

УДК 62-1/-9

**ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ  
АО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД ИМЕНИ Б.Е. БУТОМЫ», Г. КЕРЧЬ****Михеева Татьяна Александровна**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент*e-mail:* [miheevata@yandex.ru](mailto:miheevata@yandex.ru)**Опарин Виталий Игоревич**<sup>2</sup>, заместитель руководителя службы по автоматизации*e-mail:* [oparin2323@yandex.ru](mailto:oparin2323@yandex.ru)**Кочерова Анастасия Андреевна**<sup>1</sup>, студент*e-mail:* [anastasiya.kocherowa@yandex.ru](mailto:anastasiya.kocherowa@yandex.ru)<sup>1</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия<sup>2</sup> АО «Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы», Керчь, Республика Крым, Россия

**Аннотация.** Для улучшения организации и оптимизации всех видов работ судовой верфи, включая судомонтажные, при серийной постройке судов применяется поточный метод производства со специализацией рабочих участков и бригад. Данный метод позволит снизить трудоемкость и повысить качество строительства, что в итоге будет способствовать росту производительности труда и снижению стоимости судна.

**Ключевые слова:** судостроение, оптимизация, поточное производство, линия МПЛ, трудоемкость, производительность труда, позиция, операция, установка.

**OPTIMIZATION OF THE ORGANIZATION OF IN-LINE PRODUCTION IN THE  
CONDITIONS OF JSC «B.E. BUTOMA SHIPBUILDING PLANT», KERCH.****Miheeva Tatiana Aleksandrovna**<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*e-mail:* [miheevata@yandex.ru](mailto:miheevata@yandex.ru)**Oparin Vitalyi Igorevich**<sup>2</sup>, Deputy Head of the Automation Service*e-mail:* [oparin2323@yandex.ru](mailto:oparin2323@yandex.ru)**Kocherova Anastasia Andreevna**<sup>1</sup>, Student*e-mail:* [anastasiya.kocherowa@yandex.ru](mailto:anastasiya.kocherowa@yandex.ru)<sup>1</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia<sup>2</sup> JSC "B.E. Butoma shipbuilding plant", Republic of Crimea, Kerch, Russia

**Abstract.** In order to improve the organization and optimization of all types of shipyard work, including ship repair, the serial construction of ships uses a line-by-line production method with specialization of work sites and crews. This method allows to reduce the labor intensity and improve the quality of construction, which will eventually contribute to an increase in labor productivity and reduce the cost of the vessel.

**Keywords:** shipbuilding, optimization, in-line production, MPL line, labor intensity, labor productivity, position, operation, installation.

Современные судостроительные верфи при строительстве судов выбирают на определённый промежуток времени стратегию производственного процесса одного или нескольких изделий. Ориентированность на некоторый определённый продукт позволяет предприятию рационально организовать свое производство, что способствует непрерывности, прямоотчности и ритмичности прохождению материальных потоков в производственных цехах верфи. Производство такого типа называют поточным, и именно этот тип производства весьма распространён в судостроении.

Основным структурным элементом поточного производства является механизированная поточная линия (МПЛ) – это совокупность мест (функционально и взаимосвязанных), которые оснащены всем необходимым оборудованием для реализации операций, которые идут в строго определенной последовательности согласно разработанному технологическому процессу [1].

Эффективность судостроения и высокая степень организации технологических процессов зависит от внедрения в производство поточных методов. Они делятся на: поточно-бригадный, поточно-позиционный и конвейерный. На предприятии применяется чаще всего поточно-бригадный метод, он предполагает перемещение специально обученных бригад при изготовлении изделий, которые располагаются на своих рабочих местах, т.е. неподвижно.

Плюсы поточного производства, следующие:

- Снижение брака;
- Обеспечение роста качества изготавливаемой продукции;
- Уменьшение длительности производственного цикла продукции;
- Снижение себестоимости продукции;
- Сокращение незавершенного производства;
- Ускорение оборачиваемости оборотных средств;

АО «Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы», г. Керчь имеет опыт гражданского и военного судостроения, а также обладает всем необходимым оборудованием для реализации постройки полнокомплектных судов. В прошедшие годы уже были реализованы программы по строительству таких судов как: суда сейсмографической разведки шельфа, строительно-монтажные оффшорные суда, суда обслуживания буровых платформ, а также было построено два заказа по проекту 22160. На данный момент завод имеет полную загрузку судостроительной программы, в которую входит строительство серии кораблей проекта 22800 и др. [2].

В соответствии с производственными возможностями и мощностью завода-строителя принимаются организационные и технологические решения. К ним относятся: серийность и программа постройки и судов, грузоподъемность транспортного и кранового оснащения, габариты пролета, а также габариты и тип строительной площадки. Такие условия производства определяют выбор технологического процесса и оборудования.

Состав технического оснащения:

- Цех № 1 корпусообрабатывающий цех, в него входит крановое оборудование грузоподъемностью 50 т на 12; 50 т – 1 ед.; 5 т – 2 ед.; 30 т – 4 ед.

Максимальные размеры судна определяются размерами пролета построечного места, а вес изготавливаемых блоков и секций корпуса обуславливается общей грузоподъемностью кранового оснащения.

Основными корпусными цехами являются следующие:

- Цех № 33 сборочно-сварочный, в его состав входит крановое оснащение грузоподъемностью: 50 т – 3 ед.; 100 т – 1 ед.; 200 т – 6 ед.

- Цех № 34 стапельно – доковый, в его состав входит:  
- крановое оснащение докового участка грузоподъемностью: 2х160 т – 2 ед., 80 т – 5 ед.;



- крановое оснащение стапельного участка грузоподъемностью: 80 т – 3 ед., 60 т – 4 ед.;

- Транспортное оборудование - г/п 410 т и 360 т.

Завод имеет судостроительные площадки нескольких видов. Это прежде всего:

- сухой док (длина камеры – 354,2 м, ширина – 60 м, глубина воды – 11 м). Возможности судоподъемного оборудования позволяют строить суда со спусковой массой до 140 000 т;

- стапельный комплекс завода-строителя состоит из двух горизонтальных стапельных линий, каждая из которых имеет протяженность до 400 м. Обе стапельные линии оснащены спусковыми тележками, которые обеспечивают продвижение судна на поперечный слип, где осуществляются завершающие работы по спуску судов в акваторию судостроительного предприятия [3].

В результате разбивки корпуса судна на секции и блоки определяется типовая секция для разработки проекта МПЛ [4]. На данном производстве существует МПЛ, но используется не в полном объеме, так как нуждается в доработке отдельных позиций и оптимизации всей линии. Благодаря полному использованию линии МПЛ мы достигнем минимум затрат на производство, усовершенствование и рост организованности процессов, обеспечим своевременную и комплектную подачу сборочных единиц на стапель, в итоге это поспособствует сокращению трудоемкости, снижению себестоимости, повышению производительности труда.

Линия МПЛ предназначена для механизированной сборки и сварки плоских и объемных секций, а также панелей (полотнища с набором главного направления), размеры которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Габаритные размеры листов металла, применяемых для изготовления секций и панелей на МПЛ**

Листы	Показатели	Мин.	Мак.
	Длина	6000 мм	12000 мм
Ширина	1200 мм	3200 мм	
Толщина	8 мм	32 мм	
Продольный набор	Длина	6000 мм	12000 мм
	Бульб	100×8 мм	430×15 мм
	L <sub>T</sub> профиль	100×50 мм	450×120 мм
	Полоса	100×8 мм	500×16 мм
	Т-профиль	120×5×60 мм	400×16×200 мм
Поперечный набор	Позиция №7	250 мм	1600 мм
	Позиция №11	1200 мм	2600 мм
Панели	Ширина	6000 мм	12000 мм
	Длина	6000 мм	18000 мм
	Масса без продольного набора	-	60 тс.



	Масса с продольным набором	-	100 тс.
Секция	Габариты L×B	24000×18000 мм	
	Масса	320 тс.	

Линия имеет 17 позиций, на которых производятся следующие работы:

Позиция 1 – стыкование листов.

Позиция 2 – сварка листов с 1 стороны.

Позиция 3 – кантовка полотнищ и сварка подварного шва.

Позиция 4 – разметка, резка, маркировка полотнищ, установка Telereх.

Позиция 5 – установка набора главного направления.

Позиция 6 – приварка набора главного направления.

Позиция 7 – установка перекрёстного набора высотой до 1,6 м.

Позиция 8 – разворот панелей.

Позиция 9 – сдача на конструкцию панелей, идущих на дальнейшую сборку вне линии.

Позиция 10 – укрупнение (сборка 2-х панелей).

Позиция 11 – установка набора высотой до 2,6 м.

Позиция 12 – приварка высокого набора.

Позиция 13 – кантовка панелей под накрытие.

Позиция 14 – зачистка листов полотнища под сварку.

Позиция 15,16,17 – окончание сборочно-сварочных работ, вывоз секции.

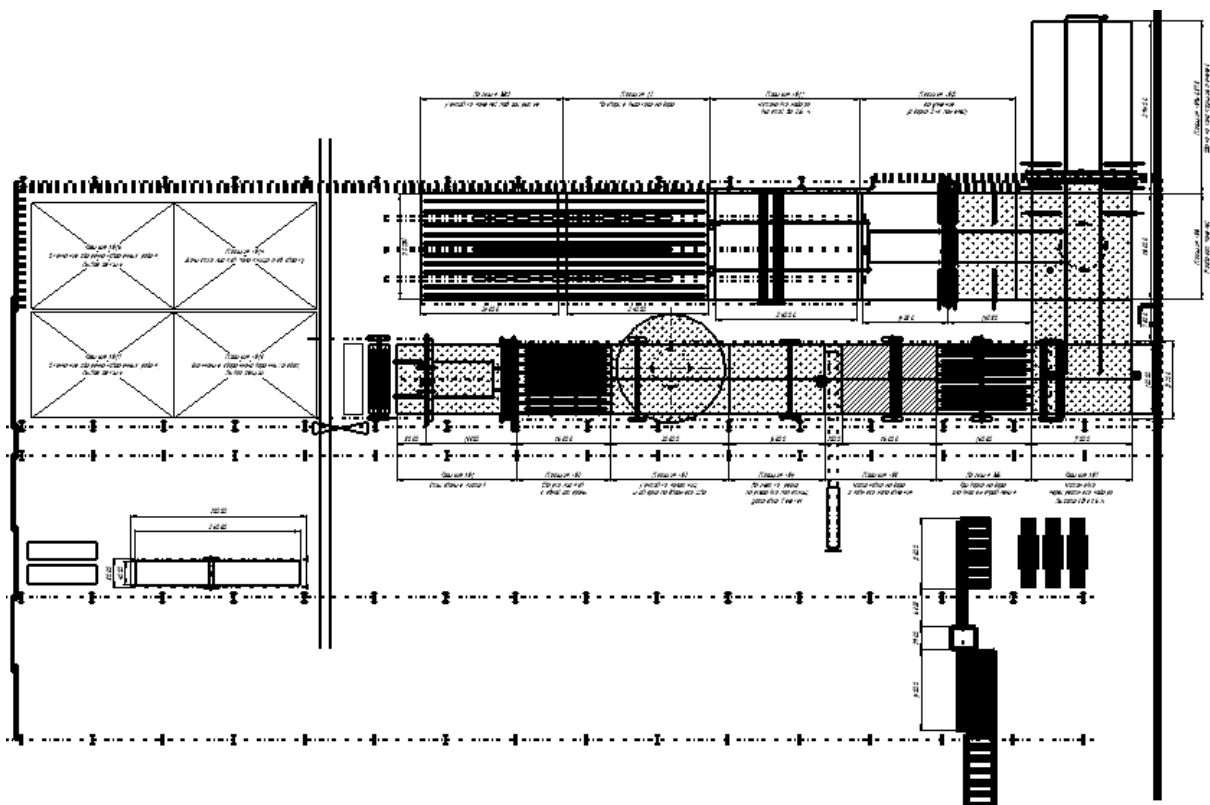


Рисунок 1 – Производственная схема МПЛ на АО «Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы»

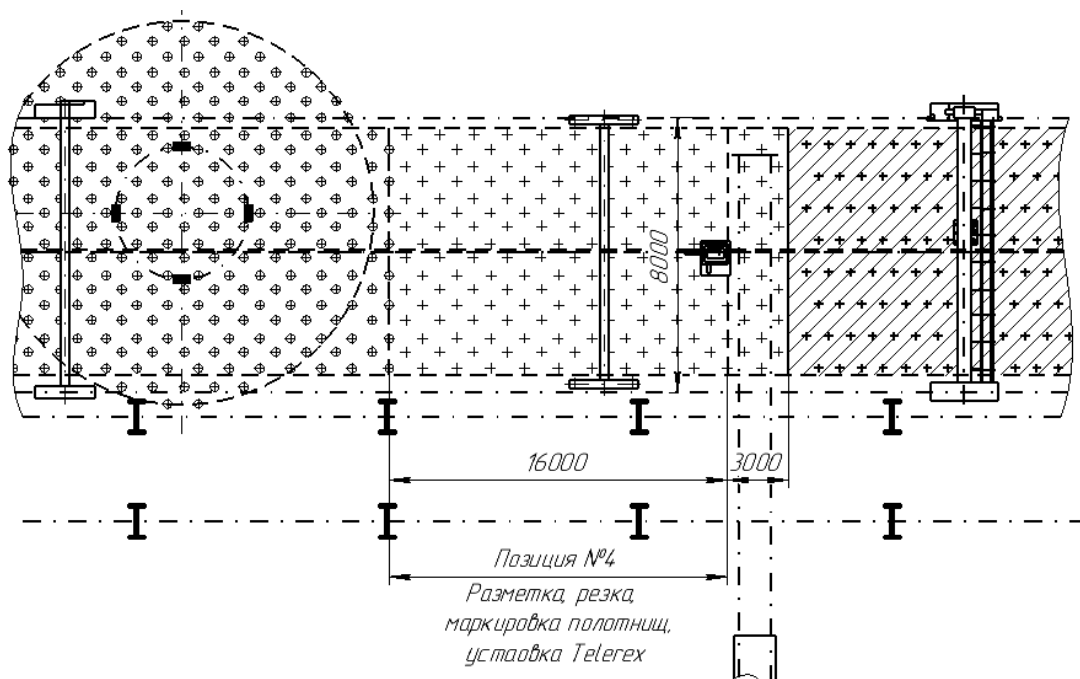


Рисунок 1 – Рассматриваемый участок для оптимизации МПЛ

Участок на позиции №4 нуждается в замене оборудования на новое, более современное, что будет способствовать оптимизации всей линии МПЛ.

Установка Telegex на данной позиции вышла из строя, в следствие чего не выполняются ряд операций, которые производятся вручную, такие как: разметка, зачистка, срезка выводных планок, контуровка полотнища, маркировка.

Для замены старого, вышедшего из строя, оборудования предлагается машина термической резки SUPRAREX HDX фирмы ESAB (Швеция). Данная установка обладает всеми необходимыми техническими характеристиками для автоматизации процессов: резки, маркировки, зачистки и контуровки.

Замена ручного труда на позиции уменьшит трудоемкость, а, следовательно, сократится суммарная трудоемкость изготовления секций и панелей на всех позициях МПЛ. Сравнение трудоёмкостей представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная таблица расчета трудоемкости

Собранное полотнище передали на контуровку	Ф-ла расчета	Трудоемкость, н-ч
<b>Без установки:</b>		
Разметка (51)	$34*0,03*1,2$	1,224
Резка (9)	$34*0,122$	4,148
Зачистка (28)	$34*0,234$	7,956
Разметка места установки набора (52)	$84*0,032*1,2$	3,2256
<b>Итого:</b>		<b>16,5536</b>
<b>С установкой SUPRAREX HDX:</b>		
Резка (2)	$34*0,05+1*0,1+1*0,04+1*0,061$	1,901

Зачистка (28)	$34*0,234*0,7$	5,5692
Разметка (51)	$(84*0,05+1*0,1+1*0,04+1*0,061)*0,7$	3,0807
<b>Итого:</b>		<b>10,5509</b>

По данным расчета была установлена значительная разница в трудоемкости между использованием предлагаемой установки SUPRAREX HDX и выполнением ряда операций вручную. Снижение трудоёмкости составляет 6,0027 н\час.

Основываясь на данных проделанного расчета, можно прийти к выводу, что предлагаемая установка позволит сократить трудоемкость до 36% на данной позиции.

В дальнейшем планируется восстановить и автоматизировать участки, которые не используются на данной МПЛ.

Благодаря восстановлению и включению рассматриваемой МПЛ в производственный процесс с полной загрузкой, мы достигнем:

- Сокращение до минимума затрат на производство;
- Повышение организации технологических процессов;
- Обеспечение своевременной и комплектной подачи сборочных единиц на стапель.

Таким образом, все вышеперечисленные предложения, внедрённые, по возможности, в судостроительное производство на рассматриваемом предприятии, будут способствовать снижению себестоимости, трудоемкости и повысят производительность труда.

#### Список литературы:

1. Бурмистров, Е.Г. Основы механизации и автоматизации судостроительного производства: конспект лекций по дисциплине «Системы механизации и автоматизации судостроительного производства» / Е.Г. Бурмистров. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – 70 с.
2. Официальный сайт АО «Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы» : сайт. – 2021. – URL: <https://kerchbutoma.ru/novosti/kerchenskie-korabely-zalozhili-parom-dlya-dalnego-vostoka.html/> (дата обращения 03.05.2024)
3. Михеева, Т.А. Обоснование технологии блочной сборки корпусов судов / Михеева Т.А., Опарин В.И., Кочерова А.А. //Научно-технический и производственный журнал «Судостроение» . – Санкт-Петербург – 2023. №5. С. 41 – 45.
4. Бурмистров, Е.Г. «Автоматизированное проектирование поточной линии для изготовления корпусных конструкций» : учебное пособие // Е.Г. Бурмистров , Зяблов О.К. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – 59 с.

