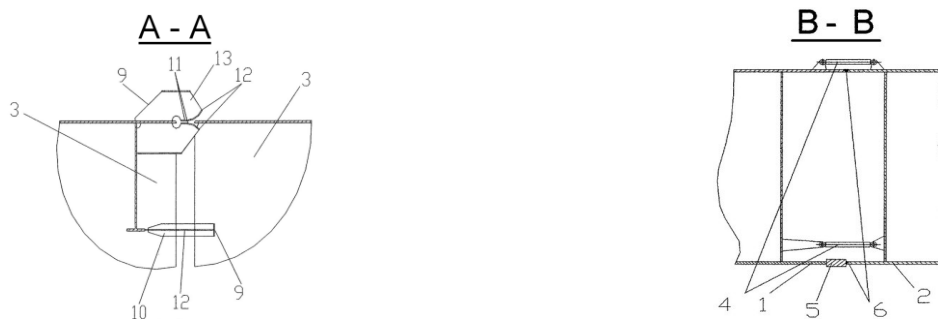


Рис. 1 – Схема сборки крупных блоков судового корпуса на плаву:

а) – Здесь показаны части корпуса в виде понтонов перед стыковкой; б) – вид сверху на кромки стыкуемых блоков

На каждом из блоков 1 и 2, построенных на разных заводах, перед спуском на воду монтажные стыки 6 контуруют до положения, при котором кромки всех стыкуемых элементов набора корпуса находились бы в одной вертикальной плоскости. Подготовленные к стыковке на плаву блоки спускают на воду и буксируют, в том числе и по внутренним водным путям (через шлюзы) к месту их стыковки. При стыковке на плаву блоки 1 и 2 стягивают цепными таями (на рис. не показаны) и талрепами 4.

Направляющие ловители 8, выполненные в виде коробчатых конструкций, при взаимодействии с деревянными подушками 10 ограничивают продольные перемещения блока 2 относительно блока 1 и при дальнейшем стягивании обеспечивают гарантированное вхождение поперечной переборки 3 в зазор между отогнутыми концами 12 пластин 11 фиксирующих ловителей 9, обеспечивая точную сходимость кромок монтажного стыка 6 поперечной переборки 3. Это позволяет разделить пополам разность размеров по длине блоков 1 и 2.

Затем в процессе поэтапного дальнейшего стягивания понтонов 1 и 2, аналогичным образом автоматически обеспечивается точная сходимость кромок палубы 7 при помощи фиксирующих ловителей 9, равномерно расположенных вдоль кромки монтажного стыка 6 на палубе 7. Сходимость остальных кромок стыкуемого контура обеспечивается наличием утолщенного бруса 5, обеспечивающего компенсацию разности размеров блоков 1 и 2 по длине и высоте.

Данный способ позволяет, при значительном уменьшении трудоёмкости, производить надёжную стыковку на плаву (без предварительной стыковки на стапеле) корпусов судов длиной более 100 метров, выполненных из отдельных блоков, в том числе изготовленных на разных верфях.

Как показывает практика, значительной проблемой при сборке крупных корпусов судов на плаву является нарушение упругой линии корпуса. Расчёты показывают, что отличие максимальной стрелки прогиба упругой линии при сборке на плаву, как на упругом основании, может достигать 0,05–0,5 м по отношению к сборке на стапеле, как на жёстком основании. Поэтому, внимания заслуживают способы, предполагающие оперативный контроль упругой линии в процессе сборки. В частности, способ [7].

Сборка корпуса осуществляется следующим образом: после окончания формирования блоков на стапеле определяют осадку смежных стыкуемых блоков, выполняют расчёт балластировки для приведения блоков к одинаковой осадке и рассчитывают упругие линии блоков на плаву. По результатам расчётов доковые опоры блоков перемещают до тех пор, пока упругие линии каждого блока не займут положение, соответствующее их упругим линиям на плаву, или производят пересадку на установленные в соответствии с расчётом другие доковые опоры.

После приведения упругих линий к расчётным значениям выполняют причерчивание и обрезают монтажный припуск по кромкам стыкуемых блоков, устанавливают устройства и приспособления для стыковки, блоки отдельно спускают на воду и производят их стыковку на плаву.

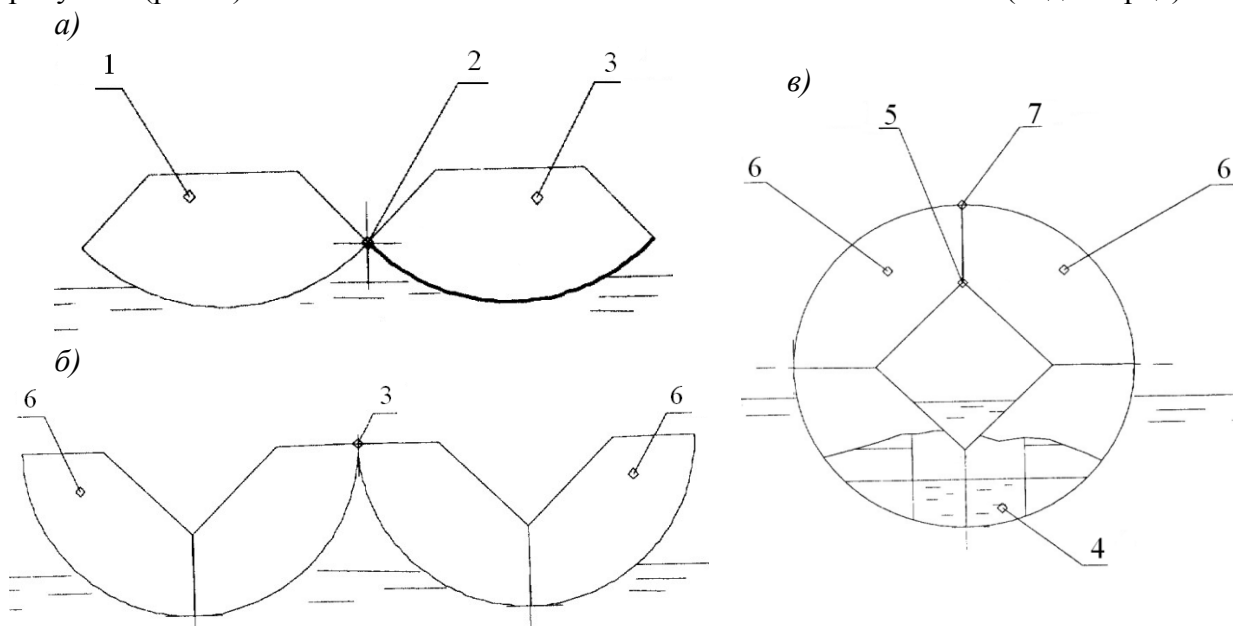
Этот способ значительно снижает нарушение взаимной ориентации блоков после спуска на воду и стыковки, поскольку результаты взаимного положения частей корпуса на стапеле и на воде практически не изменяются.

По способу [8] на стапеле изготавливают отдельные части корпуса – блоки, предварительно подгоняют и обрабатывают их монтажные кромки, последовательно спускают их на воду, сводят друг с другом и выравнивают их в положении «на ровный киль». После этого сваривают кромки надводных участков блоков между собой и поочередно создают крен корпуса до выхода на поверхность подводных участков кромок соединяемых блоков для их сварки между собой без кессонирования.

Недостатком является возникновение чрезмерных, ничем не компенсируемых растягивающих напряжения, препятствующих продолжению сварочных работ на нижних участках стыкуемых кромок частей плавучего сооружения.

Дальнейшим развитием этого способа является способ [9], который позволяет устранять растягивающие напряжения в верхних сварных швах стыкуемых блоков при поочередном их креновании. Способ заключается в том, что после изготовления блоков на стапеле, под их концевые части подводят специальные понтоны, а монтажные кромки соединяемых блоков подгоняют и обрабатывают на стапеле. После спуска на воду блоки корпуса выравнивают «на ровный киль», затем сваркой соединяют верхние участки стыкуемых кромок, находящиеся в надводном положении до поочередного кренования блоков. При этом на стыкуемые блоки устанавливаются специальные датчики для фиксации напряжённого состояния металла сварных швов кромок надводных верхних участков блоков. Поочередно создают крен блоков при одновременном откачивании воды из понтонов для обеспечения их подъёмной силы такой, чтобы показания датчиков стали бы нулевыми, выводя на поверхность подводный участок кромок стыкуемых блоков. На заключительном этапе осуществляют окончательную сварку монтажных кромок. После этого понтоны из под состыкованных блоков убирают.

Для стыковки на плаву частей цилиндрического корпуса (например, подводной лодки) известен способ соединения частей корпуса [10], заключающийся в том, что стыкуют одни кромки частей над водой, поворачивают части с помощью балласта вокруг этих стыков и соединяют противоположные кромки. Недостатком этого способа является невозможность применения его при монтаже крупногабаритных цилиндрических корпусов судов и кораблей. Однако, существует усовершенствованный, по сравнению с описанным способ, позволяющий упростить монтаж на плаву крупногабаритных цилиндрических корпусов плавсооружений за счёт шарнирной стыковки [11]. На рисунках (рис. 2) схематично показаны основные этапы такой стыковки (вид с торца).



Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов

Секция I Технические и экологические аспекты эксплуатации флота, водных путей и гидросооружений

Рис. 9 – Основные этапы шарнирной стыковки:

- а) – соединение корпусов с помощью шарнира; б) – стыковка двух половин корпуса; в)
– готовый корпус

Кромки частей 1 и 2 корпуса (см. рис. 2, а) на плаву соединяют с помощью шарнира 3. Затем с помощью приёма в эти части корпуса балласта 4 поворачивают их вокруг шарнира 3, сваривают противоположные кромки (стык 5) и получают половину корпуса 6 (рис. 2, б). Таким же образом изготавливают вторую половину корпуса 6, после чего обе половины соединяют вместе (рис. 2, в). После чего производят сварку стыков 7 и 5. Затем весь корпус вращают вокруг своей продольной оси и сваривают в надводном положении шарнирные стыки 3 и 5.

Для сборки на плаву крупногабаритных конструкций, например, фундаментных блоков морских стационарных платформ, разработан способ [12], содержащий операции постройки этих конструкций на плавучих ёмкостях, оборудованных системами погружения/всплытия, которые, в свою очередь, предварительно устанавливают на опорах установленных на неподвижном основании. Недостатком способа считается необходимость использования сухого дока достаточно больших размеров, обусловленных шириной собираемых конструкций, а также сложностью перемещения секций крупногабаритных конструкций.

Усовершенствованным вариантом этого способа можно считать способ [13], отличающийся использованием двух параллельно расположенных друг другу сухих доков. Способ осуществляется следующим образом. В параллельно расположенных сухих доках на опорах размещают плавучие ёмкости, оборудованные системами для погружения и всплытия, объединяют их общей стапель-палубой, располагая её над доками и перекрывая ширину доков и расстояние между ними. На стапель-палубе выполняют операции постройки крупногабаритной конструкции, превышающих суммарную ширину доков. По завершении строительства конструкции доки заполняют водой. Ёмкости всплывают вместе с собранной конструкцией и выводятся на глубокую воду. Здесь их затапливают до момента всплытия с них крупногабаритной конструкции. После всплытия конструкция буксируется к месту достройки. Ёмкости продувают сжатым воздухом до полного всплытия и возвращают в сухие доки, устанавливая в первоначальное положение. При строительстве последующих крупногабаритных конструкций осушение доков может не производиться, а ёмкости заполняются балластом. Строительные краны могут размещаться на стапель-палубе и по мере строительства крупногабаритной конструкции перемещаться в торцевую часть доков на стационарные площадки, расположенные вне пределов стапель-палубы.

Таким образом, в процессе работы над статьей авторами были проанализированы известные и в той или иной степени применяющиеся способы и устройства для сращивания крупных корабельных блоков на плаву. В результате выявлены следующие любопытные факты:

- 1) в настоящее время известно о более чем 13 запатентованных способах и устройствах для формирования корпусов судов на плаву. В том числе, для формирования корпусов крупных морских нефтяных платформ и цилиндрических корпусов подводных лодок;
- 2) большое распространение получили способы сборки корпусов судов на плаву, объединяющим признаком которых является наличие центрирующих и стяжных устройств (талрепов);
- 3) разработаны способы, при которых блоки предварительно собираются между собой на стапеле, а окончательная их стыковка производится на воде;
- 4) существуют способы, допускающие использованием специальных понтонов для фиксации, кренования и поворотов стыкуемых блоков для их закрепления между собой.

К числу общих недостатков проанализированных способов можно отнести:

1. Отсутствие разработанной теоретической базы для научно обоснованного выбора того или иного способа.

2. Все способы предполагают выполнение больших объёмов ручных «подгоночных» работ.

3. Для сборки корпусов судов большого водоизмещения большинство способов могут быть реализованы только в сухих доках больших размеров, количество которых в России крайне недостаточно.

4. Все способы требуют применения кранового оборудования большой грузоподъёмности, сложной оснастки и специальных устройств для сращивания блоков.

5. В связи с общей высокой сложностью работ, все способы предполагают наличие на верфи кадрового персонала высокой квалификации.

Выводы:

1) На данный момент создано достаточно много прецедентов удачного использования разнообразных технологий сращивания на плаву блоков корпусов судов, в том числе крупногабаритных (суперблоков). Однако, теоретические основы таких технологий разработаны недостаточно, что сдерживает расширение использования существующих способов и разработку новых.

2) Все известные способы имеют определённые недостатки, что свидетельствует о возможности их совершенствования.

3) Тематика, связанная с разработкой метода сращивания корабельных суперблоков при формировании корпуса судов и кораблей на плаву, является чрезвычайно актуальной и требует проведения серьёзных научных исследований на основе современных достижений судостроительной науки и техники.

Список литературы:

[1] А. с. №2308398 RU, МПК⁸ В63В009/06. Способ сборки корпуса судна на плаву и устройство для его осуществления / А.Н. Завалишин (UA), В.В. Руденко (UA), В.Ф. Подгорный (UA), Н.В. Воробьева (UA). – №2006106445/11; заявл. 2006-03-01; опубл. 20.10.2007, Бюл. № 23. – 3 с.

[2] А. с. №835875 RU, М.кл.⁸ В63 В9/06 В63 В35/44. Способ стыкования частей плавучих сооружений / В.Н. Буракин, М.И. Кутняков, Л.Т. Фёдоров, Г.Х. Мертоджан, В.Н. Шебунин, В.П. Мохов, В.В. Савостьянов. – №2797983/27-11; заявл. 17.07.1979; опубл. 07.06.1981, Бюл. № 21. – 2 с.

[3] Дурмашкин С.Ш., Лобзов Н.И. и др. «Постройка судов из частей, отдельно спущенных на воду». Л.: Судостроение, 1974, с.15-19, 96-98.

[4] А. с. №2217343RU, МПК⁷ В63В9/06. Способ сборки корпуса судна / О.М. Салыкин, В.А. Козлов, В.А. Виноградов. – №98123894/11; заявл. 30.12.1998; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 16. – 3 с.

[5] А. с. №1156953 RU, МКИ В 63 В 9/00. Способ сборки корпуса судна / О.М. Салыкин, В.А. Козлов, В.А. Виноградов. – №98123894/11; заявл. 30.12.1998; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 16. – 3 с.

[6] А. с. №2308398 RU, МКП В63В009/06. Способ сборки корпуса на плаву и устройство для его осуществления/ А.Н. Завалишин (UA), В.В. Руденко (UA), В.Ф. Подгорный (UA), Н.В. Воробьева (UA). – №2006106445/11; заявл. 30.12.1998; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 16. – 3 с.

[7] А. с. №2217343RU, МПК⁷ В63В9/06. Способ сборки корпуса судна / О.М. Салыкин, В.А. Козлов, В.А. Виноградов. – №98123894/11; заявл. 30.12.1998; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 16. – 3 с.

[8] Способ сборки на плаву плавучего сооружения [Электронный ресурс] / А.Ю. Герварт, В.М. Чарнасов, В.А. Новохацкий. – Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/208/2088468.html>.

- [9] А. с. №2088468 RU, МПК⁶ В63В009/06. Способ сборки на плаву плавучего сооружения / А.Ю. Герварт, В.М. Чарнасов, В.А. Новохацкий. – № 95111830 /11; заявл. 30.12.1998; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 16. – 3 с.
- [10] А. с. № 2167079 SU, кл. В 63 В 9/06. Способ сборки на плаву плавучего сооружения / Ю.К. Рассказов, В.Г. Ксензов, А.С. Кучков. – № 2167079/11; заявл. 22.06.1998; опубл. 20.05.2001, Бюл. № 26. – 3 с.
- [11] А. с. № 2167079 SU, кл. В 63 В 9/06. Способ сборки на плаву плавучего сооружения / Ю.К. Рассказов, В.Г. Ксензов, А.С. Кучков. – № 2167079/11; заявл. 22.06.1998; опубл. 20.05.2001, Бюл. № 26. – 3 с.
- [12] Способ строительства крупногабаритных плавучих конструкций [Электронный ресурс] / А.И. Самбуренко, Б.И. Самбуренко. – Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/203/2032586.html>.
- [13] Патент РФ № 2032586 RU, В63В35/44, Е02В17/00, В63В9/06. Способ возведения объектов / П.Е. Козырев (RU). – № 2008105612/11; заявл. 13.02.2008; опубл. 10.07.2009, Бюл. № 27. – 3 с.

THE URGENCY OF DEVELOPING NEW METHODS OF MATCHING BLOCKS OF SHIP AFLOAT

D.V. Ryzhov, E.G. Burmistrov

Keywords: superblocs, formation of the hull afloat, methods and methods of docking blocks afloat

Abstract: The article outlines the problem of the need to develop new or retrofit old ways of docking the hull blocks afloat. The analysis of methods is given, their description is given in groups according to the principle of similarity of methods and the use of devices. The rationale for the need to develop new ways of docking blocks afloat or upgrading old ones is given