

УДК 656.6

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ЗА СЧЁТ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В УСЛОВИЯХ АО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД ИМЕНИ Б.Е. БУТОМЫ»,
Г. КЕРЧЬ**

Михеева Татьяна Александровна¹, кандидат технических наук, доцент

e-mail: miheevata@yandex.ru

Кочерова Анастасия Андреевна^{1,2}, магистрант

e-mail: anastasiya.kocherowa@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

² АО "Судостроительный завод им. Б.Е. Бутомы", Республика Крым, Керчь, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается повышение эффективности сборочно-сварочного производства судостроительной верфи за счёт автоматизации технологических процессов посредством модернизации МПЛ. Усовершенствование сборочно-сварочного производства предполагает внедрение гибких технологических решений, которые учитывают специфику производства и позволяют поэтапно наращивать уровень автоматизации [1]. Модернизация МПЛ позволит повысить производительность и качество выпускаемой продукции, что в итоге будет способствовать снижению трудоемкости, сокращению стапельного цикла, а, следовательно, уменьшению стоимости постройки судна.

Ключевые слова: судостроение, модернизация, производительность, механизированная поточная линия (МПЛ), трудоемкость, автоматизация, сборочно – сварочное производство, качество продукции, операция, установка.

**IMPROVEMENT OF ASSEMBLY AND WELDING PRODUCTION THROUGH
THE IMPLEMENTATION OF AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
AT «B.E. BUTOMA SHIPBUILDING FACTORY», KERCH**

Tatiana A. Miheeva¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: miheevata@yandex.ru

Anastasia A. Kocherova^{1,2}, Master's Degree student

e-mail: anastasiya.kocherowa@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

² JSC "B.E. Butoma shipbuilding plant", Republic of Crimea, Kerch, Russia

Abstract. This article discusses the improvement of the assembly and welding production at a shipyard by automating technological processes through the modernization of the MPL. The improvement of the assembly and welding production involves the implementation of flexible technological solutions that take into account the specific features of the production process and

allow for a gradual increase in the level of automation [1]. The modernization of the MPL will increase the productivity and quality of the manufactured products, ultimately reducing the labor intensity and the time required to build a ship.

Keywords: shipbuilding, modernization, productivity, mechanized production line (MPL), labor intensity, automation, assembly and welding production, product quality, operation, installation.

Современное судостроение предполагает непрерывное совершенствование производственных мощностей, технологических процессов и организации производства.

Модернизация МПЛ (механизированная поточная линия) – это важный шаг в повышении технологического уровня судостроительной верфи, способствующий её устойчивому развитию и укреплению позиций на рынке, так как в настоящее время требуется высокая ритмичность выпуска корпусных конструкций (секций и блоков) [2].

Предприятие на определённый период выбирает стратегию производственного процесса, ориентированную на выпуск одного или нескольких изделий. Ориентация на конкретный продукт позволяет рационально организовать производство, обеспечивая непрерывность, прямоточность и ритмичность движения материальных потоков в производстве. Такой тип производства называется поточным.

Основным структурным элементом поточного производства является МПЛ – совокупность функционально взаимосвязанных рабочих мест, оснащённых необходимым оборудованием для выполнения операций в строго установленной технологическим процессом последовательности [3].

Высокая эффективность и степень организации производства достигаются внедрением поточных методов, которые подразделяются на поточно-бригадный, поточно-позиционный и конвейерный. На рассматриваемом предприятии применяется поточно-бригадный метод, при котором бригады рабочих последовательно перемещаются от одного рабочего места к другому, в то время как изготавливаемые изделия остаются неподвижными.

Однако в условиях судостроительного завода поточно-бригадный метод постепенно исчерпывает свои возможности: длительное нахождение бригады на одном рабочем месте, высокий процент ручного труда, а также зависимость качества продукции от квалификации персонала снижают ритмичность и увеличивают трудоёмкость. В связи с этим становится актуальным переход к конвейерному или поточно-позиционному методу с максимальной механизацией и автоматизацией технологических операций МПЛ.

Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы является одним из крупнейших промышленных предприятий Республики Крым. Уже более чем 85 лет завод успешно работает на рынке судостроения и судоремонта. Основным направлением производственной деятельности завода является судостроение. Завод обладает всем необходимым оснащением, производственной мощностью оборудования и техническими возможностями, позволяющими выполнять строительство полнокомплектных судов [4].

В соответствии производственной мощностью завода-строителя принимаются ключевые технологические и организационные решения. К ним относятся: серийность и программа постройки судов, грузоподъёмность транспортного и кранового оборудования, габариты пролётов цехов и строительной площадки (стапеля, построечного места).

Производственные мощности завода-строителя:

- Цех № 1 корпусообработывающий цех, в него входит крановое оборудование грузоподъёмностью 50 т на 12 ед.; 50 т – 1 ед.; 5 т – 2 ед.; 30 т – 4 ед.
- Максимальные размеры судна определяют размеры пролета построечного места, а вес изготавливаемых блоков и секций корпуса обуславливает общая грузоподъёмность кранового оснащения.



- Цех № 33 сборочно-сварочный цех в его состав входит:
- крановое оснащение: 50 т – 3 ед.; 100 т – 1 ед.; 200 т – 6 ед.
- Цех № 34 стапельно - доковый цех в его состав входит: крановое оснащение, доковый участок: 2х160 т – 2 ед., 80 т – 5 ед.; крановое оснащение, стапельный участок: 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).
- стапельный комплекс завода-строителя состоит из двух горизонтальных стапельных линий, каждая из которых имеет протяжённость до 400 м. Стапельные линии оснащены спусковыми тележками, которые обеспечивают перемещение судна на поперечный слип, где осуществляются завершающие работы по спуску судов в акваторию судостроительного предприятия. [3]

Указанные условия напрямую влияют на выбор способа организации поточного производства и оснащённость механизированной поточной линии.

На судостроительном заводе уже существует МПЛ (схема представлена на рисунке 1), но в производстве используются только некоторые участки, так как данная линия нуждается в восстановлении отдельных позиций и их модернизации [5].

Существующая линия предназначена для сборки и сварки плоских и объёмных секций, а также панелей с набором главного направления, габариты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики материала, применяемого для сборки секций и панелей на линии 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_T 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.	

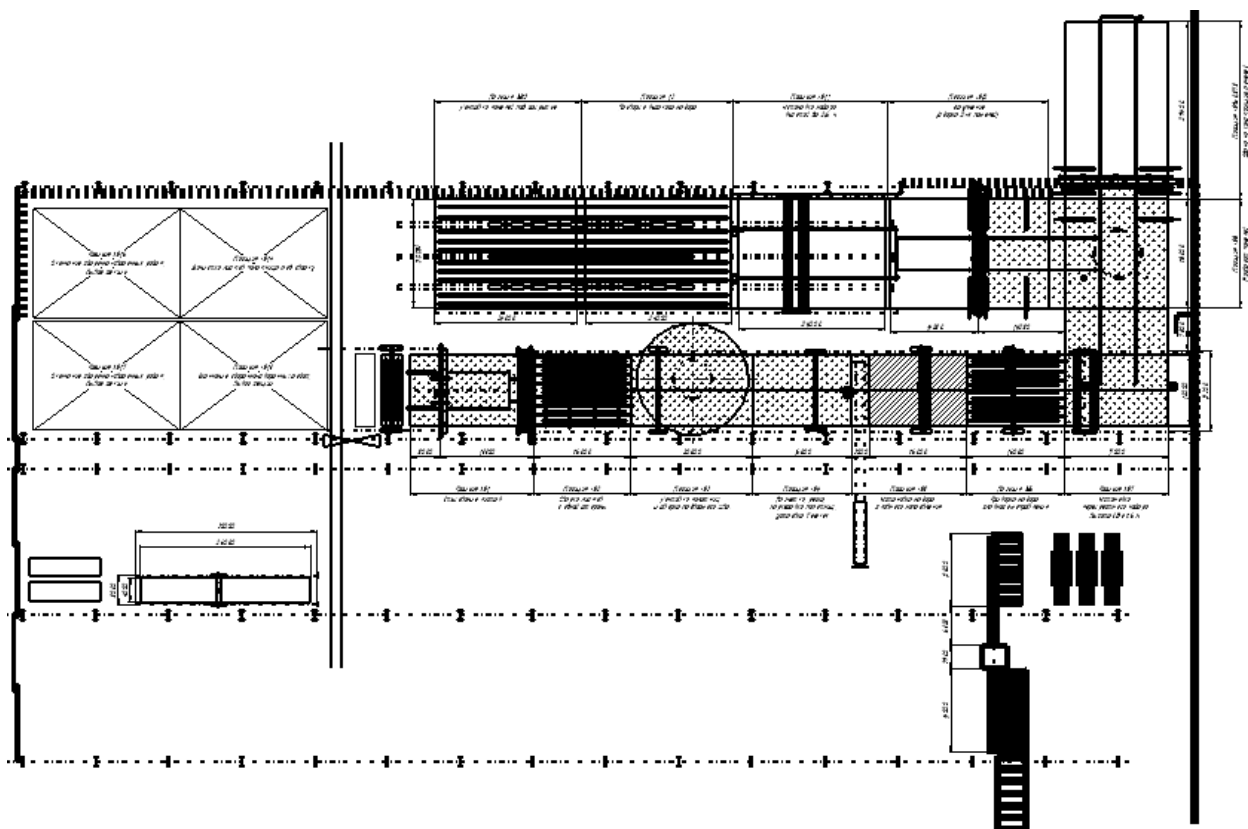


Рисунок 1 – Схема МПЛ на АО «Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы

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 «Telereh».

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.

Далее будет рассмотрен участок позиция №4, который представлен на рисунке 2.

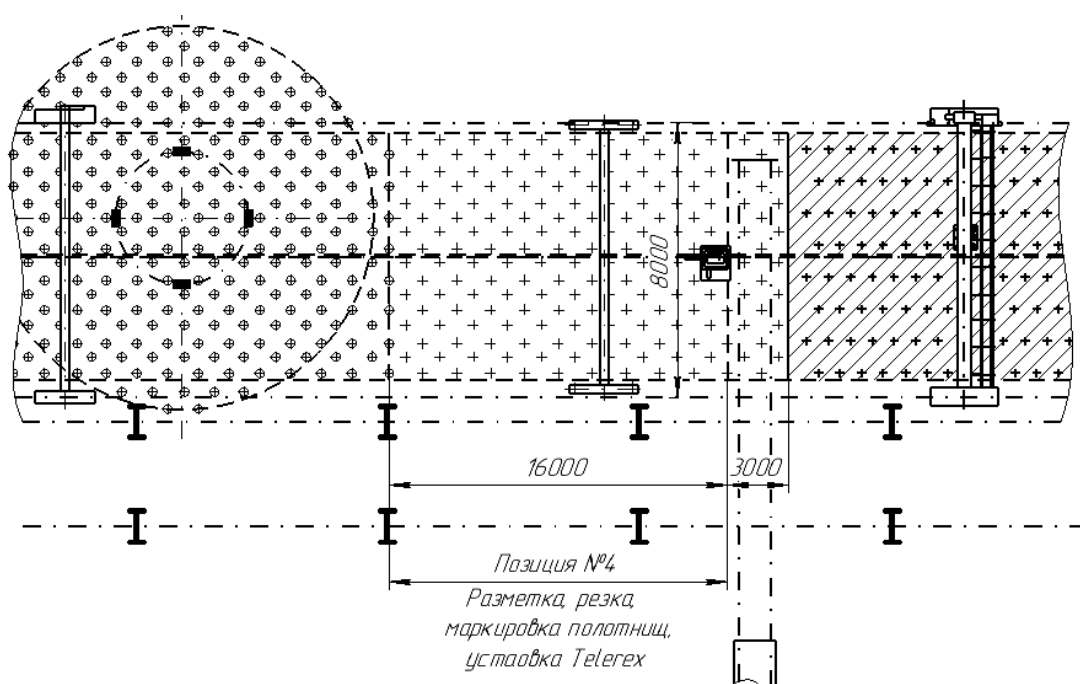


Рисунок 2 – Рассматриваемый участок для модернизации МПЛ

На данном участке (позиции №4) установка «Telereх» вышла из строя и не производит ряд операций, они выполняются вручную, такие как: разметка, маркировка, зачистка, резка фаски [6].

Для восстановления операций понадобится:

1. Замена кабельной продукции;
2. Замена газорезущего навесного оборудования для нарезки фаски, газовых шлангов распределителей, фильтров, кареток и направляющих, резаков маркирующего устройства (или установка оборудования для плазменной разметки), рукавов подачи и отсоса дробы, дробеметной головки;
3. Блок управления с ЧПУ для управления технологической работой портала: газовой резкой, маркировкой и дробеметом;
4. Ремонт освещения, с применением светодиодных источников света.

После проведения модернизации портала он должен иметь следующий функционал:

1. Резка полотнища по контуру, наружные и внутренние выреза по управляющей программе;
2. Резка фаски по контуру, наружные и внутренние выреза по управляющей программе;
3. Зачистка грунта с последующей плазменной разметкой мест установки набора по управляющей программе;

Восстановление операций на позиции №4, т.е. замена ручного труда, будет способствовать снижению трудоемкости, организации максимальной прямооточности и непрерывности, т.е. обеспечивать ритмичную работу МПЛ.

В таблице 2 представлен сравнительный расчет трудоемкости.

Таблица 2. Сравнительная таблица расчета трудоемкости

Операции на позиции №4	Формула расчета	Трудоемкость, н-ч
Без замены оборудования (вручную):		
Резка фаски (9)	$0,178 \cdot 28,2$	5,01
Зачистка после нарезки фаски (84)	$0,210 \cdot 28,2$	5,9

Разметка места установки набора (52)	56,8*0,032*1,5	2,726
Выреза наружные и внутренние (в кол-ве 1шт):	-	-
Разметка выреза (50)	0,31*1,5	0,465
Вырез (1)	0,118*0,9*1,8	0,19
Зачистка после выреза	0,94	0,94
	Итого:	15,2
С заменой оборудования в установке «Telereх»:		
Резка фаски (9)	0,11*28,2	3,1
Зачистка после нарезки фаски (84)	0,210*28,2	5,9
Разметка места установки набора (52)	0,05*56,8	1,704
Выреза наружные и внутренние (в кол-ве 1шт):	-	-
Вырез (1)	0,05*0,9	0,045
Зачистка после выреза	0,04*0,9	0,036
	Итого:	10,9

При сопоставлении результатов проделанного расчета обнаружена значительная разница в трудоемкости между выполнением ряда операций вручную и заменой оборудования в установке «Telereх». Сокращение трудоемкости составляет 4,3 н/час.

Расчёт показал, что предлагаемая замена оборудования позволит уменьшить трудоёмкость на позиции №4 примерно на 28 %.

Благодаря восстановлению и модернизации участка линии МПЛ, мы достигнем:

- Сокращения трудоемкости на позиции №4;
- Повышения организованности процессов;
- Ритмичности работы МПЛ и рабочих мест;
- Снижение брака;
- Повышения роста качества изготавливаемой продукции;

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., Опарин В.И., Кочерова А.А. Оптимизация организации поточного производства в условиях АО «Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы», г. Керчь / Михеева Т.А., Опарин В.И., Кочерова А.А. //Научно-технический и производственный журнал «Судостроение». - Санкт-Петербург - 2023. №5. С 41-45.
4. Михеева Т.А., Опарин В.И., Кочерова А.А. Обоснование технологии блочной сборки корпусов судов / Михеева Т.А., Опарин В.И., Кочерова А.А. // Интернет-издание "вф-река-море.рф". - Нижний Новгород- 2024.



5. Бурмистров Е. Г., Зяблов О.К. «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.

6. Кулик Ю.Г., Бурмистров Е.Г. «Логистика процессов сборочно-сварочного производства в судостроении»: учебное пособие // Ю.Г Кулик, Е.Г. Бурмистров – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2004. – 109 с.

