

УДК 656.6

**Истомин Никита Станиславович**, магистрант кафедры ПиТПС ФГБОУ ВО «ВГУВТ»  
**Бурмистров Евгений Геннадьевич**, д.т.н., профессор кафедры ПиТПС ФГБОУ ВО  
«ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

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

### ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ НА АО «ЗЕЛЕНОДОЛЬСКИЙ ЗАВОД ИМЕНИ А.М. ГОРЬКОГО» СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЫСОКОМЕХАНИЗИРОВАННЫХ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ (С ЭЛЕМЕНТАМИ РОБОТИЗАЦИИ) УЧАСТКОВ УЗЛОВОЙ СБОРКИ

*Ключевые слова:* совершенствование технологии, оборудование для узловой сборки, механизация и автоматизация

*Аннотация.* В статье представлены основные направления технологии узловой сборки корпусных конструкций на АО «Зеленодольский завод имени А.М.Горького с использованием специальных высокомеханизированных и автоматизированных (с элементами роботизации) участков. Рассмотрены основные направления совершенствования технологии изготовления корпусных конструкций.

#### 1. Технические условия на изготовление корпусных конструкций

Для того чтобы обеспечить изготовление корпусных конструкций необходимо придерживаться [1]:

1. Технических условий и требований техпроцесса;
2. Правил Регистра (классификационного общества);

До начала строительства судна изучаются все чертежи конструкций и технологические процессы. Проверяется наличие всех необходимых для сборки корпуса и надстройки деталей и узлов. Листы толщиной до 6 мм, собираемые на сборочном стенде, обхватывают по плоскости и связывают со стендом по контуру. Зазоры между деталями под сварку выдерживают в соответствии с требованиями стандарта или чертежа.

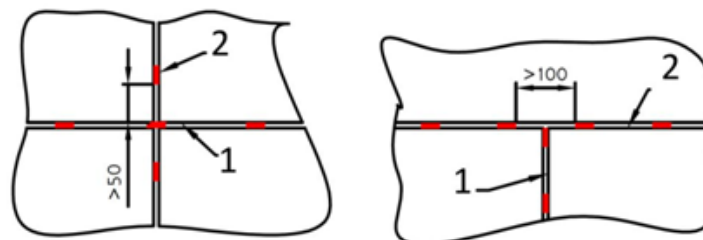


Рис. 1. Установление прихваток на пересечении сварных швов в очередности (1, 2).

В стыковых крестообразных соединениях (рис. 1) необходимо (если сварка автоматическая, то во избежание прожогов даже настоятельно рекомендуется) устанавливать прихватки, если сварные швы каждого из таких соединений не оканчивается у крестообразного соединения. Прихватки зачищают, затем проверяют при внешнем осмотре.

## 2. Технология изготовления узлов таврового профиля

В зависимости от технологических возможностей судостроительных предприятий и серийности заказа при изготовлении узлов типа тавровых балок, используют (рис. 2) [1-4]:

- сборку, сварку свободным методом;
- сборку, сварку при помощи кондуктора;
- сборку, сварку станочным методом;
- сборку при помощи поточных линий.



Рис. 2. Классификация методов изготовления тавровых узлов.

**Составление узлов методом свободной сборки и сварки.** Если узлы собираются свободным методом, необходимо соблюдать последовательность и все операции технологического процесса выполнять вручную:

- 1) Необходимо разметить установочные и базовые линии (риски);
- 2) Установить деталь по линиям разметки;
- 3) Для создания сварочного зазора свести сопряжения (при помощи ручных сборочных приспособлений);
- 4) Проверить и в случае необходимости откорректировать положение детали;
- 5) Выполнить меры по предотвращению сварочных деформаций, придать выгибы деталям в ту или иную сторону;
- 6) Прихватить детали друг к другу;
- 7) Сварить (предпочтительно несколькими сварщиками с обеих сторон);
- 8) Контролировать качество сварки и проверять размеры и отклонения формы от чертежа.

**Применяемая оснастка и инструмент (рис. 3) [2].**

Оснастка:

- универсальный плоский стенд-плита (достаточных размеров, с одинаковыми размерами изготавливаемого узла),

Приспособления:

- приспособления для сборки и сварки: сборочные трубины, приспособление «рыбий хвост», винтовой приварной фиксатор и т.п.

Инструмент:

- мерительный инструмент: линейка, рулетка, металлический угольник, уровень,

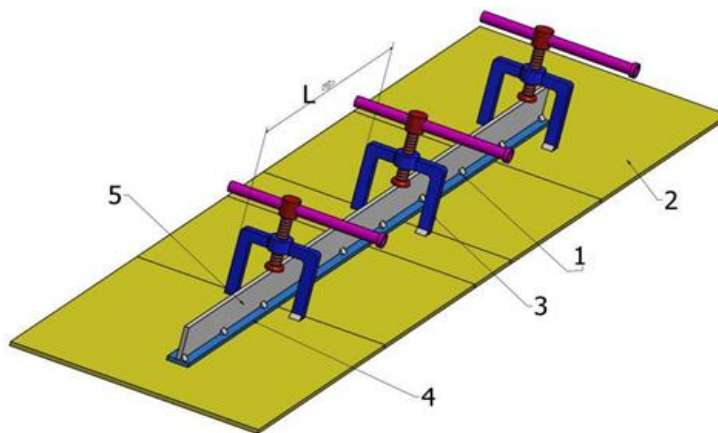


Рис. 3. Сборка узла тавра с применением прижимов с П-образными приварными скобами:

1 – электроприхватка; 2 – плита (основание); 3 – П-образная скоба (прижим), 4 – поясок тавра; 5 – стойка тавра; L – установочное расстояние между прижимами.

Стандартный инструмент:

- чертилка, кувалда, молоток, ломик.

Сварочное оборудование:

- сварочный пост с ручной электродуговой и полуавтоматической сваркой в среде защитных газов

### Сборка, сварка тавровых узлов при помощи кондукторов

Преимуществом кондукторной сборки является то, что с помощью данной оснастки можно обеспечить требуемую точность расположения деталей собираемой конструкции без предварительной разметки и прихватки.

Кондуктор может быть:

- *Специализированным* - изготовленным и настроенным на сборку балок только определенного типоразмера и формы.

- *Универсальным* - переналаживаемым каждый раз для изготовления тавров необходимого типоразмера.

Самым простейшим кондуктором для сборки тавровых балок является винтовой кондуктор, схематично приведенный на рис. 4 [2].

Принцип действия такого кондуктора: полка свариваемого таврового профиля должна быть прижата к раме кондуктора 1 вертикальным винтовым прижимом 4 и фиксируется от перемещения по ширине фиксатором, который установлен на раме. В соответствии с заданным размером полки устанавливается закладной штырь 2, полка прижимается к стенке горизонтальным прижимом 3. Детали, собранные таким образом, прихватывают, после чего производят их сварку способом, принятым на предприятии.

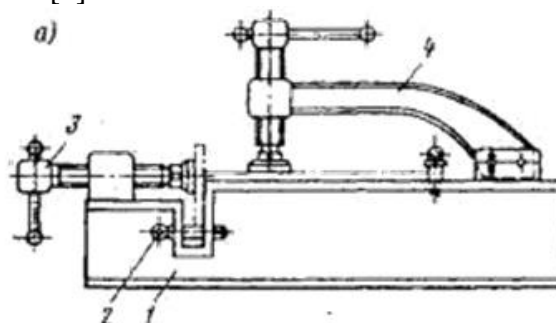
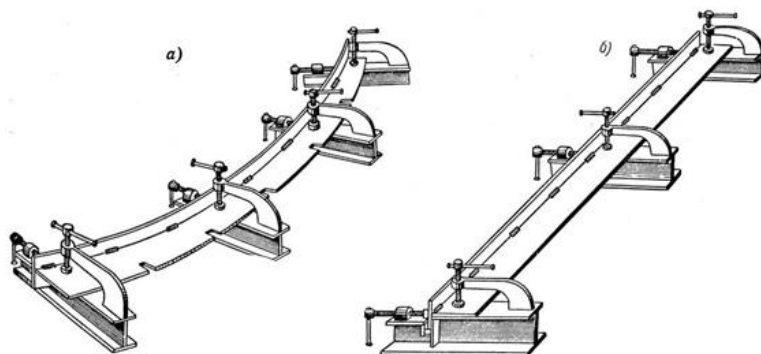


Рис. 4. Схема устройства простейшего винтового кондуктора.

Винтовые прижимы необходимо устанавливать с шагом 0,6 – 0,7 м и они, собранные вместе образуют простейший кондуктор для сварки прямолинейных или криволинейных балок. Примеры таких кондукторов представлены на *рис. 5* [2].

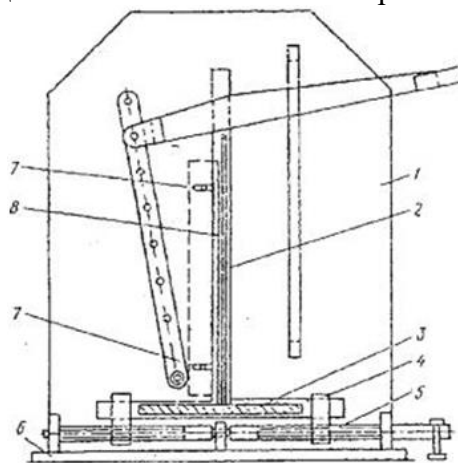


*Рис. 5. Простейшие кондукторы на базе ручных винтовых прижимов: а – для сборки криволинейных балок, б – для сборки прямых балок.*

На *рис. 6* показана схема **универсального кондуктора** для сборки тавровых балок. Кондуктор состоит из корпуса 1, который представляет собой лист с Т-образным вырезом.

Современные кондукторы используют комбинированные электропневматические прижимы. Схема таких прижимов представлена на *рис. 7*.

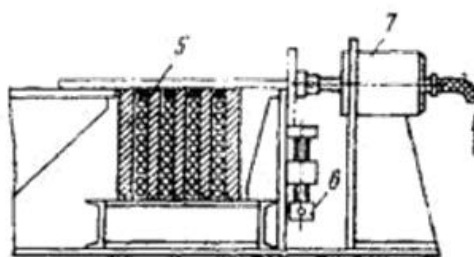
На корпусе кондуктора установлен электромагнит 5, который фиксирует стойку собираемой балки. Вертикальный пневматический прижим 7 осуществляет притыкание пояска к стенке. Фиксацию местоположения пояска по высоте осуществляет вертикальный упор 6.



*Рис. 6. Универсальный неповоротный кондуктор для сборки тавровых балок.*

**Составление узлов с использованием станков и автоматизированных поточных линий.** Станочная сварка и сборка узлов тавровых балок прямолинейной и криволинейной формы является более прогрессивным методом в судостроении.

При изготовлении тавровых балок в серийном производстве используют специальные станки типа СТС для сборки и сварки тавровых балок прямолинейного и криволинейной формы длиной более 1400 мм с радиусом кривизны более 2400 мм и постоянной высотой до 600 мм.



*Рис. 7. Пневмоэлектромагнитный прижим кондуктора для сварки тавровых балок.*

Принципиальная схема станка СТС-2М представлена на *рис. 8* [1, 3, 4].

Взаимная наводка и стягивание сопряжений производятся системой роликов: 1-направляющих, 2-приводных опорных и 4-нажимного. Нажимное усилие создает установка пружинных и пневматических механизмов. Сваривают тавровую балку одновременно двумя сварочными головками 3.

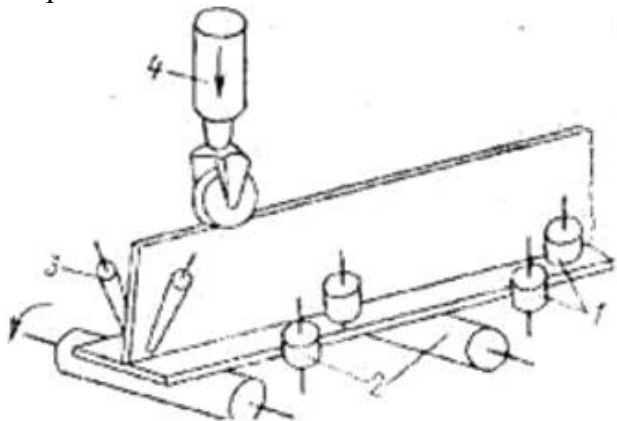


Рис. 8. Схема работы станка для сварки тавровых балок СТС-2.

Станок может сваривать балки достаточно большой кривизны (радиусом более 2400 мм). Кривизна такой балки компенсируется подъемом и опусканием концов на опорах специальных тележек.

**Сборка тавровых балок на поточных линиях [1, 3].** Линия имеет (рис. 9): станок с консолью (с вертикальными и горизонтальными роликами для центрировки пояска и стенки) обеспечивающей их подачу в рабочую клетку станка; рольганг, на который выходит готовая балка.

В передней части станка установлен перегружатель с поворотными электромагнитными захватами для подачи на консоль станка поясков и стенок балок; в задней части станка установлен перегружатель для снятия с приёмного рольганга готовых балок. Готовые балки укладывают в контейнер. Помимо этого, рядом с линией улаиваются столы: спереди – для установки кассеты с деталями поясков и стенок и сзади – для установки контейнера под готовые балки.

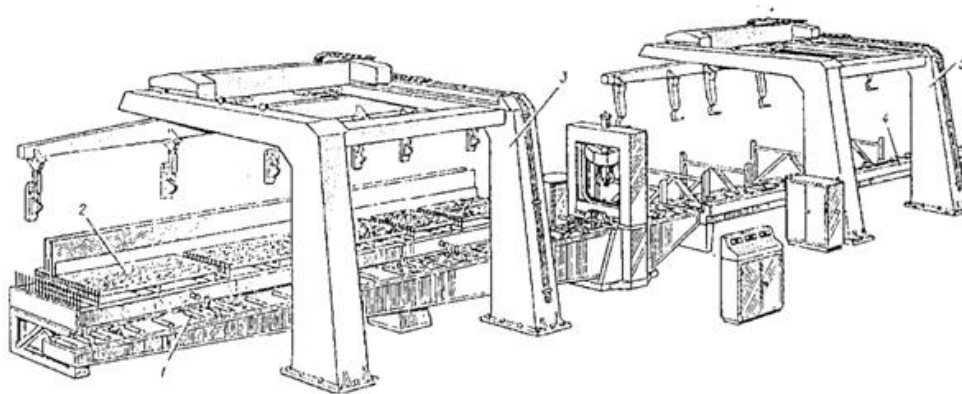


Рис. 9. Схема поточной линии механизированного изготовления прямых тавровых балок МИБ-700А.

### 3. Изготовление фундаментов

Технология сборки фундаментов определяется, в первую очередь, повышенными требованиями к точности их изготовления. Для того чтобы обеспечить необходимую точность сборки фундамента его собирают так чтобы опорные планки находились внизу. Сперва нужно пробить оси фундамента или механизма, который устанавливается на нем. По осям раскладывают опорные планки и прихватывают их к плите, затем отмечают места



примыкания стенки этого фундамента. Затем ставят стенки фундамента, кницы, ребра жесткости и схватывают собранные детали прихватками.

По окончании сварки и после того, как фундамент остынет его освобождают от закрепления, кантуют так, чтобы опорные планки находились вверху и проверяют его по чертежам и шаблонам с плаза.

#### 4. Изготовление полотнищ

Собирают полотнища на электромагнитных стендах с флюсовыми подушками, а также стендах сварной конструкции с продольными пазами (рис. 10) [1,5].

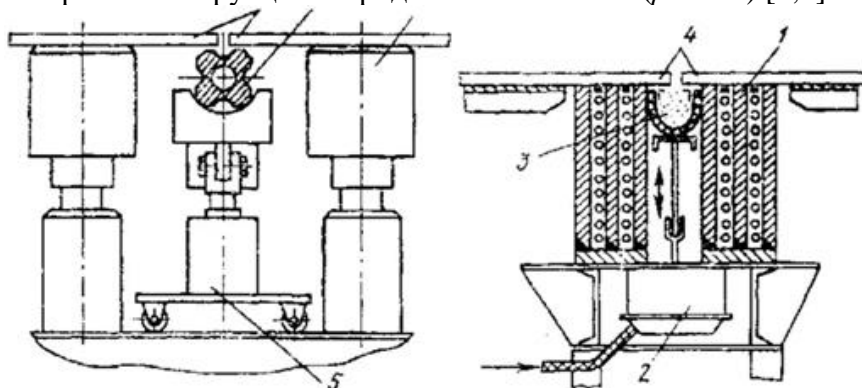


Рис. 10. Схема устройства магнитного стенда с формирующими медной подкладкой и флюсовой подушкой.

Листы контуруются в размер. На кромках листов сохраняют только припуска. Состыкованные кромки листов зачищают шлифовальными машинками. Полотнища собирают, начиная с пригонки листов среднего пояса. За базовые линии принимают линии, которые проходят посередине листов среднего пояса, либо одну из прямолинейных кромок полотнища. После сборки среднего пояса на сборочный стенд раскладывают оставшиеся листы согласно чертежу полотнища. Стыки и пазы полотнища выравнивают в линию, проверяя их прямолинейность с помощью натянутой нити. Неровности по линии пазов удаляют кислородной резкой или подрубкой пневмозубилом. Затем листы проверяются на зазоры по стыкам. По шаблонам проверяют разделку кромок под сварку. Совпадение плоскостей стыкуемых листов проверяют по линейке. В заключение пазы и стыки фиксируют прихватками.

#### 5. Производство бракет, флоров, днищевых стрингеров и плоских узлов типа вертикальный киль

Такого типа узлы устроены из листов, ребер жесткости или поясков. Если узлы такого полотнища составлены из небольшого количества деталей, то листы размещают в соответствии с чертежом на сборочной площадке. Сваривают стыки, в основном, при помощи автомата, после чего узел отправляют на контуровку, после чего зачищают. По окончании сварки швов и его контроля качества, обозначают линии примыкания набора и, если необходимо, то производят их зачистку при помощи шлифовальных машинок. После этого разметку восстанавливают мелом, пробиваемым с помощью нитки. Рёбра устанавливают на лист узла по линиям разметки и с помощью специальных приспособлений поджимают к листу и закрепляют прихватками [5-7].

#### 6. Сборка патрубков

Сборку патрубков производят с помощью макетов, имеющих плоскости, к которым он примыкает [1, 8]. По этим плоскостям пригоняют патрубок, устанавливают его и приваривают фланцы. Перед сборкой необходимо проверить погибь детали с помощью шаблонов и каркасов и при необходимости подвергнуть их правке. Стык закрепляют прихватками, а затем таким же образом собирают второй стык. После того, как сварили стыки патрубка, удаляют сборочные приспособления и зачищают их прихватки.

**Вывод:** Таким образом, в статье были рассмотрены специальные высокомеханизированные и автоматизированные участки узлов сборки корпусных конструкций.

**Список литературы** [1] Технология судостроения. Александров В.Л. [и др.] под общ. ред. А.Д. Гармашева.– СПб : Профессия, 2003. – 323 с.

[2] Интернет ресурс: [http://www.eope.ee/download/euni\\_repository/file/4226/laevakere%20ehitamine.rar/Tema%2012\\_Modul\\_16.pdf](http://www.eope.ee/download/euni_repository/file/4226/laevakere%20ehitamine.rar/Tema%2012_Modul_16.pdf).

[3] Патона Б. Е.: «Машиностроение», 1974. –768 с.

[4] Бельчук Г. А.: Сварка судовых конструкций / Мацкевич В. Д. – Ленинград: Судостроение, 1971. – 463 с..

[5] История отечественного судостроения. В пяти томах. Под редакцией акад. Спасского, И. Д. СПб: «Судостроение», 1994..

[6] Ship Construction and Welding, Naizit R. Mandal 2016г.

[7] Basic Ship Theory, K. J. Rawson, E. C/ Tupper 1968г.

[8] D.J.Eyres. Ship Construction. Elsevier Science and Technology, Oxford, 2001.

## **THE EXPERIENCE OF ORGANIZING AT THE JSC “ZELENODOLSK PLANT NAMED AFTER AM GORKY” - NODES OF MECHANICAL AND AUTOMATED NODES WITH ASSEMBLY NODES**

Nikita S. Istomin, Evgeny G. Burmistrov

*Key words: technology improvement, nodal assembly equipment, mechanization and automation*

*The article presents the main directions of technology nodal assembly of hull structures at JSC "Zelenodolsk plant named after AM Gorky, using special highly mechanized and automated (with elements of roto-tization) sites. The main directions of improving the technology of manufacturing hull structures are considered.*