

Принципы установления рядов линейных размеров технологического оборудования

В.К. Федоров

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

А.В. Луценко

к.т.н., доцент кафедры «Управление инновациями» НИУ МАИ; Москва

Д.А. Рыжов

аспирант кафедры «Управление инновациями» НИУ МАИ, начальник конструкторского отдела ОКБ АО «НПО «ЛЭМЗ»; Москва

С.В. Сергеев

аспирант кафедры «Управление инновациями» НИУ МАИ, начальник СПКБ АО «НПО «ЛЭМЗ»; Москва

Характерными для разработки и производства сложного оборудования электронного машиностроения являются процесс интенсивного развития комплексной номенклатуры и резкое повышение сложности микроминиатюризации изделий электронной техники, причем если ранее эти тенденции, прежде всего, были направлены на полупроводниковые интегральные микросхемы и гибридные микросборки, то в настоящее время подавляющее большинство радиоэлектронной аппаратуры специального и бытового назначения охвачено процессом микроминиатюризации и изготавливается с применением методов поверхностного монтажа.

Размеры самих элементов монтажа также постоянно уменьшаются, увеличивается плотность их упаковки на поверхности платы. В производстве это означает, что качественный монтаж таких изделий с контролем работы невооруженным глазом становится трудноосуществимым, а в большинстве случаев и практически невозможным. Таким образом, тенденции микроминиатюризации ставят перед разработчиками оборудования электронного машиностроения новые задачи как количественного (по удельному числу элементов

на единицу площади поверхности платы), так и качественного (по сложности выполняемых работ) характера.

Казалось бы, очевидным решением данных задач является перевод производства на автоматизированную основу. В большинстве случаев такой подход вполне оправдан. Однако всегда будет существовать некая область производства, в которой технологические операции слишком сложны либо неоправданно дороги для их машинной реализации. Это, прежде всего, визуальный контроль геометрических параметров и дефектов микросхем и микросборок, совмещение слоев сложной структуры при производстве полупроводниковых ИМС высоких степеней интеграции, некоторые операции разварки выводов ИМС при установке их в корпус, а также операции ручного монтажа малых и пилотных партий изделий.

Благодаря использованию не только стандартного оборудования, но и разнообразных специальных приспособлений и технологической оснастки для макетных работ и высокой квалификации макетчиков удается в короткие сроки создавать различные виды макетов на разных стадиях и этапах разработок. За счет этого устраняется до 90% замечаний непосредственно при составлении рабочей конструкторской и технологической документации [2].

В любом случае для сокращения сроков создания оборудования электронного машиностроения необходимо вести проектирование оборудования (в том числе его компоновку) с опорой на ряды нормальных линейных размеров.

Интенсивное развитие в последнее время номенклатуры и объемов производства изделий электронной техники и микроэлектроники вызвало резкий рост потребности в оборудовании электронного машиностроения для их производства.

Машиностроительные отрасли практически уже доведены до такого состояния, что для их инновационного развития, для воссоздания кооперации и крупносерийного производства, по сути, нужны новая индустриализация, новые технологии и новые молодые квалифицированные кадры. Деиндустриализация страны, деградация промышленности (в том числе ВПК) так и не остановлены.



В результате развала кооперации машиностроительные отрасли уже не в состоянии организовать крупносерийное производство изделий машиностроения. И очень трудно войти в эту, уже достаточно сформированную структуру знаний – не ломать же парадигму и глубокие методологические разработки.

В этих условиях важнейшим подходом в проектировании становится стандартизация типовых компоновочных решений оборудования, позволяющая сократить сроки разработки оборудования за счет применения рядов линейных размеров оборудования и типовых функциональных сборочных единиц конструкций оборудования.

Создание типовых конструкций оборудования определяет возможность организации их кооперативного специализированного производства, что во многом обеспечивает повышение качества оборудования и снижение затрат на производство.

Типовые конструкции оборудования, построенные на основе рядов линейных размеров, являются, по сути, конструктивными системами, поскольку они имеют закономерные связи с функциональными устройствами. Поэтому их следует рассматривать именно как систему типовых конструкций оборудования, построенную на основе нормальных рядов линейных размеров.

Предлагаемый ряд размеров должен однозначно соответствовать ряду размеров типовых конструкций в отраслевых стандартах.

Линейные присоединительные размеры блоков оборудования, устанавливаемых в корпуса спецтехнологического оборудования, а также определяющие положения деталей и сборочных единиц, разъемов и т.д. должны быть заданы в методических указаниях на типовую конструкцию. Попытки ограничить номенклатуру внутренних размеров конструкции, связанные с компоновкой и размещением элементов, с нашей точки зрения, невозможны, да это и не нужно.

Настоящие методические материалы распространяются на специальное технологическое оборудование для производства изделий электронной техники (материалы не распространяются на вспомогательное оборудование и технологическую оснастку).

Методические материалы устанавливают основные линейные габаритные и присоединительные размеры специального технологического оборудования для производства изделий электронной техники и предназначены для руководства при проектировании этого оборудования.

Важно сформулировать общие принципы построения и применения рядов линейных размеров.

Ряд линейных размеров установлен как производный от ряда $Ra20$ (по ГОСТ 6636-69), отдельные значения которого заменены более предпочтительными размерами в соответствии с рекомендациями Госстандарта, а также на основе статистических данных о габаритных размерах специального технологического оборудования для производства изделий электронной техники.

Ряды линейных размеров соответствуют также ГОСТ 20504-81 «Система унифицированных конструкций агрегатных комплексов ГСП».

Значения ряда линейных размеров соответствуют требованиям оптимальной компоновки, требованиям эргономики и требованиям пропорционирования размеров оборудования при различных структурах построения конструкций, в том числе в соответствии с ОСТИ П0.093.000 «Общие требования технической эстетики».

По сути дела, линейные габаритные размеры оборудования определяют внешние габариты корпусов оборудования (без учета размеров устройств коммутации, выступающих кинематических узлов, устройств управления и т.п.).

Линейные присоединительные размеры в соответствии с ГОСТ 20504-81 определяют также внешние габариты конструкций блоков радиоэлектронных средств, устанавливаемых в корпуса оборудования, они же определяют положение вводов и выводов технологических трубопроводов, разъемов и т.д.

Рассмотрим основные принципы применения систем линейных размеров при проектировании специального технологического оборудования.

Основными линейными параметрами корпусов спецтехнологического оборудования являются:

- длина L ;
- высота H ;
- глубина B (рис. 1).

Размеры, ограничивающие объем, занимаемый комплектующими элементами и сборочными единицами, а также все другие производные размеры конструкций образуются из размеров, указанных в таблице прибавлением (или вычитанием) числовых величин, кратных модулю 20 мм [1].

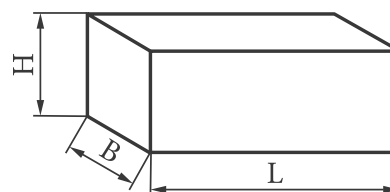


Рис. 1. Базовые параметры линейных размеров

Рассмотрим особенности применения линейных размеров в экспериментальном моделировании в процессе дизайна.

Известны работы, в которых автоматизируются относительно просто формализуемые задачи по конструированию деталей, состоящие из типовых геометрических эквивалентных форм, поиску компоновочных схем оборудования и аппаратуры, компоновке лицевых панелей и другие.

Функционально-блочный метод конструирования, преобладающий в настоящее время в проектировании спецтехнологического оборудования и аппаратуры, позволяет создавать на основе базовых конструкций оборудования и систем типовых несущих и формообразующих элементов конструкций типовые компоновочные схемы рабочих мест оборудования (рис. 2, 3). Этот принцип конструирования может быть положен и в основу машинного проектирования.

Процесс компоновки оборудования электронного машиностроения можно описать математическим аппаратом теории множеств, он носит комбинаторный характер. При этом процесс дизайнерского проектирования оборудования рассматривается как сплошная система, формирующая информационную модель объекта и состоящая из множества не явно определенных формальных объектов, элементарных преобразований и правил образования последовательностей этих преобразований.

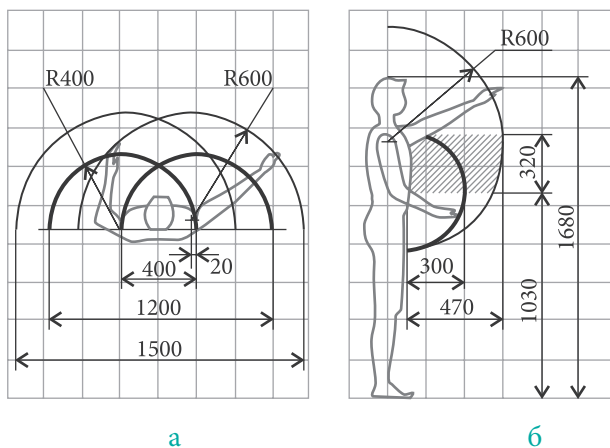


Рис. 2. Рабочие зоны человека – оператора
а – в горизонтальной плоскости;
б – в вертикальной плоскости

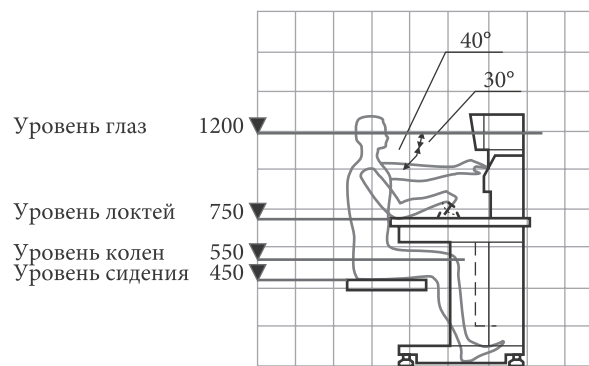


Рис. 3. Уровни расположения основных частей тела человека – оператора монтажно-сборочного оборудования

Можно рекомендовать для практического решения этих задач эвристические приемы, позволяющие использовать опыт конструирования и приемы комбинаторики при выборе вариантов решений.

Для формирования комплекса алгоритмов машинного проектирования оборудования методами дизайна были выявлены в результате проведения экспериментов эвристические моделирующие следующие главные эвристики:

- равномерность использования компоновочного объема;
- устойчивость композиции или общего объемно-пространственного решения формы;
- равновесие формы относительно пространственных осей;
- размещение основных компоновочных объемов и формообразующих плоскостей (панелей, обшивок, дверей и т.п.) с размерным модулем 20 мм и т.п.

Более узким эвристическим анализом могут быть определены другие эвристики.

Литература

1. ГОСТ 20504-81 «Система унифицированных типовых конструкций агрегатных комплексов ГСП».
2. Федоров В.К., Бендерский Г.П., Белевцев А.М., Луценко А.В. Промышленные технологии и инновации. Технология макетного производства: учеб. пособие. – М.: МАТИ, 2011. 80 с.