

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СУДОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Конева С.А., Цалоев В.М.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: судовой трубопровод, эффективность, технологический процесс, затраты времени, производительность.

Аннотация. Развитие судостроительной отрасли является одной из важнейших задач развития экономики страны. В процессе строительства судна изготовление элементов судовых трубопроводов является важнейшим этапом. Использование устаревших технологий приводит к низкой производительности как самого процесса изготовления элементов судовых трубопроводов, так и строительства судна в целом. Авторами приведены эффективные виды технологий проведения трубопроводных работ, применение которых позволит уменьшить время их проведения, влияющее на продолжительность постройки судна в целом на 10-15%. Авторами предоставлены результаты оценки эффективности технологических процессов изготовления элементов судовых трубопроводов, выполненные на основе исследований и наблюдений проводимых трубопроводных работ на судостроительных предприятиях Крыма и Севастополя.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MANUFACTURING TECHNOLOGY OF SHIP PIPELINE ELEMENTS

Koneva S.A., Tsaloev V.M.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: ship pipeline, efficiency, technological process, time consumption, productivity.

Abstract. The development of the shipbuilding industry is one of the most important tasks in the development of the country's economy. In the process of building a ship, the manufacture of shipboard piping elements is an essential step. The use of outdated technologies leads to poor performance of both the process of manufacturing elements of ship pipelines, and the construction of the vessel as a whole. The authors present effective types of pipeline technology, the use of which will reduce the time they are needed, affecting the duration of the construction of the vessel as a whole by 10-15%. The authors provide the results of evaluating the effectiveness of technological processes for the manufacture of elements of ship pipelines, based on the results of studies and observations of ongoing pipeline works at shipbuilding enterprises of the Crimea and Sevastopol.

Введение

Судостроительная и судоремонтная отрасль занимает в экономике Российской Федерации особое место. Ее статус определяется Морской доктриной РФ, утвержденной Президентом 26 июля 2015 года [1] и Государственной программой «Развитие судостроения на 2013 -2030 годы» [2].

Организация производства и технология судостроения постоянно совершенствуется. Перед судостроительной отраслью, как и машиностроительной, поставлена задача повышения качества постройки судов и снижения ее себестоимости, роста производительности труда на основе комплексной механизации и автоматизации производства, модернизации устаревшего оборудования и внедрения передовых технологических процессов,

использования новейших достижений науки и техники при постройке судов. Рынки судостроения характеризуются постепенным технологическим изменением, которое приводит к вытеснению одних компаний другими, сжатию «старых» и развитию «новых» рынков.

Вместе с тем, в настоящее время особую актуальность приобретают технологии, позволяющие обеспечить импортозамещение на максимально возможном уровне.

Судно является сложным технологическим объектом, который состоит из множества конструкций разнообразного вида, оборудования и механизмов. Одним из ключевых элементов, предназначенных для обеспечения работы является система трубопроводов. Основной задачей при проектировании этой системы на судне является компактное размещение большого количества труб различной конфигурации. Особенно это становится актуальным при разработке новых классов судов, в том числе и с идеологией безэкипажности. Актуальность этой задачи подчеркивает то, что форма и размеры, необходимые для изготовления отдельных труб, определяются пространственным расположением всей трассы трубопровода.

Традиционные технологии изготовления и монтажа систем трубопроводов предусматривают их трассировку по месту на строящемся объекте, с учетом размещения оборудования, корпусных конструкций и различных систем. При этом необходимая точность достигается значительным объемом пригоночных работ, связанных с изменением размеров отдельных элементов труб, сборкой их с большим количеством дополнительных ручных операций по месту, а также с применением специальных технологических шаблонов. Эффективность при процессе изготовления элементов судовых трубопроводов является ключевым моментом, определяющим стоимость работ, и эффективность всего проекта в целом.

Эффективные виды технологий проведения трубопроводных работ

Во время выполнения этапов строительства судна различают четыре основных варианта технологии проведения трубопроводных работ:

- традиционная технология с применением погиба (изготовления конфигурации) основных труб по проектной информации с места и забойных труб по информации с места;
- технология с применением погиба основных труб по проектной информации и забойных труб по информации с места;
- технология с применением погиба основных труб по проектной информации с места и забойных труб по проектной информации;
- технология с применением погиба (изготовления конфигурации) всех труб по проектной информации.

Эффективность предлагаемых технологий состоит в уменьшении времени трубопроводных работ, влияющего на продолжительность постройки судна в целом на 10-15%.

На основании работы [3] оценим основные факторы, за счёт которых снижается продолжительность работ с применением предоставленных технологий.

Первым фактором является снижение пригоночных работ на судне. Уменьшение данных работ приводит к уменьшению потерь времени при доставке труб и изделий на судно и в помещения, где они монтируются.

Вторым фактором является снижение работ по макетированию, шаблонированию позиций трубопроводов. Это приводит к уменьшению времени на доставку оборудования, макетов на построечное место.

На подготовку места (помещения) для проведения огневых работ, т.е. работ с использованием сварки также требуется много времени. Использование указанных выше технологий, сокращающих работы на построечном месте.

Третьим фактором, снижающим продолжительность работ, является увеличение объёмов работ, выполняемых до изготовления частей и формирования корпуса судна в целом.

Таким образом, для выполнения работ по изготовлению трубопроводов судна не нужно ждать формирования корпуса судна, а необходимо выполнять все необходимые работы по проектной документации.

Оценка эффективности технологических процессов изготовления элементов судовых трубопроводов

В настоящее время при проведении исследований по повышению производительности технологических процессов в судостроении принято оценивать эффективность вариантов технологии, в том числе, при процессе изготовления элементов судовых трубопроводов, по двум показателям [4-7]:

- продолжительности работ (основной критерий);
- энергозатратам исполнителей (дополнительный критерий).

Общепринятый показатель трудоёмкости работ – продолжительность их выполнения. Для сравнения между собой вариантов технологических процессов и их элементов по показателю трудоёмкости работ использовались основные слагаемые этого показателя:

- оперативное время;
- время технического обслуживания рабочего места;
- время организационного обслуживания рабочего места.

Помимо продолжительности работ в вышеуказанных источниках использован другой важный показатель – энергозатраты исполнителей работ. Этот показатель дает возможность оценить интенсивность физического напряжения различной степени (легкой, средней и тяжелой), что позволяет физиологически обоснованно выбрать количество исполнителей для тех или иных работ, выявить наиболее эффективные средства технологического оснащения, приемы работ, рационально распределить работы между исполнителями, направления интенсификации, автоматизации и механизации труда на участках изготовления элементов трубопроводов.

Анализ пригодности этих показателей для исследования технологических процессов изготовления трубопроводов показал, что данные показатели, могут выступить в качестве анализа эффективности выполняемых работ.

Вместе с тем, анализ известных моделей, представленных [4-7], показал, что они не в полной мере отражают технологический процесс и операции изготовления элементов судовых трубопроводов и требуют корректировки.

Формализация исследуемых процессов и их дифференциация на простейшие элементы проходили поэтапно с учётом наиболее стабильных технологических комплексов приёмов. На основании применяемой декомпозиции была разработана схема технологического процесса сборки элементов судовых трубопроводов (рис. 1). Следует отметить, что при этом в технологическом процессе сборки включены технологические процессы заготовки сборочных единиц.

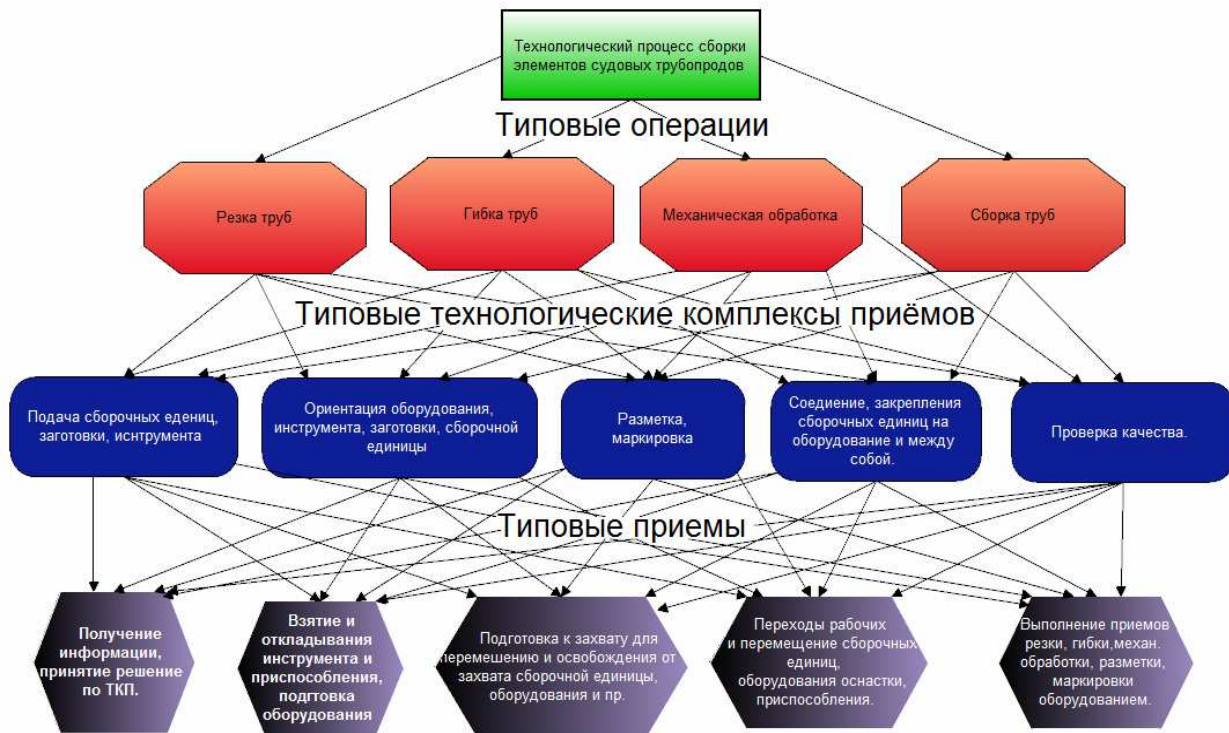


Рис. 1. Схема технологического процесса сборки элементов судовых трубопроводов

На основании положений ОСТ 5. 95057-90 [8], и принятых на судостроительных предприятиях внутренних регламентов, содержащих требования к процессам изготовления и монтажа труб систематизированы возможные варианты выполнения работ при изготовлении типовых элементов судовых трубопроводов. Кроме этого, при разработке возможных вариантов использованы результаты исследований, наблюдений и проводимых работ на судостроительных предприятиях Крыма и Севастополя [9].

Представим в виде схемы (рис. 2) варианты технологических операций сборки элементов трубопроводов, состоящей из нескольких технологических комплексов приёмов, которые возможно выполнять разным оборудованием или способами. На схеме видно, что существуют три варианта выполнения технологических комплексов приёмов – 1 (подача заготовки), и по два варианта выполнения технологических комплексов приёмов – 2, технологических комплексов приёмов – 3, технологических комплексов приёмов – 4 (ориентация заготовки, разметка, закрепление (соединение) сборочных единиц).

На основании полученных на судостроительных предприятиях Крыма и Севастополя данных [9], о показателях эффективности процессов сборки элементов судовых трубопроводов, построены диаграммы затрат рабочего

времени и энергии при выполнении турбостроительных работ. В качестве примера, на рисунках 3 и 4 приведены диаграммы затрат времени и энергии при разметке по картам раскроя и разметки по шаблону.

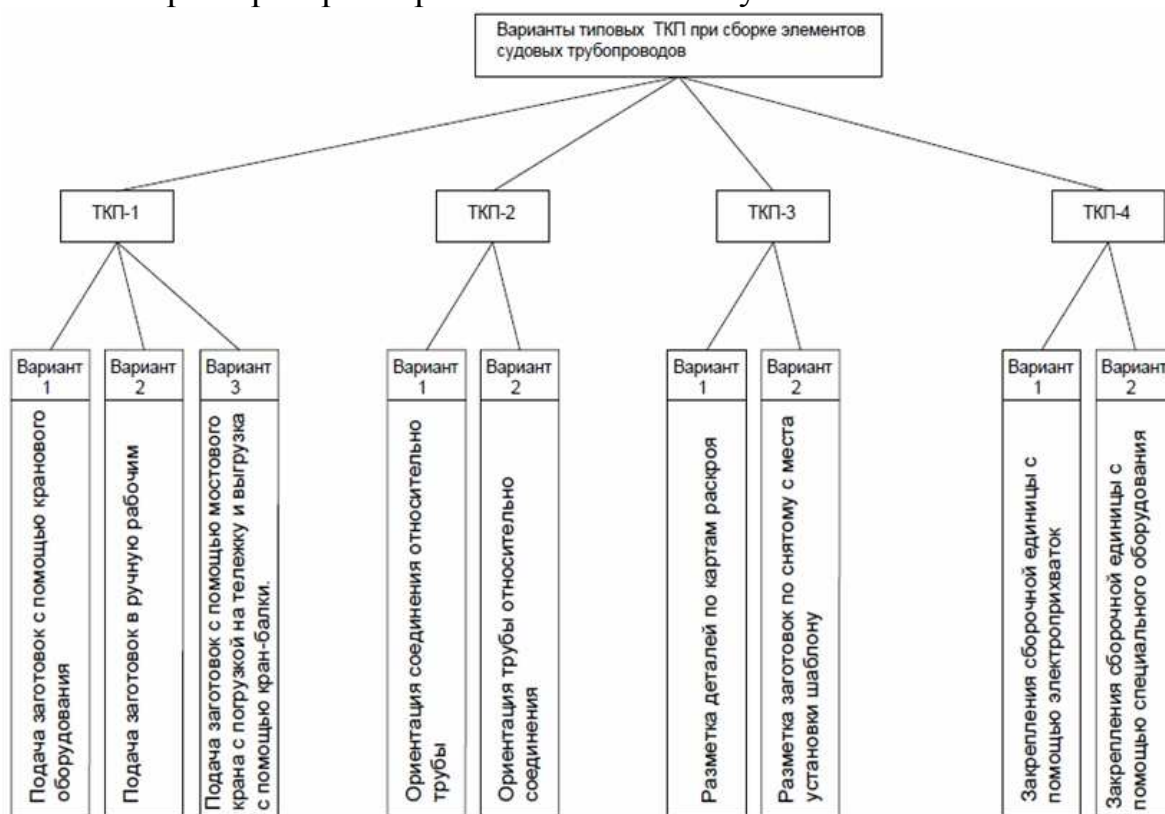


Рис. 2. Технологическая операция сборки элементов трубопроводов

При анализе эффективности выполнения турбостроительных работ используют следующие характеристики, влияющие на производство:

- t_p , продолжительность выполнения акта получение информации и принятие решения по технологическим комплексам приёмов;
- t_i , продолжительность выполнения акта взятия (откладывания) инструмента и приспособления, и подготовки оборудования;
- t_z , продолжительность выполнения акта установки (закрепления) и снятие (отдачи) грузозахватных устройств;
- t_n , продолжительность выполнения акта переходов и перемещения сборочных элементов и оборудования;
- \mathcal{E}_p , энергозатраты рабочих при выполнении акта, получение информации и принятие решения по технологическим комплексам приёмов;
- \mathcal{E}_i , энергозатраты рабочих при выполнении акта взятия (откладывания) инструмента и приспособления, и подготовки оборудования;
- \mathcal{E}_z , энергозатраты рабочих при выполнении акта установки (закрепления) и снятие (отдачи) грузозахватных устройств;
- \mathcal{E}_n , продолжительность выполнения акта переходов и перемещения сборочных элементов и оборудования.

Как видно из приведенных диаграмм (рис. 3,4), затраты времени и энергии рабочими (t_i и \mathcal{E}_i) при выполнении разметки по картам раскроя получаются меньшими чем при выборе варианта разметки по шаблону.

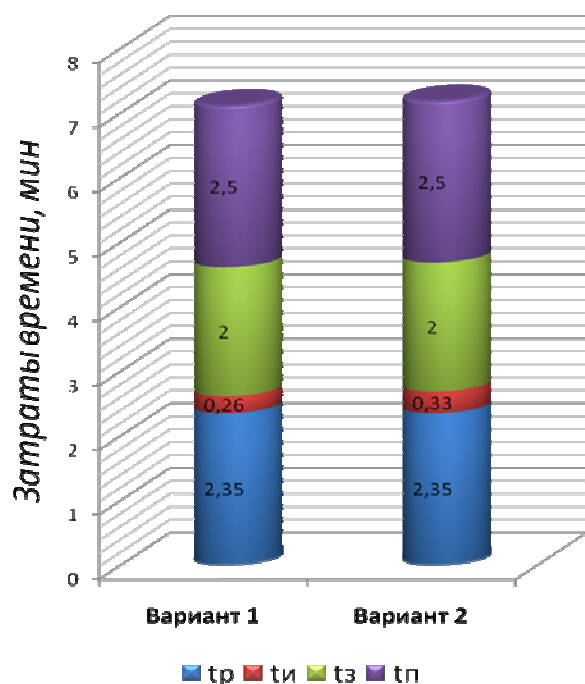


Рис. 3. Диаграмма продолжительности выполнения работ при разметке заготовки: вариант 1 – разметка по картам раскроя; вариант 2 – разметка по шаблону

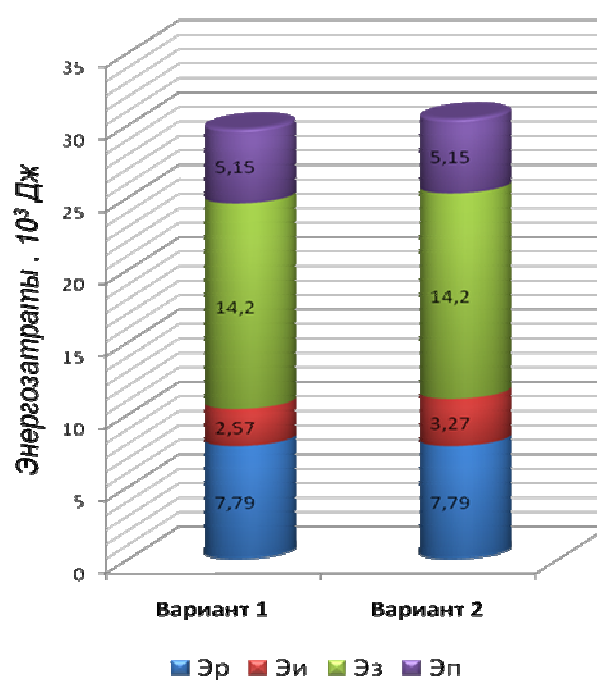


Рис. 4. Диаграмма энергозатрат при выполнении разметки заготовки: вариант 1 – разметка по картам раскроя; вариант 2 – разметка по шаблону

Заключение

Предлагаемый в работе анализ эффективности технологических процессов изготовления элементов судовых трубопроводов на основании данных судостроительных предприятий Крыма и Севастополя позволяет повысить эффективность производства с целью уменьшения затрат. Аналогичный подход может быть применен для любого машиностроительного предприятия в рамках процессов изготовления различных элементов функционально сложных объектов.

Список литературы

1. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года. (Президент Российской Федерации, 27.07.2001 г. № Пр-1387).
2. Государственная программа Российской Федерации «Развитие судостроения на 2013 –2030 годы» (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.12.2012 г. № 2514-р), режим доступа <http://sudostroenie.info/docs/suda.doc>.
3. Сахно К.Н. Научные основы повышения технологичности трубопроводов судовых систем на стадии проектирования: дисс. ... д-ра техн. наук / К.Н. Сахно. – Астрахань, 2012. – 353 с.
4. Сахно К.Н., Разработка технологий изготовления и монтажа судовых трубопроводов и их экономическое обоснование // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. 2011. № 3. С. 22-29.
5. Иванов А.П. К вопросу повышения производительности труда судосборщиков на секционные сборки // Вопросы судостроения. Сер. Технология судостроения. Вып. 24. – Л.: Судостроение, 1978. – С. 30-36.
6. Иванов А.П. Оптимизация судосборочных операций на базе математического моделирования // IX Отраслевое совещание по механизации тяжелых и трудоемких работ в

- судостроении. НТО имени акад. А.Н. Крылова: тез. докл. – Л.: Судостроение, 1980. – С. 72-74.
7. Овчинников И.Н. Судовые системы и трубопроводы (устройство, изготовление и монтаж). – Л.: Судостроение, 1971. – 296 с.
 8. ОСТ 5. 95057-90 Системы судовые и системы судовых энергетических установок. Типовой технологический процесс изготовления и монтажа трубопроводов.
 9. Душко В.Р., Крамарь В.А., Цалоев В.М. и др. Выработка и обоснование основных направлений развития судостроительного комплекса Республики Крым и г. Севастополя на основе комплексного анализа фактического уровня и прогноза развития его научного, опытно-конструкторского и производственного потенциала (шифр Тамань-СевГУ) – Севастополь: Изд-во ФГАОУ ВО СГТУ. 2015 – 99 с.

Сведения об авторах:

Конева Светлана Андреевна – к.т.н., доцент, заведующая кафедрой «Судовое электрооборудование», СевГУ, г. Севастополь;

Цалоев Владимир Муратович – старший преподаватель кафедры «Судовое электрооборудование», СевГУ, г. Севастополь.