

УДК 62-1/-9

РАЗРАБОТКА РАБОЧИХ ГИПОТЕЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОГО СБОРОЧНО-СВАРОЧНОГО МАНИПУЛЯТОРА И ВАРИАНТЫ ЕГО КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ

Щеголева Ольга Анатольевна¹, аспирант

e-mail: shh151@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены возможные факторы, оказывающие влияние на выбор конструктивных схем многофункциональных роботизированных и комплексно-механизированных сборочно-сварочных манипуляторов и исполнительных механизмов для них. Определены требования к разработке конструктивной схемы манипулятора исходя из того, чтобы он вписывался в любую возможную схему организации процесса изготовления корпусных конструкций и в то же время, чтобы в его функциональных возможностях учитывалось как можно больше факторов, влияющих на его функционирование.

Ключевые слова: сборочно-сварочный манипулятор, многофункциональность, блочно-модульная компоновка, конструктивная схема, сборочная единица.

DEVELOPMENT OF WORKING HYPOTHESES FOR THE FUNCTIONING OF COMPREHENSIVE-MECHANIZED ASSEMBLY-WELDING MANIPULATOR AND VARIANTS OF ITS CONSTRUCTION DIAGRAM

Shchegoleva Olga Anatolyevna¹, Doctoral Student

e-mail: shh151@mail.ru

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volga State University of Water Transport" Samara branch, Samara, Russia

Abstract. The article discusses possible factors influencing the choice of design schemes for multifunctional robotic and complex-mechanized assembly and welding manipulators and actuators for them. The requirements for the development of a structural diagram of the manipulator are determined based on the fact that it fits into any possible scheme for organizing the process of manufacturing hull structures and at the same time, so that its functionality takes into account as many factors as possible that influence its functioning.

Keywords: prefabricated welding manipulator, many functions, block-modular layout, structural diagram, prefabricated unit.

Введение

При разработке конструктивных схем многофункциональных роботизированных и комплексно-механизированных сборочно-сварочных манипуляторов (ССМ) и их исполнительных механизмов должны быть рассмотрены все факторы, оказывающие влияние на их функционирование, а именно:

1) *гибкость производства*. Состав и характер работ в сборочно-сварочных цехах судостроительных предприятий характеризуется изменяющейся количественно и качественно программой; изменяются типы строящихся судов, как следствие меняются типы изготавливаемых корпусных конструкций. Производство часто носит сезонный характер. Различные верфи, как правило, имеют разную мощность, незначительную программу судостроения; незначительное количество крытых площадей [1, 2].

Учитывая эти обстоятельства ясно, что производство должно обладать большой гибкостью, чтобы оно могло приспосабливаться к изменениям программ, типов судов, видов деятельности, (судостроение, судоремонт, машиностроение) и т.д. Соответственно этим требованиям должны удовлетворять вновь разрабатываемые средства технологического оснащения, применяемые технологические процессы и способы изготовления конструкций;

2) *облегчение труда*. В настоящее время доля ручного труда при изготовлении судовых корпусных конструкций составляет около 60%. При разработке ССМ и выборе способа изготовления конструкции, необходимо хотя бы частично решить эту проблемы;

3) *устранение неблагоприятных условий труда*. Применение ССМ должно максимально исключать запылённость, загазованность и задымлённость от сварки, работу с тяжеловесными конструкциями и т.п.;

4) *приемлемость ССМ*. В настоящее время на верфях применяются три основные технологические схемы организации производства при изготовлении сборочных единиц (СЕ) корпусов судов: а) на одном рабочем месте; б) на одном рабочем месте с разбивкой конструкции на узлы и детали: полотнище, детали холостого набора, рамный набор; в) в потоке – последовательное выполнение технологических операций при перемещении изделия. Поэтому, разрабатываемый ССМ должен функционировать при любом из перечисленных вариантов, однако наиболее приемлемым следует считать вторую схему. Кроме того, ССМ должен иметь минимальную стоимость;

5) *конструктивная схема ССМ* должна обеспечивать возможность изготовления СЕ выбранным способом наиболее простым по конструкции ССМ [3];

б) *качество работы*. Применение ССМ должно обеспечивать максимально возможную точность изготовления СЕ;

7) *производительность труда*. Применение ССМ должно обеспечивать повышение производительности труда за счёт комплексной механизации максимально возможного количества операций при изготовлении СЕ.

Требования к разработке конструктивной схемы ССМ

Таким образом, чтобы ССМ вписывался в любую схему организации процесса изготовления СЕ и в то же время в его функциональных возможностях учитывалось как можно больше факторов изложенных выше, необходимо определить требования к разработке его конструктивных схем. В их число очевидно должны входить следующие:

▪ ССМ должен иметь в своём составе несущую балку, тележку, колонну подвижную, замковое соединение, исполнительные механизмы, приводы передвижения балки, тележки, подъёма и поворота колонны, энергоподводы к балке, к исполнительному механизму, к поворотной колонне, пульта управления (на стойке и выносной);

- нижняя часть колонны с исполнительным механизмом должна иметь 4 степени свободы перемещения;
- приводы передвижения несущей балки и тележки должны иметь регулируемую скорость передвижения в пределах скорости сварки, газовой резки и скорости перемещения подвижных составных частей;
- портал, тележка, колонна ССМ должны иметь чёткую фиксацию при остановке (в пределах $\pm 2,0$ мм);
- привод подъёма подвижной части колонны должен быть жёстким (пневмо- или гидропривод, рейковый привод и т. д.);
- ССМ должны отвечать современным требованиям технической эстетики и эргономики, антропометрическим данным человека;
- ССМ должен соответствовать современным требованиям техники безопасности в зависимости от выполняемой им операции;
- варианты подвода энергоресурсов (электроэнергия, сжатый воздух, CO_2) должны предусматривать возможность энергоподвода к ССМ и непосредственно к каждому исполнительному механизму (связанная с ним многозвенная консольная балка) либо энергоподвод только к ССМ как к носителю (а уже от него к исполнительному механизму);
- детали, узлы и агрегаты ССМ должны изготавливаться из доступных материалов, быть взаимозаменяемыми в пределах верфи (высокий уровень унификации и стандартизации);
- ССМ, кроме исполнительных механизмов и источников питания должен быть укомплектован газовым резаком и воздушно-дуговым строгачем (съёмными);
- конструкция ССМ и его составных частей должны удовлетворять требованиям поэтапной модернизации без изменения основных составных частей;
- ССМ должен выполнять максимальное количество технологических операций автоматизированным способом, а в перспективе – автоматически;
- конструкция ССМ и его исполнительных механизмов должны иметь возможность оперативно переналаживаться на изготовление разных типов корпусных конструкций;
- ССМ как гибкое оборудование должен оперировать с неподвижной корпусной конструкцией, а также иметь возможность перемещать конструкции или её элементы;
- структура ССМ и его исполнительных механизмов должна отвечать современным принципам блочно-модульно построения;
- ССМ должен быть приспособлен для работы при разных технологических схемах организации производства: 1 – секция изготавливается на одном рабочем месте (в стенде), исполнительные механизмы заменяются по ходу технологического процесса; 2 – задел секций изготавливается на одном рабочем месте, но разбивается, например, на три элемента: полотнище, панель, секция – исполнительные механизмы заменяются по каждому виду продукции (но реже чем по 1 варианту); 3 – секция изготавливается в потоке – ССМ размещены по ходу технологического процесса, исполнительные механизмы стабильно закреплены на них или заменяются в зависимости от выполняемых операций;
- ССМ должен работать со стендами любой конструкции и без стенда. При наличии значительной программы предпочтительны 2-я и 3-я схемы, при этом стенды должны быть с подъёмно-опускными роликоопорами (особенно при схеме 3) [4, 5];
- при размещении должны быть чётко определены места расположения исполнительных механизмов (см. рис. 1 а)-в)) в специальных контейнерах или магазинах [4];
- ССМ должен быть оборудован быстродействующим замковым соединением для подсоединения исполнительного механизма к подвижной колонне;
- высота подъёма подвижной колонны должна быть выбрана из условий: 1) максимальной высоты балок набора; 2) габаритов захватных механизмов; 3) безопасной работы производственных рабочих.



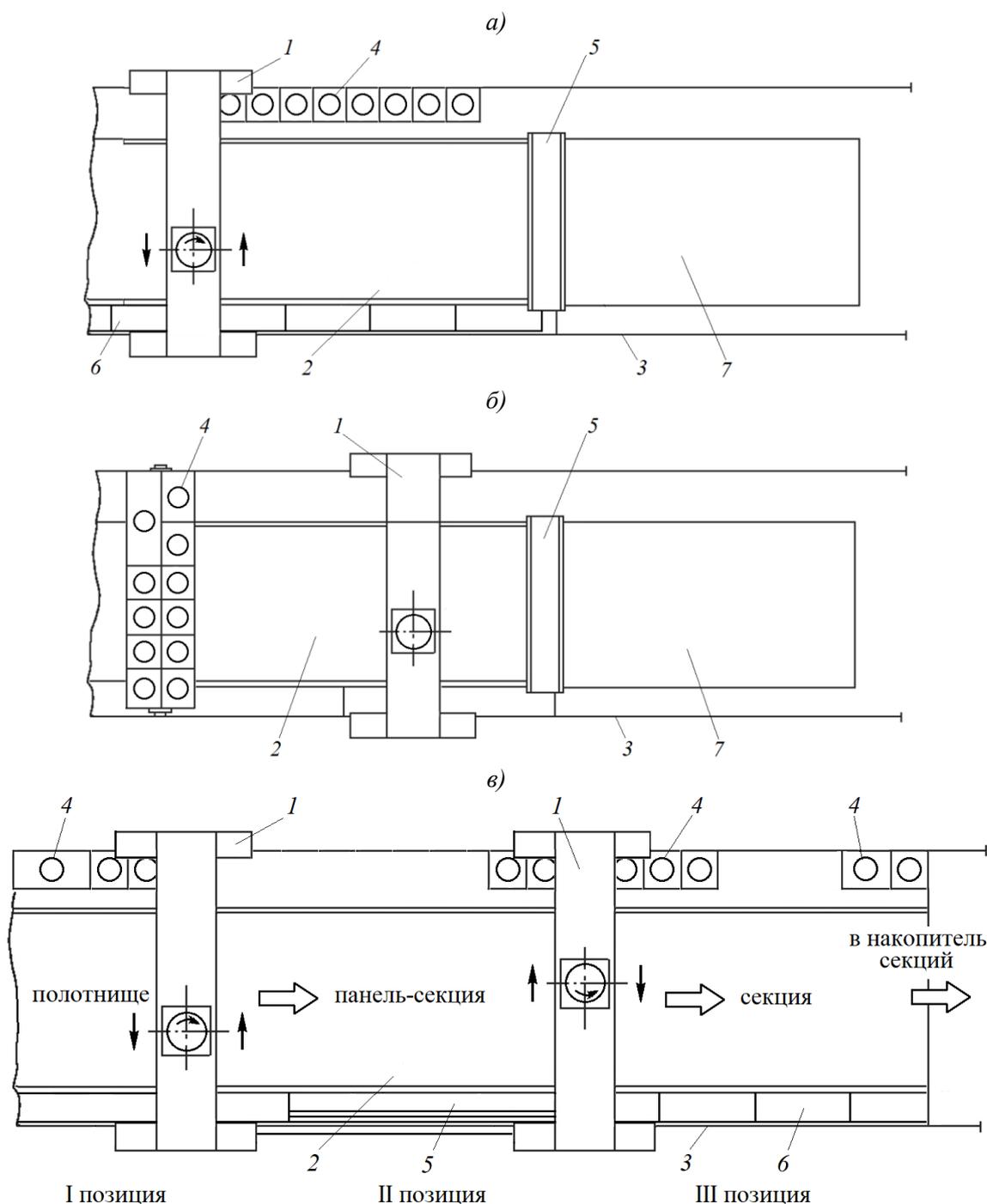


Рисунок 1 – Размещение исполнительных механизмов ССМ
(по вариантам технологических схем)

а) – контейнеры для исполнительных механизмов ССМ расположены вдоль станда; б) – исполнительные механизмы ССМ расположены в ячейках магазина, расположенного поперёк станда; в) – исполнительные механизмы ССМ расположены у каждой позиции по ходу технологического процесса

1 – сборочно-сварочный манипулятор; 2 – сборочный станд; 3 – рельсовый путь; 4 – контейнеры (или магазин) для исполнительных механизмов; 5 – кассета для набора; 6 – стеллажи для деталей; 7 – накопитель секций

Выбор конструктивной схемы ССМ

К дальнейшему рассмотрению предлагаются два варианта ССМ:

- вариант I – на базе укладчика листового проката;
- вариант II – на базе машины тепловой резки типа «Кристалл».

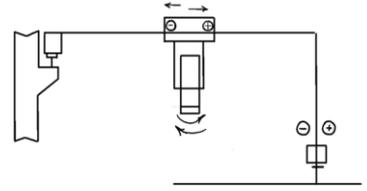
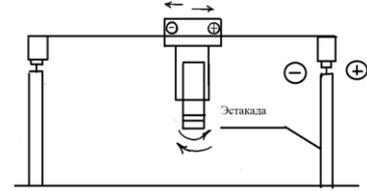
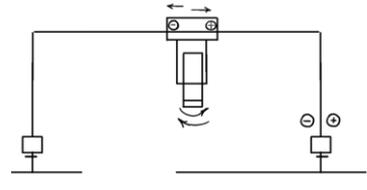
Каждый вариант может быть полукозлового (П), козлового (К) или мостового типа (М).

Тип ССМ зависит от технологической планировки конкретного цеха.

Анализ конструктивных схем приведен в табл. 1.

Таблица 1

Выбор конструктивной схемы ССМ

Конструктивная схема	Вариант	Тип	Достоинства	Недостатки
	I	П	Агрегат – прототип имеет достаточную жесткость и прочность. Достаточную мощность приводов передвижения и подъема имеет необходимое количество степеней свободы. Отсутствует опасная зона у стены коммуникации и исполнительные механизмы располагаются вдоль стены в неиспользуемой «мертвой» зоне цехового крана. Незначительная модернизация при переделке в ССМ	Ограничение расположения ССМ – только вдоль стены. Необходимость двух приводов передвижения
	I	М	Масса имеет минимальное значение по сравнению с типами «П» и «К» Возможность установки только одного привода передвижения. Опасная зона ограничена барьером – эстакадой. Имеет необходимое количество степеней свободы.	Необходимость установки одной из двух металлоемких эстакад. Наличие эстакады загромождает цеховой пролет создает неудобства в работе
	I	К	Отсутствует необходимость в подвесных путях на высоте. Возможность установки в любом месте цеха. Имеет необходимое число степеней свободы.	Раздельный привод. Опасная зона с двух сторон. Масса имеет максимальное значение с типами П и М. Труднодостижима точность передвижения портала.

Данные анализа позволяют сделать вывод о том, что наиболее приемлемым вариантом ССМ является вариант на базе укладчика листового проката. При этом тип ССМ (исполнение) может быть различным: полукозловым, козловым или мостовым. Основной тип ССМ следует принять к разработке полукозловой, так как он лучше отражает специфику сборочно-сварочных цехов верфей и имеет лучшее соотношение достоинств и недостатков.

Вариант на базе машины «Кристалл» не приемлем ввиду недостаточной жёсткости и габаритов портала, а также малой мощности приводов. Однако систему программного обеспечения и элементы принципиальной электрической схемы «Кристалла» можно использовать при разработке ССМ [6].

Выводы и заключение

Таким образом, при разработке конструктивных схем многофункциональных роботизированных и комплексно-механизированных ССМ должны быть рассмотрены все возможные факторы, оказывающие влияние на их функционирование, а именно: гибкость производства, устранение неблагоприятных условий труда и облегчение труда, преемственность применяющихся технологий, варианты конструктивной схемы и минимизация стоимости ССМ, обеспечиваемое качество работ, и перспективы повышения производительности труда. Для того, чтобы ССМ вписывался в любую схему организации процесса изготовления СЕ и для того, чтобы в его функциональных возможностях учесть как можно больше перечисленных факторов, автором статьи определены требования к разработке конструктивных схем ССМ.

Из анализа возможных вариантов конструктивных схем следует, что наиболее приемлемым вариантом ССМ является вариант на базе укладчика листового проката в полукозловом, козловом или мостовом исполнениях. При этом полукозловой вариант исполнения более предпочтителен по соотношению достоинств и недостатков. Принципиальная электрическая схема, система приводов и система программного управления ССМ может быть выполнена по аналогии с хорошо себя зарекомендовавшими машинами термической резки типа «Кристалл».

Список литературы:

1. Бурмистрова А.Е., Щеголева О.А. Проблемы внедрения гибких производственных систем в единичном и мелкосерийном производстве и перспективы замены механизированных поточных линий многофункциональными сборочно-сварочными манипуляторами / Материалы МНПК для аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России». 19 мая 2022 г.: Часть 1. – СПб. : Изд-во ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2022. – С. 109 – 119. ISBN 978-5-9509-0487-5.

2/ Проблемы разработки и внедрения гибких производственных систем. – URL: <https://articlekz.com/article/5590> (дата обращения: 01.04.2024)

3. Бурмистров, Е.Г. Обоснование применения на судостроительных верфях многофункциональных сборочно-сварочных манипуляторов / Е.Г. Бурмистров, О.А. Щеголева, А.Е. Бурмистрова, Т.А. Михеева // Научные проблемы водного транспорта. Выпуск 73. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2023. – С. 27 – 36. DOI: 10.37890/jwt.vi74.343.

4. Отчёт о научно-исследовательской работе «Разработка сборочно-сварочного манипулятора для изготовления корпусных конструкций в судостроении и судоремонте» (промежуточный) №865172. – Горький: ГИИВТ. – 1986. – 146 с.



5. Бурмистров, Е.Г. Перспективы замены поточных линий в цехах верфей многофункциональными сборочно-сварочными манипуляторами / Е.Г. Бурмистров, О.А. Щеголева, А.Е. Бурмистрова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2023. – Т. 15. – № 2. – С. 125 – 129.

6. Щеголева О.А. Цифровизация управления технологическим оборудованием в рамках концепции «Индустрия 4.0» / Сборник материалов II-й МНПК «Актуальные решения проблем водного транспорта» (г. Астрахань), 29 мая 2023 г.

