

УДК 681.3

DOI: 10.30987/1999-8775-2021-9-23-28

В.И. Меркулов, С.А. Лазарев

УПРАВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССА СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА САМОЛЕТА

Выполнен сбор данных для расчета и анализа пространства проектных решений при точном прогнозировании характеристики изделий на основе численного моделирования. Проведен анализ процесса сварки в среде междисциплинарной оптимизации. Алгоритм настраивает стратегии поиска наилучшего решения исходя из требуемых характеристик и свойств изделия. Применены ги-

бридные и адаптивные методики поиска. Устранена необходимость использовать несколько разрозненных систем. Вся оптимизация выполняется в единой среде.

Ключевые слова: сварка, мониторинг, моделирование, управление, автоматизация, оптимизация, дисциплина, квалификация, аттестация, персонал.

V. I. Merkulov, S. A. Lazarev

CONTROL AND MONITORING OF FUSION WELDING BY WAY OF EXAMPLE OF MANUFACTURING AIRCRAFT AIR CONDITIONING SYSTEMS ELEMENTS

The purpose of the study is estimation of the efficiency of the control systems use for improving the organization of various welding processes and perfectibility of the technological discipline of their implementation.

The article opens the concept of "welding production management" as a comprehensive quality and performance management system of the welding process.

The solution to the problem of reducing the time for optimizing structures was the introduction of a new computer system. It successfully collects data for calculating and analyzing the space of design solutions, for more accurate forecasting of product characteristics based on numerical modeling. The additional module performs the analysis and optimization of the welding process in an interdisciplinary optimization environ-

ment. The algorithm sets up strategies for finding the best solution based on the required characteristics and properties of the product. Hybrid and adaptive search methods are used for this purpose.

The new process eliminates the need to use several segmental systems, while all optimization is now performed in a unified environment.

The exclusion of the human factor in the selection and installation of the welding mode increases the qualitative and quantitative indicators of the entire technological process, since the preparatory and final time in welding can reach 20% of the entire operation time, and an error in one parameter can lead to a final defect of the whole workpiece.

Key words: welding, monitoring, modeling, management, automation, optimization, discipline, qualification, certification, personnel.

Введение

В изготовлении и производстве систем кондиционирования воздуха сварка имеет большое значение и представлена во многих разновидностях. Сварные конструкции работают в условиях питтинга и кавитации под действием температурных перепадов, термомеханических нагрузок. К этому добавляется коррозионное воздействие на металл активной рабочей среды. При этом возникает необходимость изучения особенностей сварки различных мате-

риалов и способов регулирования ее параметров.

Управление сварочным производством - это система, предназначенная для сбора, хранения, систематизации и обработки информации о сварочном производстве, отслеживания и документирования всех технологических и качественных параметров сварочного производства [1]. Даются определения разновидностей инструментов в системах управления основными видами сварки. Аргументируется

вывод, что для управления качеством, трудозатратами и свойствами изделий требуется мониторинг сварочного процесса с помощью установки дополнительного оборудования, которое может использо-

Цель исследования и описание системы

Целью исследования является оценка эффективности применения систем управления в совершенствовании организации различных процессов сварки и повышения технологической дисциплины их выполнения.

Для управления качеством, трудозатратами и свойствами изделий при изготовлении, за счет более эффективного контроля и оперирования данными, необходимо иметь средство для возможности выполнения мониторинга, сохранения и обработки собранной информации. На сегодняшний день существуют множество систем мониторинга и управления производственным процессом (Foreman), есть такие

как комплексное решение, так и функциональное программное обеспечение, представляющее собой комбинацию модулей, основанную на нуждах по профилю.

решения и по сварке (*KEMPPi ARC SYSTEM*).

Возможности программного комплекса такого рода позволяют собирать и накапливать необходимую информацию со всего подключенного оборудования в одну базу данных, или облачное хранилище. Примерная схема работы системы управления сварочным производством представлена на рис. 1. Система дает представление о работе любого сварочного поста в режиме реального времени или в виде отчета и помогает значительно ускорить работу по сопровождению и документообороту с использованием инновационных параллельных вычислений [2].

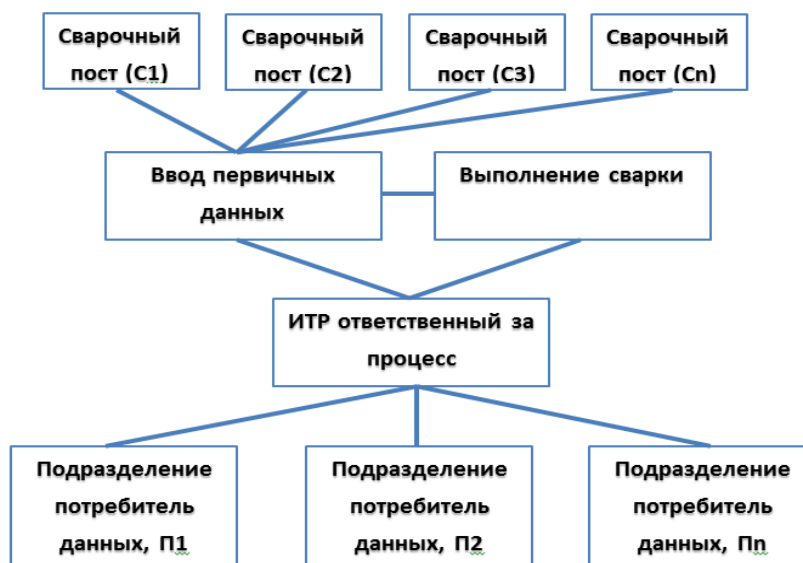


Рис. 1. Схема работы системы управления сварочным производством

Система управления сварочным производством, дает инструмент для анализа и оперативного управления необходимыми процессами, как в самом процессе сварки изделий, так и в процессах управления технологическими циклами производства СКВ (рис. 2).

Установку регламентированного режима сварки и его стабильное поддержание на протяжении всего цикла, во многом

зависит от квалификации рабочего. Помимо указанных в технологическом процессе операций и переходов, сварщик так же выполняет наладочные действия, которые зависят, как от сложности оборудования, так и от вида выполняемых работ (эксплуатация камеры с контролируемой атмосферой, установка спец. средств технологического оснащения).

Использование системы управления имеет возможность создания, ведения и управления разрабатываемыми проектами с возможностью выдачи рабочих заданий сварщикам и контролерам с автоматической передачей данных на сварочный пост для выполнения конкретных сварочных работ. Исключение человеческого фактора в подборе и установке режима сварки по-

вышает качественные и количественные показатели всего технологического процесса, в виду того что подготовительно-заключительное время в сварке может достигать 20 % от всего времени выполнения операции (рис. 3), а ошибка в одном параметре может привести к окончательному браку в изделии.

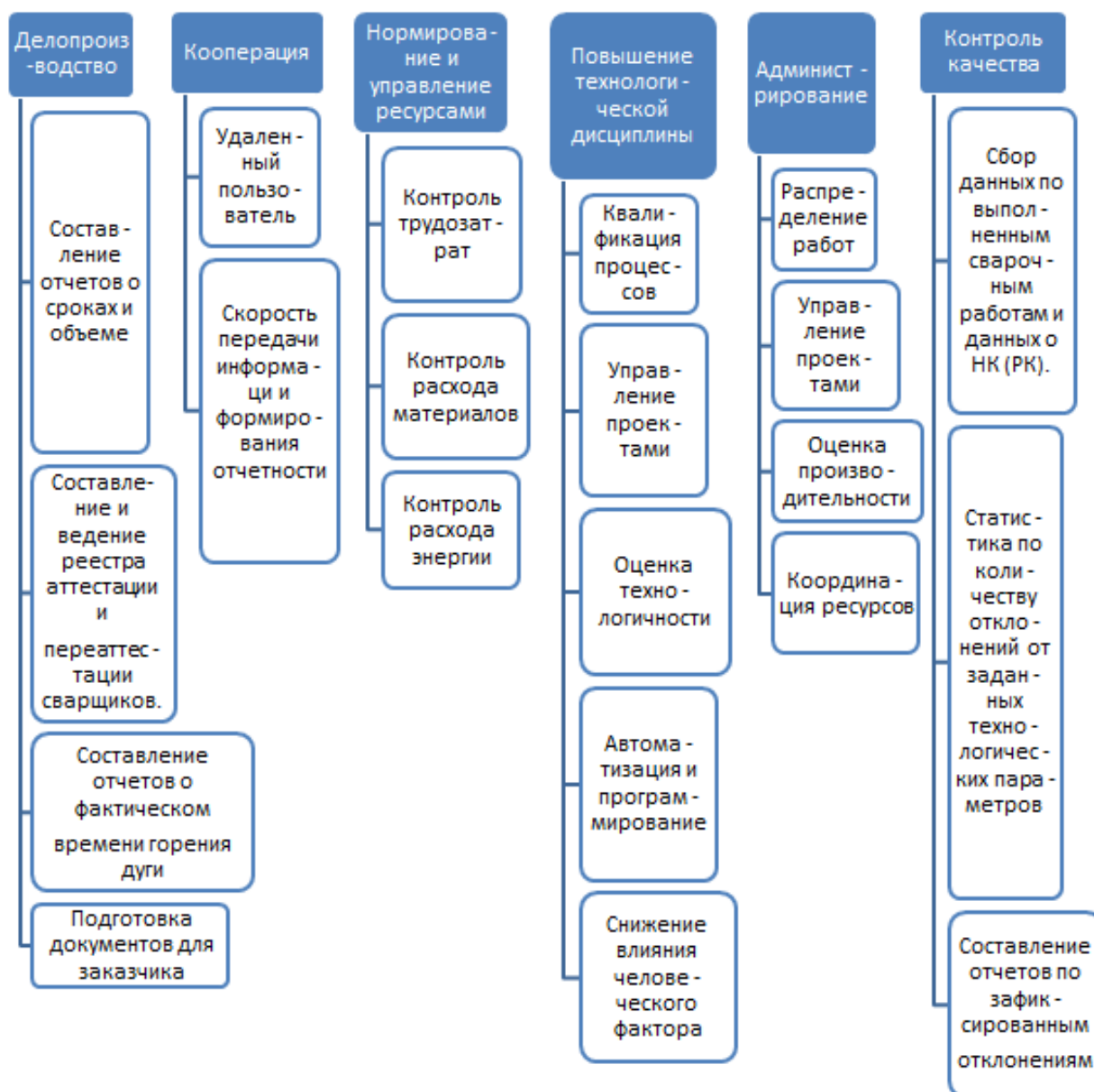


Рис. 2. Структура комплексной системы управления качеством и производительностью сварочного процесса

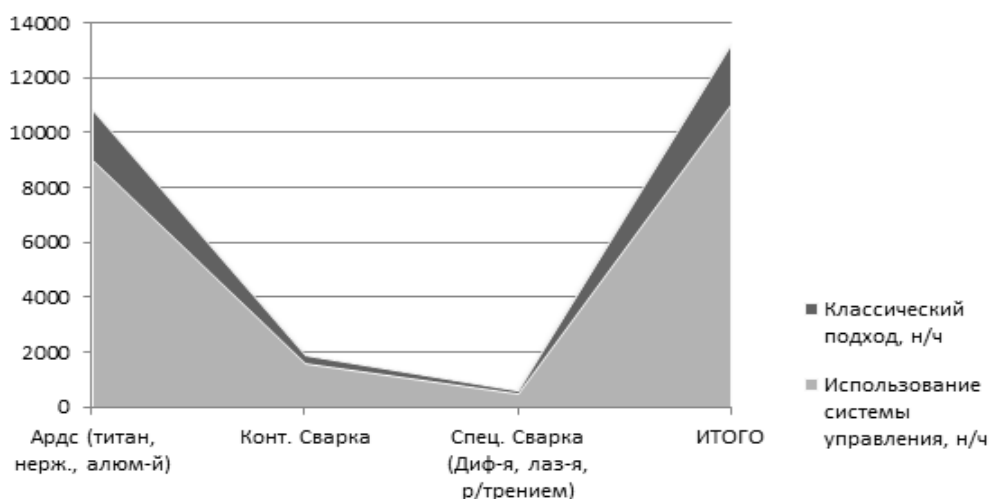


Рис. 3. Влияние снижения подготовительно-заключительного времени на общее время сварки, н/ч

Для обеспечения работоспособности системы в части автоматического сбора данных, от сварщика потребуются выполнение регламентируемых операции по вводу первичных данных и подготовке

оборудования к работе. Все остальные операции осуществляются инженерно-техническими работниками предприятия и связаны с работой в программной среде системы (рис. 4).

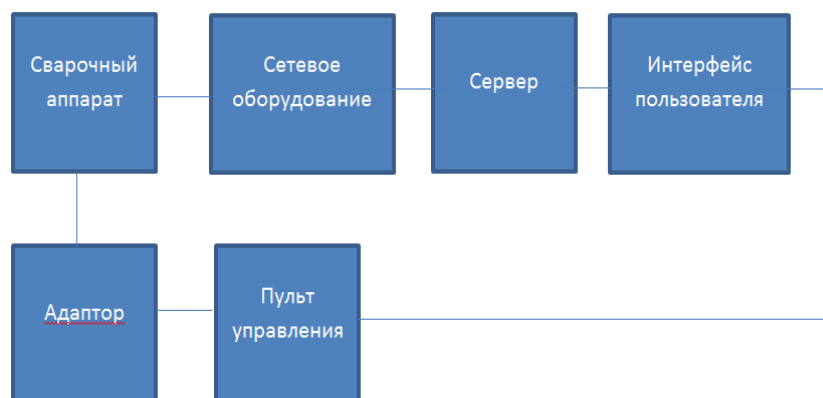


Рис. 4. Структурная схема аппаратной части системы

Получив, в распоряжение, объем точных и объективных данных путем мониторинга и сбора статистики, следующим этапом должно стать моделирование сварочного процесса и создание эскизного проекта. По сравнению с проведением обычных «натурных» экспериментов, компьютерное моделирование требует предварительных усилий для создания моделей в виде программного обеспечения. Однако в дальнейшем эксперименты на модели оказываются гораздо более оперативными, дешевыми и эффективными [3].

Эскизный проект отличается высокой гибкостью пространства проектных решений, а применение методики прямой опти-

мизации позволило обойтись без упрощения этого пространства. Геометрия редактируется исходя из полученных натуральных параметров [4,5].

На модели возможно выполнить:

- проектирование виртуального процесса сварки с определением оптимальной последовательности сварочных операций;
- учесть распределение температуры в компонентах и теплообмен в прижимах для разработки наилучшей схемы фиксации;
- осуществлять прогноз сварочных деформаций и определять окончательную форму изделия с высокой точностью;

- компенсировать остаточные напряжения во время сварки и после снятия оснастки;

- моделировать процесс и проводить дальнейший анализ механических свойств сварочных швов;

- моделировать свойства материала в «локальных зонах» (напр. кривые текуче-

сти и фазовые превращения) и прогнозировать микроструктуры материала в околошовной зоне.

Все смоделированные процессы позволят выполнять оценку возможности использования более сложных, современных материалов и технологий для решения самых сложных технологических задач [6,7].

Выводы

1. Рассмотрен алгоритм работы системы управления сварочным производством на примере изготовления элементов СКВ самолета;

2. Дана структура комплексной системы управления качеством и производительностью сварочного процесса;

3. В результате учета предлагаемых мероприятий открывается перспектива к ускорению различных стадий проектирования и разработки технологических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **КЕМППИ: дигитализация по-фински** // Сварка и диагностика. – 2015. № 6. – С. 6-7.
2. **Краткое описание системы управления сварочным производством «КЕМППИ ARC SYSTEM 3»** - Текст : электронный. – URL: <https://arc-system.ru> (дата обращения: 02.03.2021).
3. **Крампит, Н. Ю.** Новые технологии изготовления вертикальных резервуаров / Н. Ю. Крампит, А. Г. Проценко / Альманах современной науки и образования. – 2008. - № 12. – С. 81-83.
4. **Как проектируется система кондиционирования воздуха на современном авиалайнере** – Текст : электронный. – URL : <http://www.ato.ru/siemens/kak-proektiruetsya-sistema-kondicionirovaniya-vozduha-na-sovremennom-avialaynere?sea=30386> (дата обращения: 19.04.2021).

5. **Куркин, С. А.** Компьютерное моделирование и подготовка производства сварных конструкций / С. А. Куркин, В. М. Хромов. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 464 с.
6. **Simufact.welding. Компьютерное моделирование сварки.** – Текст : электронный. – URL : <http://www.mscsoftware.ru/products/simufact-welding> (дата обращения: 02.03.2021).
7. **Смагин, Д. И.** Моделирование системы кондиционирования воздуха перспективного пассажирского самолета в программном комплексе Simintech / Д. И. Смагин, К. И. Старостин, Р. С. Савельев, Т. А. Кобринец, А. А. Сатин, А. В. Суворов, Н. И. Молодушная, А. В. Цыплаков, П. И. Медведев // Computational Nanotechnology. – 2018. - № 3. – С. 24-31.

1. **КЕМППИ: digitalization in the Finnish way/ /** Welding and diagnostics. - 2015. No. 6. - p. 6-7.
2. **Brief description of the welding production management system "KEMPPI ARC SYSTEM 3"** - Text: electronic.– URL: <https://arc-system.ru> (accessed: 02.03.2021).
3. **Krampit, N. Yu.** New technologies for manufacturing vertical tanks / N. Yu. Krampit, A. G. Protsenko / Almanac of Modern Science and Education. - 2008. - No. 12. - pp. 81-83.
4. **How the air conditioning system is designed on a modern airliner-Text: electronic.** – URL : <http://www.ato.ru/siemens/kak-proektiruetsya-sistema-kondicionirovaniya-vozduha-na-sovremennom-avialaynere?sea=30386> (accessed: 19.04.2021).

5. **Kurkin, S. A.** Computer modeling and preparation of production of welded structures / S. A. Kurkin, V. M. Khromov. - Moscow: Publ. house of the Bauman Moscow State Technical University, 2002. - 464 p.6.
6. **Simufact.welding. Computer simulation of welding.** - Text : electronic.– URL : <http://www.mscsoftware.ru/products/simufact-welding> (accessed: 02.03.2021).
7. **Smagin, D. I.** Modeling of the air conditioning system of a promising passenger aircraft in the Simintech software complex / D. I. Smagin, K. I. Starostin, R. S. Savelyev, T. A. Kobrinets, A. A. Satin, A.V. Suvorov, N. I. Molodushnaya, A.V. Tsyplakov, P. I. Medvedev // Computational Nanotechnology. - 2018. - No. 3. - pp. 24-31.

Ссылка для цитирования:

Меркулов, В.И. Управление и мониторинг процесса сварки плавлением на примере изготовления элементов системы кондиционирования воздуха самолета / В.И. Меркулов, С.А. Лазарев // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2021. – № 9. – С. 23 - 28 . DOI: 10.30987/1999-8775-2021-9-23-28.

Статья поступила в редакцию 09.04.21.

Рецензент: к.т.н., ген. директор
ООО «ВсеКран»

Забалуев И.А.

Статья принята к публикации 26.08.21.

Сведения об авторах:

Меркулов Владислав Иванович, д.т.н., профессор, Московский политехнический университет, e-mail: vim1935@mail.ru.

Vladislav Ivanovich Merkulov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Polytechnic University, e-mail: vim1935@mail.ru.

Лазарев Станислав Александрович, вед. инженер-технолог, ПАО НПО «Наука», e-mail: Lazzar.b@gmail.com.

Lazarev Stanislav Alexandrovich, chief I.Eng, PJSC NPO Nauka, e-mail: Lazzar.b@gmail.com.