

М. Д. ТЯВЛОВСКИЙ
А. А. ХМЫЛЬ
В. К. СТАНИШЕВСКИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТАЛЕЙ И ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ ЭВА



М. Д. ТЯВЛОВСКИЙ,
А. А. ХМЫЛЬ,
В. К. СТАНИШЕВСКИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТАЛЕЙ И ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ ЭВА

*Допущено Министерством высшего и
среднего специального образования
БССР в качестве учебного пособия
для студентов специальности 0648
«Конструирование и производство
электронно-вычислительной аппара-
туры»*

МИНСК
«ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА»
1981

ББК 32.97я73
Т99
УДК 681.3-2.002(075.8)

Рецензенты: С. П. Митрофанов, зав. кафедрой технологии приборостроения Ленинградского института точной механики и оптики, д-р техн. наук, проф.; кафедра технологии производства РЭА Харьковского института радиоэлектроники

Тявловский М. Д. и др.

Т99 Технология деталей и периферийных устройств ЭВА:
[Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов]/М. Д. Тявлов-
ский, А. А. Хмыль, В. К. Станишевский. — Мн.: Выш. шко-
ла, 1981. — 256 с., ил.
В пер.: 75 к.

Рассматриваются теоретические основы проектирования технологических процессов ЭВА: излагаются технологические и конструкторские требования к элементам ЭВА, общие принципы построения технологических процессов, основы теории точности и надежности, моделирование, оптимизация и автоматизация проектирования, а также технология изготовления, сборки и регулировки механизмов и периферийных устройств ЭВА.

Предназначено для специальности «Конструирование и производство электронно-вычислительной аппаратуры», может быть полезным инженерно-техническим работникам, занимающимся вопросами проектирования ЭВА.

Т 30406—059 66—81 2405000000
М304(05)—81

ББК 32.97я73
6Ф7.3

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее учебное пособие написано в соответствии с программой курса «Технология деталей и периферийных устройств ЭВА» для вузов по специальности 0648 «Конструирование и производство электронно-вычислительной аппаратуры». Базовыми, основополагающими дисциплинами курса и пособия являются физические основы конструирования, технологии и микроэлектроники, материалы конструкций ЭВА и их обработка, конструирование периферийных устройств ЭВА, теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА.

Учебное пособие состоит из трех частей. В первой части изложены теоретические основы проектирования технологических процессов производства периферийных устройств (ПУ) ЭВА, приведены сведения о конструкторских и технологических требованиях к деталям ЭВА, конструкторской и технологической подготовке производства, структуре производственного и технологического процессов и их технико-экономическом анализе, Единой системе технологической подготовки производства (ЕСТПП) и Единой системе технологической документации (ЕСТД). Значительное внимание уделено вопросам теории точности и устойчивости технологических процессов, их моделированию, оптимизации и автоматизации проектирования.

Вторая часть посвящена современным методам изготовления деталей ПУ ЭВА. В ней описаны основные теоретические положения формообразования деталей и высокопроизводительные, перспективные технологические процессы производства деталей ПУ ЭВА, включая ультразвуковые, лазерные, электронно-лучевые и ионно-лучевые методы обработки.

В третьей части описаны технологические процессы изготовления некоторых запоминающих устройств и устройств ввода-вывода информации, изложены общие принципы построения процессов сборки, контроля, регулировки и испытания, а также приведены сведения по диагностике неисправностей ПУ ЭВА и описаны их логические модели.

При написании пособия авторы использовали новые отечественные и зарубежные литературные источники, что позволило отразить современные достижения в технологии деталей и периферийных устройств ЭВА. В книге также изложен материал,

который еще не нашел отражения в учебной литературе и поэтому может быть полезен для студентов других родственных специальностей.

Авторы пособия глубоко благодарны и признательны зав. кафедрой технологии приборостроения Ленинградского института точной механики и оптики лауреату Ленинской премии, заслуженному деятелю науки и техники РСФСР, д-ру техн. наук, проф. С. П. Митрофанову и коллективу кафедры технологии производства радиоэлектронной аппаратуры Харьковского института радиоэлектроники (зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. В. С. Жилков) за ценные замечания и предложения, способствовавшие улучшению пособия.

Материал книги распределился между авторами следующим образом: М. Д. Тявловским написаны введение, 7, 10, 11, 12 гл.; А. А. Хмылем — 3, 4, 5, 8, 9 гл.; В. К. Станишевским — 1, 2, 6 гл.

Все замечания и предложения по дальнейшему совершенствованию и улучшению учебного пособия просим направлять по адресу: 220048, Минск, проспект Машерова, 11, издательство «Вышэйшая школа».

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» говорится о том, что необходимо опережающими темпами развивать производство быстродействующих управляющих и вычислительных комплексов, периферийного оборудования и программных средств к ним, электронных устройств регулирования и телемеханики, исполнительных механизмов, приборов и датчиков систем комплексной автоматизации сложных технологических процессов, агрегатов, машин и оборудования. Эти указания являются основополагающими в совершенствовании технологии производства электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА) и ее периферийных устройств (ПУ).

Широкое использование ЭВА в различных отраслях народного хозяйства, в сфере научных исследований выдвигает перед промышленностью, изготавливающей эти изделия, все новые и новые требования, состоящие в необходимости расширения номенклатуры и увеличения выпуска ЭВА, повышения ее быстродействия и точностных параметров, эксплуатационной надежности и долговечности, уменьшения габаритов, массы, потребляемой мощности, снижения стоимости. Успешное выполнение этих требований в значительной степени зависит от уровня и совершенства технологии производства ЭВА, применяемых материалов, технологичности конструкций.

Анализируя развитие производства ЭВА, можно сказать, что едва ли не каждое открытие в физике, математике, электронике, кибернетике и других естественных и инженерных науках «работает» на технологию ЭВА, потому что ни одна другая отрасль народного хозяйства так быстро не аккумулирует и не реализует все достижения современных наук. Технология ЭВА во многом определяет схемные и конструктивные решения ЭВА, экономику и организацию производства, темпы его развития.

Характерной особенностью производства ЭВА является большое разнообразие применяемых материалов: черных, цветных, драгоценных металлов и сплавов, лаков, красок, пропиточных, магнитных, полупроводниковых и синтетических материалов, керамических и минеральных изоляторов и др. Эти материалы требуют применения самых различных методов обработки и, следовательно, большой номенклатуры оборудования,

приспособлений, специального инструмента и контрольно-измерительных приборов.

Другой особенностью ЭВА является использование большого количества готовых комплектующих изделий (конденсаторов, резисторов, полупроводниковых приборов, интегральных схем, реле, трансформаторов и т. д.). Поэтому выпуск нормализованных деталей в больших количествах и высокого качества является одним из основных требований технологии ЭВА.

Кроме того, изготовление ЭВА требует большой трудоемкости сборочных, монтажных и регулировочных работ. Поэтому при разработке технологических процессов изготовления ЭВА и ее элементов особое значение придается типовой технологии и применению групповых методов обработки деталей и сборки ЭВА.

Значительному ускорению технологической подготовки производства и повышению ее качества способствуют автоматизация проектирования технологических процессов, а также их моделирование и оптимизация. Правильное, научно обоснованное и быстрое решение сложных задач технологии производства ЭВА может быть достигнуто на основе всестороннего использования Государственных стандартов Единой системы технологической подготовки производства и Единой системы технологической документации.

Электронно-вычислительная аппаратура как комплекс включает в себя следующие изделия: электронно-вычислительные машины (цифровые, аналоговые), клавишные вычислительные машины, мини-ЭВМ и периферийные устройства, обеспечивающие функционирование ЭВМ, технологического оборудования с числовым программным управлением и др.

В зависимости от способа ввода исходной информации различают следующие типы периферийных устройств ЭВА: 1) ручного набора на клавиатуре пульта управления машины; 2) ручного набора при работе на пишущих, бухгалтерских или других клавишных счетных машинах, а также на телеграфных аппаратах, непосредственно связанных с ЭВМ; 3) автоматические, основанные на электромеханическом, фотоэлектрическом, пневматическом или емкостном считывании с перфокарт; 4) автоматические, основанные на электромеханическом, фотоэлектрическом, пневматическом или емкостном считывании с перфолент; 5) автоматические, основанные на электромагнитном считывании с магнитного носителя информации; 6) автоматические, обеспечивающие ввод информации с измерительных приборов и различных датчиков, соединенных линиями связи непосредственно с ЭВМ; 7) автоматические, основанные на оптическом и магнитном считывании с первичных документов и опознавании обычных и стилизованных письменных знаков; 8) автоматические, вводящие информацию в ЭВМ с челове-

ского голоса; 9) автоматические, вводящие информацию в ЭВМ по различным каналам связи.

Разработанный в настоящее время в рамках единой системы электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ) и мини-ЭВМ комплекс взаимосвязанных стандартов позволяет создать единое программное обеспечение для всех типов ЭВМ, широкий парк периферийных устройств, совместимых с любой ЭВМ системы, унифицировать устройства телеобработки и передачи данных.

Новое семейство единой системы ЭВМ «Ряд-2» и обеспечивающие их работоспособность новые периферийные устройства отличаются от системы «Ряд-1» более совершенной логической структурой, возросшей производительностью центральных процессоров (до пяти миллионов операций в секунду). Емкость накопителей на магнитном диске возросла с 7,25 до 100—200 мегабайт, в два раза повысилась скорость алфавитно-цифровой печати, значительно увеличилась плотность записи и скорость обмена для накопителей на магнитной ленте.

Средства телеобработки информации ЕС ЭВМ «Ряд-2» насчитывают более 40 наименований и включают аппаратуру передачи данных, разнообразную номенклатуру абонентских пунктов, устройства сопряжения с линиями связи. Кроме того, семейство ЭВМ «Ряд-2» характеризуется повышенной надежностью и расширенной номенклатурой периферийных устройств. Это позволяет создавать многомашинные комплексы и системы дистанционных обработок данных различного назначения и обеспечивает условия для эффективного использования ЭВА в конструкторской и технологической подготовке производства, в управлении технологическими процессами и оборудованием, в автоматизированных системах управления производством, в информационно-справочных системах различного назначения, при автоматизации обработки результатов научных исследований и во многих других сферах практической деятельности.

Решение этих сложных инженерно-технических задач возможно благодаря новым технологическим процессам, основанным на широком использовании различных электрофизических, акустических и радиационных воздействий.

Это существенно повышает требования к подготовке инженеров-технологов по производству электронно-вычислительной аппаратуры, обладающих глубокими знаниями физической сущности технологических процессов и практическими навыками в высококвалифицированной разработке любых технологических процессов, обеспечивающих качественное изготовление всех компонентов современной электронно-вычислительной аппаратуры и ее периферийных устройств.

1. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ ЭВА

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭВА

1.1. Особенности производства ЭВА и технологические требования к ее деталям и сборочным единицам

В соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД) *изделием* называется как простейшая деталь, так и сложное устройство, подлежащее изготовлению на данном предприятии.

Любое сложное изделие состоит из сборочных элементов, т. е. тех частей изделия, которые могут быть изготовлены и собраны независимо друг от друга. Каждый сборочный элемент состоит из деталей. *Деталь* — это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения каких-либо сборочных операций (валик магнитного барабана, ферритовый сердечник, пластина магнитопровода магнитной головки, ролик лентопротяжного механизма, пластмассовая втулка и т. д.). Если сборочный элемент образован двумя видами материалов, соединенными не методами механической сборки, или если форма одного материала всецело определяется конфигурацией другого материала, то такой сборочный элемент является также деталью, например пластина из биметаллического листа, покрытый эмалью провод, окрашенная, посеребренная или позолоченная деталь и т. п.

ЕСКД определяет *сборочную единицу* как изделие, составные части которого соединяются между собой сборочными операциями на одном предприятии, например устройство ввода с перфокарт, устройство подготовки перфолент, блок магнитных головок накопителя на магнитной ленте и др. В состав сложной единицы могут входить одна или несколько менее сложных сборочных единиц (магнитная головка, лентопротяжный механизм, блок пробивки перфокарт).

В соответствии с ГОСТ 2.101—68 ЕСКД все изделия делятся на *неспецифицированные* (детали) и *специфицированные* (сборочные единицы, комплексы, комплекты).

Комплекс представляет собой два или более специфицированных самостоятельных изделия, которые не соединены на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначены для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например ЭВМ и устройства ввода-вывода информации, станки с числовым программным управлением. Каждое

изделие, входящее в комплекс, выполняет строго определенные одну или несколько функций, которые в определенной совокупности и последовательности действий определяют надежную работу всего комплекса.

Комплектом называют два или более изделия вспомогательного характера, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и предназначенных для выполнения как взаимосвязанных, так и самостоятельных второстепенных эксплуатационных функций, например комплект запасных частей, инструмента, измерительной аппаратуры, принадлежностей для настройки и т. п.

Деление ЭВА на составные части имеет свою специфику и производится по следующей схеме: элемент (функциональные модули); блок; устройство. Функциональные модули в свою очередь состоят из схемных и конструктивных деталей и могут входить в разные блоки и многократно повторяться в аппаратуре. Промежуточной конструкцией между модулем и блоком являются *типовые элементы замены (ТЭЗ)*, они взаимозаменяемы и служат исходными сборочными единицами для всей аппаратуры. ТЭЗы в блоках соединяют в кассеты и панели. Панель может быть не самостоятельной деталью, а частью рамы типовой стойки, в этом случае монтаж устройства осуществляется непосредственно в стойке креплением кассет к раме. Стойки периферийных устройств являются нетиповыми.

Одной из особенностей конструкций ЭВА является использование широкой номенклатуры стандартных и нормализованных деталей, а также блоков и приборов, выпускаемых специализированными заводами.

При изготовлении ЭВА наряду с механической обработкой широко используются многие виды литья, холодной штамповки, прессования пластмасс и металлических порошков, различные виды химической, электрохимической, электроискровой, химико-термической, ультразвуковой, лазерной, элпонной и других видов обработки.

Наличие большого количества механических и электромеханических сборочных единиц и высокие требования, предъявляемые к их точности, вызывают необходимость тщательного расчета размерных цепей и обоснования применяемых в производстве принципов компенсации погрешностей изготовления. Это сокращает объем регулировочных работ и уменьшает трудоемкость сборочных операций. Большое количество деталей и сборочных единиц ЭВА требует не только размерной, но и функциональной взаимозаменяемости. Поэтому в процессе изготовления деталей при монтажных и сборочных работах приходится предусматривать многочисленные операции по контролю, испытаниям и наладке.

Условия эксплуатации ЭВА разнообразны и характеризуются в основном климатическими и механическими воздействи-

виями, которые необходимо учитывать при выборе деталей, сборочных единиц, комплектующих изделий, материалов и конструктивного оформления ЭВА; например колебания температуры приводят к изменению электрических параметров, характера посадок, ослаблению крепления, возникновению значительных механических напряжений, вызывающих деформацию деталей. С увеличением температуры ее влияние сказывается еще сильнее. Низкие температуры изменяют свойства многих материалов: теряется прочность пластмасс, загустевает смазка в подшипниках, уменьшается прочность паяных соединений. При высокой температуре перегреваются контакты, а их переходное сопротивление увеличивается, разрушаются защитные покрытия. При тепловом ударе (быстрое чередование нагрева и охлаждения) наблюдается растрескивание изделий, состоящих из материалов с различными коэффициентами линейного расширения.

Качество работы ЭВА зависит также от степени влажности воздуха: при ее повышении надежность работы отдельных элементов снижается. Проникновение влаги в печатные платы приводит к интенсивному окислению печатных проводников и уменьшению их сечения, что вызывает возрастание сопротивления.

Пыль опасна для открытых и слабо защищенных конструкций, так как, попадая в аппаратуру, она способствует развитию коррозии и ускоряет износ трущихся частей.

Нельзя оценивать конструкцию ЭВА только по степени удовлетворения ею функциональных требований, так как это исключает учет воздействия на ее сборочные элементы каких-либо иных внешних факторов, оказывающих большое влияние на эксплуатационную надежность аппаратуры. Поэтому необходима органическая связь между конструкторскими и эксплуатационными показателями, определяемыми назначением ЭВА, и технологическими требованиями, задаваемыми экономическими и производственными факторами. Основными требованиями, предъявляемыми к конструкции ЭВА, являются: 1) быстродействие; 2) высокие надежность и работоспособность (состояние готовности к использованию); 3) невысокая себестоимость; 4) небольшие габариты и малая энергоемкость.

Исходя из конструкторско-эксплуатационных требований, можно сформулировать следующие основные технологические требования, предъявляемые к конструкциям деталей и сборочных единиц ЭВА.

1. Сокращение числа деталей без усложнения их конструкции: чем меньше число деталей в аппаратуре при прочих равных условиях, тем меньше требуется затрат на подготовку производства и изготовление изделия. Простота конструкции изделия является основным технологическим и эксплуатационным требованием.

2. Соблюдение преемственности, т. е. максимальное использование в модернизируемых и новых изделиях деталей и сборочных единиц, ранее освоенных в производстве, при условии, что это не ухудшит рабочие характеристики новой ЭВА.

3. Унификация деталей и сборочных единиц, обеспечивающая расширение применяемости одних и тех же деталей и сборочных единиц в различных изделиях.

4. Сокращение количества элементов деталей (фасок, галтелей, резьб, типоразмеров отверстий и др.) на основе их нормализации, что ограничивает номенклатуру применяемых инструментов, контрольно-измерительных средств и снижает количество брака.

5. Расчленение изделия на самостоятельно собираемые, проверяемые и взаимозаменяемые сборочные единицы (блоки, модули), не требующие разборки при изготовлении ЭВА. Это позволяет сократить время общей сборки при необходимости модернизации сборочных единиц без изменения конструкции изделия в целом и обеспечивает специализацию и кооперирование производства по отдельным блокам и функциональным модулям.

6. Назначение оптимальных (без завышения) параметров точности изготовления и качества обработанной поверхности деталей в соответствии с их эксплуатационными требованиями.

7. Обеспечение взаимозаменяемости деталей, сокращающее доделочные работы (сверление отверстий, притирку рабочих поверхностей и др.).

8. Выбор рациональной геометрической формы, обеспечивающей: 1) жесткость детали, что позволяет повысить режимы резания и исключает влияние деформации на точность обработки; 2) правильный выбор конструкторских баз, позволяющий использовать их в качестве технологических, что повышает точность за счет исключения погрешности базирования; 3) доступность поверхностей для обработки и измерения, что упрощает конструкцию технологического оснащения; 4) возможность обработки и измерения с помощью нормального и стандартного режущего и измерительного инструментов.

9. Правильное построение размерных цепей и правильная постановка размеров, обеспечивающие требуемую точность изготовления.

10. Получение заготовок деталей высокопроизводительными методами (литьем под давлением, штамповкой, высадкой, прессованием пластмасс и др.), исключающими дальнейшую механическую обработку или сводящими ее к минимуму. Например, применение ударной высадки значительно повышает производительность труда, на 15—40% экономит металл и повышает прочность деталей; замена ручной доводки калибровкой в штампах уменьшает в десятки раз трудоемкость. Использование универсального и быстро перенастраиваемого технологического

оснащения позволяет в условиях единичного производства применять высокопроизводительные методы обработки.

11. Изготовление деталей из пластмасс, являющихся заменителями дефицитных и дорогостоящих металлов и одновременно уменьшающих массу изделия.

12. Правильный выбор металлов и других материалов для изготовления деталей и сокращение их сортамента и номенклатуры по наименованиям, размерам, профилю и маркам, способствующий повышению производительности труда, экономии материалов и улучшению условий снабжения.

13. Обеспечение четкой принадлежности конструкции детали к определенной классификационной группе, для которой разработан типовой технологический процесс. Это упрощает технологическую подготовку производства и создает условия для использования прогрессивного технологического оснащения.

14. Выявление возможностей проведения групповой обработки деталей.

Технологические требования к конструкциям деталей не исчерпываются вышеперечисленными факторами и в большой степени зависят от условий и средств производства, особенно от количества выпускаемых изделий, так как аппаратура одинакового назначения может иметь различную конструкцию.

Важнейшим условием выполнения технологических требований, предъявляемых к конструкции изделия, является комплексная работа конструкторов и технологов не только в процессе проектирования и изготовления опытного образца изделия, но и в процессе его серийного и массового производства.

1.2. Техническая подготовка производства. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)

Техническая подготовка производства охватывает большой комплекс работ по своевременной и качественной разработке новых конструкций ПУ, их быстрейшему освоению, проектированию технологии и оснащения, расчету прогрессивных технических нормативов расхода материала, созданию всей технической документации и запуску производства.

Техническая подготовка производства должна обеспечивать изготовление аппаратуры высокого качества на уровне лучших мировых образцов, минимальные сроки освоения новых изделий, высокую экономическую эффективность выпускаемых изделий.

Современная организация технической подготовки производства в радиопромышленности на всех ее этапах базируется на широком использовании методов стандартизации и нормализации как изделий (конструкций), так и технологических процессов их изготовления. Чем более унифицированы отдель-

ные элементы конструкций и технологические процессы, тем с меньшими трудностями и материальными затратами производится смена объектов производства, тем меньше времени затрачивается на их изготовление.

Техническая подготовка производства состоит из *конструкторской* (КПП) и *технологической* (ТПП) подготовки производства.

КПП предусматривает разработку, проектирование, изготовление и испытание опытных образцов новых изделий и подразделяется на ряд последовательных стадий.

На стадии «Техническое задание» определяются: основное назначение, технические и тактико-технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования к изделию, последовательность разработки конструкторской документации и ее состав. Техническое задание на изделие обычно разрабатывается научно-исследовательским институтом (НИИ) на основании изучения технической, патентной и научной литературы, имеющихся образцов (аналогов) этого изделия, анализа их работы при эксплуатации, а также на основании результатов расчета основных параметров.

Стадия «Техническое предложение» включает: анализ технического задания заказчика и разработку различных вариантов построения проектируемого изделия, сравнительную их оценку с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей уже имеющихся аналогов, а также анализ патентных материалов. Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного проекта.

На стадии «Эскизный проект» разрабатываются: конструкторские документы, содержащие данные об устройстве и его назначении, принципе работы, основных параметрах и габаритных размерах разрабатываемого изделия. Документам эскизного проекта присваивается литера «Э», и они являются основанием для разработки технического проекта или рабочей документации.

Стадия «Технический проект» включает разработку следующих конструкторских документов: электрических и структурных схем, чертежей сложных устройств и их габаритные, конструкторские и технические характеристики, расчеты надежности, содержащие окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия. Документам технического проекта присваивается литера «Т». Эти документы содержат все исходные данные, необходимые для разработки рабочей документации.

Стадия «Разработка рабочей документации» включает выполнение рабочих чертежей с техническими условиями, содержащими все необходимые данные для изготовления, контроля и испытания изделия: чертежи деталей и сборочных единиц,

спецификации, инструкции по настройке и регулировке и др.

На стадии «Изготовление и испытание опытного образца» производится отработка и корректировка рабочих чертежей для запуска изделия в серийное производство.

Технологическая подготовка производства (ТПП) — это совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску изделия заданного качества при установленных сроках, объеме выпуска и материальных затратах. Она обуславливает освоение серийного выпуска новых образцов изделий, повышение технического уровня и качества продукции, улучшение всех технико-экономических показателей работы предприятия.

Технологическая подготовка производства базируется и осуществляется в соответствии с правилами, установленными Государственными стандартами Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

Главная задача ЕСТПП, основанной на принципе стандартизации, заключается в обеспечении необходимой мобильности промышленности, которая при высоких производственно-технических показателях может быть оперативно переключена на выпуск требуемой номенклатуры новых изделий.

Стандарты ЕСТПП состоят из следующих классификационных групп: основные положения; правила организации и управления процессом ТПП; правила обеспечения технологичности конструкции изделий; правила разработки и применения технологических процессов и средств технологического оснащения; правила применения технических средств механизации и автоматизации инженерно-технических работ.

ЕСТПП предусматривает широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов, стандартизованных технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации не только технологических процессов, но и инженерно-технических и управленческих работ. Она включает в себя решение следующих функциональных задач: 1) обеспечение технологичности конструкции изделий; 2) разработку технологических процессов; 3) проектирование и изготовление средств технологического оснащения; 4) организацию и управление процессом ТПП.

При решении конкретных задач ТПП для специфических условий отрасли и различных типов производства предусматривается возможность на базе основных положений ЕСТПП разрабатывать отраслевые стандарты (ОСТ) и стандарты предприятия (СТП). Документацию на конкретные методы и средства ТПП разрабатывают на основе следующих документов и стандартов ЕСТПП: 1) ЕСКД — единой системы конструкторской документации; 2) ЕСТД — единой системы технологической документации; 3) Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации (в том числе чер-

тежей изделий, технологических процессов, операций и т. п.); 4) Единой системы аттестации качества продукции; 5) Государственной системы обеспечения единства измерений; 6) документации по механизации и автоматизации обработки информации, используемой при ТПП и управлении ею; 7) нормативно-технической документации на типовые и другие прогрессивные технологические процессы и методы их типизации и стандартизации, средства технологического оснащения и методы их унификации, агрегатирования и стандартизации, средства механизации и автоматизации инженерно-технических работ, методы нормирования и нормативно-справочные данные и др.

Основные этапы работ по ТПП производятся параллельно с этапами конструкторской подготовки. На стадиях разработки конструкторской документации «Техническое задание» и «Техническое предложение» технологическую документацию допускается не разрабатывать. Разработка технологической документации на стадии «Предварительный проект» производится с присвоением литеры «П» и соответствует стадиям разработки конструкторской документации «Эскизный проект» и «Технический проект». Предварительный проект содержит перечни специальных и типовых технологических процессов, технических заданий на разработку специального технологического оснащения.

На стадии разработки рабочей документации опытного образца производится проектирование технологической документации для изготовления и испытания опытного образца. По результатам его испытаний корректируется конструкторская документация и вносятся необходимые изменения в технологическую документацию, после чего ей присваивается литера «О». При изготовлении и испытании установочной серии производится корректировка технологических документов с присвоением им литеры «А».

При серийном или массовом производстве осуществляется дальнейшее уточнение конструкторских и технологических документов. Технологическим документам, окончательно отработанным и проверенным в производстве, присваивается литера «Б».

Трудоемкость ТПП в значительной степени зависит от типа и вида производства, сложности изготавливаемого изделия, его технологической характеристики и организационно-технической структуры предприятия.

В общем случае объем и содержание ТПП включает в себя: проведение всего комплекса работ по проектированию технологических процессов; конструирование и изготовление технологического оснащения (приспособлений, инструмента, нестандартного оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов); разработку технологии контроля и средств для его осуществления; установку и освоение нового

оборудования; расчет норм расхода материалов, рабочей силы, необходимых производственных площадей; проектирование внутрицехового и межцехового транспорта; разработку системы планирования производства.

В перечисленных работах участвуют научно-исследовательские институты, проектно-конструкторские организации, предприятия-смежники, большинство цехов и других подразделений завода-изготовителя нового изделия.

1.3. Технологичность конструкции и методы ее оценки

Технологичность конструкции определяется как совокупность ее свойств, проявляемых при оптимальных затратах труда, средств, материалов и времени, требуемых на необходимую техническую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт по сравнению с соответствующими показателями аналогичных конструкций того же назначения при обеспечении установленных показателей качества.

Стандартами ЕСТПП перед разработкой технологических процессов предусмотрена обязательная обработка конструкций на технологичность.

Основная задача обработки конструкции изделия на технологичность состоит в повышении производительности труда, снижении материальных затрат и сокращении времени на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия при обеспечении его высокого качества. Обработка конструкции на технологичность ведется конструкторами и технологами на всех стадиях проектирования и изготовления изделия.

Конструктор в большинстве случаев имеет возможность разработать несколько вариантов принципиальной схемы создаваемого изделия. Например, в счетно-решающих устройствах одну и ту же задачу можно решить, пользуясь механическим, электромеханическим или электрическим принципом. Основным критерием при выборе принципиальной схемы нового изделия является технологичность конструкции при равноценности всех вариантов с эксплуатационной точки зрения (по выходным параметрам). Конструкцию изделия по выбранной схеме можно сформить из нескольких простых деталей, изготавливаемых точением, холодной штамповкой, прессованием или другими методами, или в виде одной сложной детали, изготавливаемой литьем под давлением. Для обеспечения требования технологичности конструкций деталей и сборочных единиц нужно, ориентируясь на различные методы изготовления, наметить конструктивные варианты и выявить из них наиболее рациональные в технологическом отношении.

Согласно стандартам ЕСТПП, различают два вида техно-