

Методические принципы обеспечения соразмерности конструкций модульных сварочных стапелей

П.А. Захаров

аспирант кафедры «Управление инновациями» НИУ МАИ, зам. начальника сборочно-сварочного цеха АО «НПО «Лианозовский электромеханический завод»; Москва

В.К. Федоров

д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Управление инновациями» НИУ МАИ, дейст. член Академии проблем качества; Москва

С.В. Сухов

к.т.н., профессор НИУ МАИ; Москва

Последнее время в технологии сварочного производства возник ряд проблем, связанных с изготовлением крупногабаритных конструкций антенн РЛС (рис. 1). Эти трудности вызваны необходимостью обеспечить совмещение в производственном цикле сборочного и сварочного процессов в едином приспособлении. По сути, необходимо на основании ряда конструктивно-технологических и эксплуатационных параметров обеспечить требования габаритов конкретных моделей.

Решить указанные проблемы можно за счет разработки размерно-параметрических рядов многофункциональных сварочных стапелей, что позволит упорядочить номенклатуру на основе максимальной унификации ряда различных приспособлений, входящих в состав сварочного стапеля.



Рис. 1. Трассовый радиолокационный комплекс (ТРЛК) «Сопка-2»

Параметрическим рядом охватываются все функциональные варианты конструктивных исполнений оснастки, используемой при изготовлении крупногабаритных конструкций.

Особенности технологической подготовки производства конструкций антенн РЛС с применением инновационных стапелей состоят в том, что вместо специальных приспособлений для сборочных и сборочно-сварочных работ достаточно иметь комплект универсальных стандартных взаимозаменяемых деталей и сборочных единиц, из которых komponуются приспособления для сборки и последующей сварки антенн различных форм и габаритных размеров (рис. 2).

При разработке типовых моделей конструктивно-технологического построения сварочных стапелей основное внимание должно уделяться необходимости применения принципов соразмерности в рамках единой модульной системы. Особое значение приобретает вопрос построения соразмерности с учетом требований стандартизации, от решения которых во многом зависит успех дальнейших работ в сфере проектирования инновационных стапелей для сварки [3, с. 127].

В истории техники и дизайна известны многочисленные попытки создания разнообразных специальных размерных систем, удовлетворяющих потребностям задач, решаемых в серийном и мелкосерийном производстве. Однако почти не рассматривались вопросы гармонизации размерных рядов, соразмерности универсальных конструкций изделий, например систем инструментальных приспособлений (рис. 3). Вместе с тем известно, что именно в области машиностроения впервые получили комплексное практическое применение принципы стандартизации и унификации, широко используемые в настоящее время во всех от-

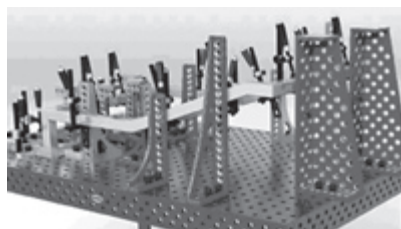


Рис. 2 Многофункциональный сборно-разборный сварочный стапель

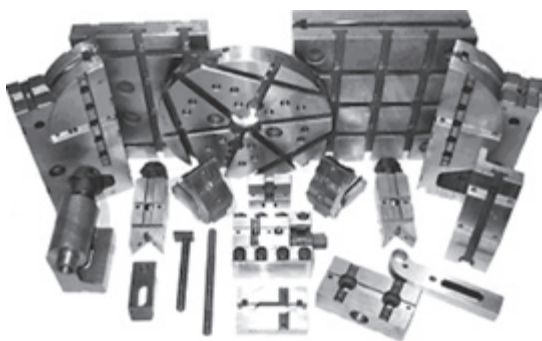


Рис. 3. Универсальные инструментальные приспособления

раслях промышленности. Опыт показывает, что специфика соразмерности, например базовых элементов специальных приспособлений технологической оснастки, не раскрыта, и ее потенциал используется совершенно недостаточно [2, с. 32]. Поэтому очень большой интерес представляют следующие проблемы: определение инновационного потенциала соразмерности, решение комплекса теоретических и методических задач (среди которых формулировка общих принципов соразмерности), отвечающих размерно-параметрическим требованиям стандартизации, то есть установить исходные предпосылки для определения возможностей достижения соразмерности типовых модульных элементов.

На основе этих факторов можно сформулировать методические принципы обеспечения соразмерности сегментов сварочного стапеля, формируемых из стандартных элементов.

Для достижения соразмерности целесообразно выявить особенности использования стандартных элементов на примере многофункционального сварочного стапеля, предназначенного для изготовления крупногабаритных конструкций антенн РЛС.

Специфика проектирования различных видов многофункциональных модульных конструкций, к каковым можно отнести и сварочные стапели, предполагает, прежде всего, построение размерно-нормализованных (параметрических) рядов или рядов нормальных линейных размеров на основе соблюдения принципов стандартизации и числовых размерных ГОСТов [2, с. 54]. Кроме того, необходимо выделить базовые модели изделий или сборочных единиц, характеризующих функционально-конструктивные и композиционные особенности каждого изделия, в нашем случае – элементов ряда сварочного стапеля.

Совмещение размерно-параметрических схем, их взаимная корректировка с учетом габаритов и размеров составляют основное содержание по-

следующих этапов построения соразмерной формы элементов сварочного стапеля.

Процесс проектирования строится по определенным законам, несоблюдение которых неизбежно приводит к нарушению хода всего процесса. Методически оправданным в этом случае можно считать разработку принципов, которые, с одной стороны, опираются на общие характеристики процесса проектирования, например стадии и этапы, а с другой – позволяют определять наиболее важные операции по достижению соразмерности.

Развивающаяся на основе указанных принципов практика проектирования специальной технологической оснастки, быстро трансформируемой и переналаживаемой в условиях реального производства, показывает, как использовать действующие стандарты, чтобы получить соразмерный ряд приспособлений для сварки или стапеля в целом. Из определенного количества отрезков числового ряда, размеры которых выбраны из данных ГОСТов, можно получить и правильную геометрическую форму, и хаотичное нагромождение форм (если расположить исходный материал в беспорядке).

В производстве часто встречаются изделия, различающиеся по назначению, функциональному устройству, конструкции. Учет этих различий при использовании современных стандартов в процессе производственного цикла и является одной из главных проблем достижения соразмерности. Пропорциональности и соразмерности форм сварочных приспособлений необходимо добиваться на принципах унификации, ориентированных на такие нормы и стандарты, которые позволяли бы комплексно решать технические и композиционные задачи.

Но чтобы выявить, какими должны быть эти стандарты, следует обратиться к анализу некоторых современных проблем стандартизации и практическому опыту ее внедрения в инженерное проектирование.

Анализ ряда работ, заложивших теоретические основы стандартизации в сфере проектирования, показывает, что повышение качества проектирования вначале было связано с совершенствованием функционально-конструктивных и технологических характеристик индивидуально проектируемой оснастки, а затем и более сложных комплексов. Выделение в практике такой работы принципов нормализации и стандартизации позволяет объединять индивидуально разрабатываемую сварочную оснастку тождественного и различного функционального назначения в крупные типологические комплексы, создаваемые на основе стандартных сборочных единиц [3, с. 181].

Более целесообразным является путь упорядочения параметрических характеристик применительно к многофункциональным сварочным стапелям, разрабатываемым на основе унификации, с последующим выходом на типичные для этих групп числа, размеры и математические зависимости. Это способствует, во-первых, внедрению указанных методов стандартизации в практику инженерного проектирования. Во-вторых, позволяет ограничить число применяемых числовых параметров разработкой размерных рядов и выявить закономерности их проектирования. И, в-третьих, поможет увязать между собой размерные, компоновочные и конструктивно-технологические характеристики элементов стапеля, а также установить пропорциональные и соразмерные связи, типичные для тех или иных типологических решений.

Необходимо отметить, что проектирование многофункциональных сварочных стапелей нуждается в таких стандартах, которые, отвечая общим требованиям числовых и размерных ГОСТов, учитывали бы одновременно особенности проектирования типовых компоновочных групп изделий (и конкретные нормативные документы), осуществляемых с применением принципов унификации и стандартизации. Такие стандарты, ориентированные на проектирование крупных многофункциональных стапелей, могут служить основой для разработки принципов соразмерности в проектировании оборудования и технологической оснастки сварочного производства [1, с. 155].

Действующие стандарты не всегда учитывают определенные практикой стандартизации особенности проектирования сварочных стапелей. Инженерное проектирование нуждается в разработке специализированных «промежуточных» стандартов, которые точно ориентировали бы проектные решения крупных типовых комплексов.

Исходя из закономерностей построения числовых и размерных систем, стандартов принципам нормализации и унификации, можно утверждать, что намечается закономерная связь размерных характеристик элементов сварочного стапеля с функционально-конструктивными основами организации их форм и выявляется своеобразная производственно-технологическая основа для установления соразмерности в виде параметрических рядов [2, с. 71].

В тоже время композиционное начало в соразмерности закладывается формированием структурной схемы, являющейся подвижным переходным звеном между размерными, функционально-конструктивными закономерностями организации формы и ее пропорциональным

и соразмерным строем. Разработанная на основе этой структуры пропорциональная схема позволит распространить ее на более свободные размерные характеристики сварочных приспособлений и установить соразмерность всего комплекса элементов многофункционального стапеля.

В методических целях процесс построения соразмерности представлен поэтапным описанием действий и операций, которые опираются на общие инвариантные характеристики поиска пропорциональных связей. Анализ различных видовых и типологических сварочных стапелей показывает, что числовые (размерные) и функционально-конструктивные закономерности проектируемых элементов стапеля допускают выделение некоторых инвариантных размерных соотношений и пропорциональных зависимостей, вытекающих из геометрической организации формы.

Такое построение не обязывает к поиску и нивелировке разработчиком индивидуальных особенностей соразмерности, позволяя устанавливать для различных видов сварочной оснастки и всего комплекса многофункциональных стапелей свои специфические приемы соразмерности.

Задачи соразмерности элементов многофункционального сварочного стапеля в проектировании ставятся, по существу, впервые. Этот вопрос содержит как общую постановку проблем соразмерности и стандартизации, так и ряд конкретных рекомендаций по применению принципов соразмерности на основе существующих и вновь разрабатываемых проектных стандартов.

Таким образом, особое внимание необходимо уделять построению соразмерности типовых моделей сварочного стапеля из стандартных элементов. Принципы соразмерности наиболее полно разработаны в теориях пропорциональности конца XIX – начала XX века. Известен также ряд попыток по их практическому применению в радиоэлектронной промышленности. Однако почти все теории пропорциональности ограничивались лишь общими ссылками на необходимость учета при анализе и проектировании функциональных и конструктивных требований, не раскрывая принципов и методов такого подхода. Отсюда формальный характер применения математических схем соразмерности или вообще отказ проектировщиков использовать какие-либо подобные рекомендации.

Проведенные исследования позволяют наметить общую схему достижения соразмерности типовых моделей, входящих в те или иные типологические группы.

Исходя из соответствия закономерностей числовых и размерных систем-стандартов принци-



пам нормализации и унификации, можно выявить закономерную связь размерных характеристик элементов сварочного стапеля с функционально-конструктивными принципами организации их формы.

Это достигается построением размерно-параметрических рядов, которые являются связующим звеном между применяемыми числовыми закономерностями и функционально-конструктивными особенностями проектируемых объектов. Вместе с тем такая производственно-технологическая основа в виде параметрических рядов еще не обеспечивает достижения соразмерности типовых моделей.

Между функционально-конструктивными основами организации формы стапеля и ее пропорциональным и соразмерным строем имеется своеобразное «переходное» структурное компоновочное звено, без выявления которого связь между функцией, конструкцией и формой нельзя раскрыть и понять.

Функционально-конструктивные закономерности, характерные для сварочной оснастки данного вида, могут быть зафиксированы в подвижной структурной схеме. На этом этапе структурного проектирования требуется установить такие изменения формы, которые в своих внешних проявлениях носят закономерный характер, типичный для композиционной и соразмерной организации отдельных элементов стапеля и его конструкции в целом. В итоге возникает целостная система организации формы, которая, с одной стороны, является типичной для элементов сварочного стапеля, а с другой – пропорциональной и соразмерной в соотношении частей и целого.

Учитывая перспективность применения параметрического ряда как метода проектирования инновационных стапелей для сварки крупногабаритных конструкций антенн РЛС, необходимо особо рассмотреть вопрос о разработке методов модульной координации.

Анализ подходов к разработке числовых систем, применяемых в различных видах подготовки производства, показал целесообразность таких модульных принципов, которые, отвечая требованиям ГОСТов, были бы тесно связаны с функционально-конструктивными особенностями проектируемой оснастки. Ведь в различных областях радиоэлектронной промышленности существуют свои, проверенные практикой, числовые и линейные параметры и стандарты.

Идея модульной координации может быть реализована с помощью «полиметрического модуля». Основной принцип полиметрии состоит

в том, что для каждой типовой группы элементов сварочного стапеля, в зависимости от их размерных и конструктивно-технологических характеристик, должен быть назначен свой модуль. Следуя принципу укрупнения модуля, эти элементы объединяют затем в компоновочные комплексы путем соответствующего развертывания исходного модуля в несколько взаимосвязанных размерных рядов. С одной стороны, это открывает возможность соблюдения пропорциональной соразмерности, а с другой – позволяет реализовать модульный принцип, основанный на целочисленных сочетаниях стандартных элементов проектируемой сварочной оснастки и стапеля в целом.

Таким образом, процесс достижения соразмерности при проектировании инновационных стапелей для сварки крупногабаритных конструкций антенн РЛС должен предусматривать:

- выделение размерно-параметрических рядов, закономерности построения которых характеризуют общие размерные и конструктивно-технологические особенности данной типовой группы;
- формирование стандартных элементов, входящих в эту группу, с выделением основных числовых и линейных параметров и пропорциональных взаимосвязей;
- построение крупных многофункциональных сварочных стапелей с соответствующим развертыванием размерных параметров и отношений в пропорциональные и соразмерные ряды.

Взаимная корректировка числовых и линейных параметров стапелей в сварочном производстве осуществляется с помощью системы предпочтительных чисел и нормальных линейных размеров.

С целью упорядочения и ограничения количества применяемых при конструировании размеров и чисел были разработаны нормативные документы, включающие в себя предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел, а также нормальные линейные размеры, являющиеся обязательными для всей проектируемой оснастки.

Но попытка ограничить число параметров при проектировании сама по себе не дала принципиального решения задачи. Параметры элементов стапеля, типичные для тех или иных типовых групп, внедряемых в производство, не находили отражения в нормативных документах, а использование числовых и размерных параметров, зафиксированных в ГОСТах, затрудняло работу конструкторов.

Особенно это показательно при проектировании многофункциональных сварочных стапелей.

Выбор параметров элементов стапеля и их взаимная координация осуществляются с соблюдением требований точной геометрической соизмеримости и взаимозаменяемости стандартных базовых элементов, в то время как закономерности построения рядов предпочтительных чисел и нормальных линейных размеров не всегда отвечают этим требованиям.

Более целесообразным, как показала практика, является путь упорядочения параметрических характеристик сварочного стапеля. Кроме того, применение стандартных и унифицированных элементов сварочного стапеля позволяет разрабатывать не только отдельные инновационные элементы стапеля, но и целые комплексы – конструктивно-унифицированные, полуавтоматические и автоматические линии [1, с. 320].

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что стандартизация является необходимым условием создания соразмерных элементов сварочного стапеля (рис. 4). При этом стандартные решения должны выступать как базовые элементы, с помощью которых конструктор осуществляет проектирование быстро трансформируемой, перенастраиваемой в условиях реального производства технологической оснастки.



Рис. 4. Технологическая оснастка в условиях сварочного производства

Литература

1. Ветер В.В., Белкин Г.А., Самойлов М.И. Инновационные процессы в сварке и металлургии. Липецк: Гравис, 2011.
2. Иванов В.В. Практика расчета размерных цепей в машиностроении. Киев, Машгиз, 1960.
3. Будкин Ю.В. Механизм и модели управления эффективностью инновационных процессов в сварочном производстве. М.: РУСАКИ, 2007.

Моделирование переходных процессов «угасания» характеристик электродвигателей при отключении питания

А.А. Лисов

профессор кафедры «Электроника и информатика» НИУ МАИ; Москва

Т.А. Чернова

профессор кафедры «Электроника и информатика» НИУ МАИ; Москва

М.С. Горбунов

учебный мастер кафедры «Электроника и информатика» НИУ МАИ; Москва

П.В. Кубрин

аспирант кафедры «Электроника и информатика» НИУ МАИ; Москва

Сегодня трудно назвать отрасль человеческой деятельности, где не применяют различные по размерам и мощности асинхронные электродвигатели (ЭД). Такие двигатели отличаются простотой конструкции и высокой надежностью. Их недостатками являются небольшой коэффициент мощности в диапазоне малых оборотов и ограниченная скорость вращения. Однако, несмотря на такие ограничения, использование их возрастает. Для наиболее ответственных конструкций предупреждение отказов таких двигателей остается актуальной проблемой.

Существуют различные школы расчета процессов в электрических машинах. Как правило, результативные расчеты могут проводить специалисты-электромеханики с применением сложного, громоздкого информационно-компьютерного