

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)**

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Учебно-методическое пособие

по дисциплинам
«Основы технология РЭС», «Технология РЭС»,
«Технология поверхностного монтажа»,
«Технологические процессы и производства» и
«Технология ЭВС-2»

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)**

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. РЭТЭМ

_____ В.И.Туев

«_____» _____ 2012 г.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Учебно-методическое пособие

по дисциплинам

«Основы технология РЭС», «Технология РЭС»,
«Технология поверхностного монтажа»,
«Технологические процессы и производства» и
«Технология ЭВС-2»

Составитель

доцент кафедры РЭТЭМ

_____ Христюков В.Г.

«_____» _____ 2012 г.

2012

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЭС.	4
1.1 Технологические особенности РЭС	4
1.2 Основные понятия.	5
1.3 Типы производства.	7
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЭС.	10
2.1 Классификация и определение видов технологических процессов.	10
2.2 Единичные технологические процессы.	12
2.3 Типовые технологические процессы.	15
2.4 Групповые технологические процессы.	20
3. РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.	23
3.1 Основные требования к разработке технологических процессов.	23
3.2 Исходная информация для разработки технологических процессов.	25
3.3 Этапы разработки технологических процессов.	26
3.4 Применение технологических процессов.	27
ЛИТЕРАТУРА.	32

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЭС

1.1 Технологические особенности РЭС

Радиоэлектронная аппаратура (РЭА) [2,3] представляет собой совокупность элементов, объединённых в сборочные единицы и устройства, предназначенные для преобразования и обработки электромагнитных сигналов в диапазоне от инфранизких до сверхвысоких (СВЧ) частот.

Объективной тенденцией совершенствования конструкций РЭА является постоянный рост её сложности, что объясняется расширением круга решаемых задач при одновременном повышении требований к эффективности работы. Усложнение схемных и конструкторских решений, функциональных связей вместе со значительным увеличением численности элементов в РЭА создаёт большие трудности при их производстве, особенно при сборке и монтаже аппаратуры, а также наладке и регулировке. Специфические условия обеспечения высокой надёжности РЭА и заданных характеристик в условиях эксплуатации обуславливают высокие требования к качеству используемых материалов, оборудования, а также к технологическим процессам (ТП) изготовления РЭА.

Вместе с тем, производство РЭА должно быть экономически эффективно. При проектировании ТП следует предусматривать сокращение длительности и трудоёмкости этапа подготовки производства, капитальных затрат, численности сложных и трудоёмких операций, использование минимального числа единиц оборудования, максимального числа стандартных, унифицированных и типовых сборочных единиц и функциональных узлов РЭА.

В настоящее время основными направлениями развития РЭА, позволяющими решать задачи уменьшения габаритов и массы аппаратуры, повышения её надёжности и технологичности, являются микроминиатюризация аппаратуры, повышение степени интеграции и комплексный подход к разработке, конструированию и технологии производства РЭА.

Повышение степени интеграции, определяемой числом элементов, приходящихся на единицу площади подложки ИС или размещённых в одном кристалле, изменяет состав и структуру конструктивных уровней компоновки РЭА - увеличивается сложность элементной базы (модулей первого уровня), уменьшается число уровней, снижается сложность конструкции и уменьшаются габаритные размеры устройств.

Относительная трудоёмкость производства сборочных единиц РЭА может быть представлена в таком соотношении: механическая обработка - 8...15, сборка - 15...20, электрический монтаж - 40...60, наладка - 20...25% . Следовательно, основными технологическими задачами произ-

водства РЭА являются: разработка ИС на уровне ячеек и сборочных единиц РЭА с высокой степенью интеграции и совершенствование технологии их изготовления; повышение плотности компоновки навесных элементов на печатных платах (ПП) и плотности печатного монтажа; совершенствование методов электрического соединения модулей первого, второго, и третьего уровней; механизация и автоматизация сборки и электрического монтажа модулей второго, третьего и четвертого уровней; развитие автоматизированных и автоматических методов, а также средств наладки и регулировки аппаратуры сложных изделий; автоматизация операций контроля функциональных параметров; создание гибких комплексно-автоматизированных производств, функционирующих совместно с системами автоматизированного проектирования.

1.2. Основные понятия

Рассмотрим основную терминологию и понятия, относящиеся к разработке технологии изготовления и организации производства РЭА.

Изделием в производстве называется любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению. Изделием может быть деталь, сборочная единица, комплекс и комплект. Применительно к РЭА под изделием понимается как сама РЭА, так составляющие ее элементы и детали.

Деталь - изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например ось, клемма, рама и т. д.

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии - изготовителе сборочными операциями (свинчивание, сварка, пайка, склеивание), например: ячейка, ТЭЗ, разъем, блок и т. д.

Комплекс - два или более изделия, несоединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое изделие в комплексе имеет свое назначение, например: измерительный комплекс, вычислительный комплекс, и т. д.

Комплект - два или более изделия, несоединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющие набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: ремонтный комплект, комплект запасных частей и т. д. Изделие, имеющее две или более детали, соединенные разъемным или неразъемным соединением, называют узлом.

Производственный процесс представляет собой совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых для изготовления изделий РЭА. В состав производственного процесса входят все действия по изготовлению, сборке, контролю качества выпускаемых изделий; хранению и перемещению его деталей, полуфабрикатов и сборочных единиц на всех стадиях изготовления; организации снабжения и обслуживания рабочих мест, участков и цехов;

управлению всеми звеньями производства, а также комплекс мероприятий по технологической подготовке производства.

Производственный процесс делится на основной и вспомогательный. К основному производственному процессу относят процессы по изготовлению продукции; к вспомогательному - процессы складирования, транспортировки, ремонта, энерго- и водоснабжения и др.

Технологический процесс (техпроцесс) - часть производственного процесса, непосредственно связанная с последовательным изменением состояния предмета труда с превращением его в готовую продукцию. Технологические процессы строят по отдельным методам их выполнения (процессы литья, механической и термической обработки, покрытий, сборки, монтажа и контроля РЭА) и разделяют на операции.

Технологическая операция - это законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте, над одним или несколькими изделиями, одним или несколькими рабочими. Условие непрерывности операции означает выполнение предусмотренной работы без перехода к изготовлению или сборке изделия. Например, подготовка ленточных проводов к монтажу включает в себя мерную резку, удаление изоляции с определённых участков провода, нанесение покрытия на оголённые токоведущие жилы. Состав операции устанавливают не только на основе технологических соображений, но и с учётом организационной целесообразности.

Технологическая операция (ТО) является основной единицей производственного планирования и учёта. На основе операций оценивается трудоёмкость изготовления изделий, устанавливаются нормы времени и расценки, определяется требуемое количество рабочих, оборудования, приспособлений и инструментов, ведётся планирование производства и контроль качества работ.

В условиях автоматизированного производства под операцией следует понимать законченную часть ТП, выполняемую непрерывно на автоматической линии. При гибком автоматизированном производстве непрерывность выполнения операции может нарушаться, например, направлением собранного полуфабриката, электронного узла на промежуточный склад-накопитель в периоды между отдельными позициями, выполняемыми на разных технологических модулях.

Кроме технологических операций в состав ТП включают ряд необходимых для его осуществления вспомогательных операций (транспортных, контрольных, маркировочных и т. п.).

Технологические операции, в свою очередь, делят на установы, позиции, переходы, приёмы.

Установ или установка - часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки (заготовок) или собираемой сборочной единицы.

Технологический переход (переход) - законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработ-

кой или соединяемых при сборке.

Вспомогательный переход - законченная часть технологической операции, которая не сопровождается изменением формы или состояния заготовки, но необходима для выполнения технологического перехода. Например, установка заготовки, ее закрепление и т. д.

Проход - часть перехода, заключающаяся в снятии одного слоя материала с обрабатываемой поверхности.

Рабочий ход - законченная часть перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости или свойств заготовки.

Вспомогательный ход - законченная часть перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки без изменения формы, размеров, шероховатости или свойств заготовки.

Холостой ход - то же, что и вспомогательный ход для станков-автоматов.

Позиция - каждое новое положение заготовки относительно инструментов при неизменном ее закреплении в приспособлении. Например, поворотное многопозиционное приспособление.

Прием - это законченная совокупность действий человека в процессе выполнения работы или подготовки к ней, объединённых одним целевым назначением (пуск станка, выключение и т. п.).

Рабочее место - часть производственной площади, оснащенной основным технологическим и вспомогательным оборудованием и средствами, закрепленными для выполнения операции.

Такт выпуска - интервал времени, через который производится выпуск изделий. Например, 1 компьютер через 10 мин.

Ритм выпуска (производительность) - обратная величина такта - количество изделий в единицу времени.

1.3. Типы производства

В зависимости от номенклатуры, регулярности, стабильности и объёма выпуска изделий выделяют три основных типа производства продукции - единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется широтой номенклатуры и единичным или малым объёмом выпуска изделий. При этом под объёмом выпуска подразумевается количество изделий определённых наименований, типоразмера и исполнения, изготавливаемых предприятием или его подразделениями в течение планируемого интервала времени, процесс изготовления которых не повторяется или повторяется через неопределённый промежуток времени.

На предприятиях единичного производства количество выпускаемых изделий и размеры операционных партий заготовок и сборочных единиц, поступающих на рабочие места для выполнения технологических операций, исчисляются штуками и десятками штук. На рабочих местах выполняются разнообразные технологические операции, повторяющиеся нерегулярно или неповторяющиеся совсем, используется универсальное точное оборудование. Специальные инструменты и приспособления, как правило, не применяют, уровень механизации низкий. Взаимозаменяемость деталей и узлов во многих случаях отсутствует, широко распространена пригонка по месту. Все это требует высокой квалификации рабочих, т.к. от неё существенно зависит качество выпускаемой продукции. Всеми этими факторами определяется также и высокая себестоимость аппаратуры.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями. В зависимости от количества изделий в партии различают мелко-, средне- и крупносерийное производство. Выпуск партий еженедельный, ежемесячный или ежеквартальный. Объём выпуска изделий серийного типа колеблется от десятков и сотен до тысяч единиц.

Для серийного производства характерно использование универсального, специализированного и автоматизированного оборудования и оснастки, для крупносерийного производства используют специальное и автоматическое оборудование. Оборудование расставляется по технологическим группам с учётом направления основных грузопотоков цехов по предметно-замкнутым участкам. Технологическая оснастка в основном универсальная, однако, во многих случаях (особенно в крупносерийном производстве) используется специальная высокопроизводительная оснастка. Для многономенклатурного серийного производства экономически выгодно использование гибких производственных систем (ГПС), для которых используют автоматизированную систему технологической подготовки производства (АСТПП), автоматизированную систему управления технологическими процессами (АСУТП).

Средняя квалификация рабочих в серийном производстве обычно ниже, чем в единичном, т.к. наряду с рабочими высокой квалификации, работающими на сложном универсальном оборудовании, используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках, а производительность труда выше, чем при единичном производстве. В зависимости от объёма выпуска и особенностей изделий обеспечивается частичная взаимозаменяемость деталей и групповая взаимозаменяемость сборочных единиц, однако в ряде случаев на сборке применяется компенсация размеров и пригонка по месту.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объёмом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение длительного периода времени. Коэффициент закрепления операций массового производства равен 1, т.е. на каждом рабочем

месте закрепляется выполнение одной постоянно повторяющейся операции, требующей использования рабочих невысокой квалификации. При этом используется специальное высокопроизводительное оборудование, которое расставляется по ходу технологического процесса с промежуточными складами - накопителями деталей и сборочных единиц, и во многих случаях связывается конвейерами с постами промежуточного автоматического контроля. Оборудование и оснастка, как правило, специальное, дорогое и высокопроизводительное, требуемая точность достигается методами автоматического получения размеров на настроенных станках при обеспечении взаимозаменяемости обрабатываемых заготовок и собираемых узлов. Для массового производства возможно изготовление продукции на автоматических линиях, цехах и даже автоматических заводах.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЭС

В производстве элементов, сборочных единиц и устройств РЭА используется большой комплекс ТП, основанных на различных физических и химических методах обработки материалов.

Производство печатных плат (ПП) основано на химическом, аддитивном, электрохимическом и комбинированном методах изготовления. Они различаются способами получения рисунка печатного монтажа и токопроводящего слоя. Промышленное применение нашли сеткографический способ офсетной печати, а также способ фотоформирования рисунка как наиболее перспективный при повышении плотности печатного монтажа и уменьшении ширины проводников. Проводящий слой получают травлением, химическим или химико-гальваническим наращиванием. Для указанных методов применяются типовые технологические операции: механическая обработка, нанесение рисунка, травления, химическое или химико-гальваническое осаждение меди, удаление защитной маски.

Производство сборочных единиц и модулей РЭА основано на сборке и электрическом монтаже. Электромонтажные работы по получению контактных соединений выполняют различными методами: пайкой, сваркой, склеиванием, накруткой, механическим контактированием, а также электрическим монтажом (печатным, жгутовым, проводным на платах, плоскими кабелями).

Механическое контактирование модулей более высоких уровней осуществляют с помощью электрических соединителей (разъёмов). Технология их изготовления построена на типовых операциях холодной листовой штамповки, переработки пластмасс, механической и химической обработки.

Создание гибридных тонкоплёночных ИС основано на ТП термического и вакуумного напыления и распыления материалов с помощью ионной бомбардировки. Производство толстоплёночных ИС основано на нанесении элементов способом сеткографической печати, т.е. путём продавливания смеси мелкодисперсных порошков соответствующих материалов (резистивных, диэлектрических, проводящих) через сетчатый трафарет с последующей сушкой, вжиганием и подгонкой толстоплёночных элементов.

2.1. Классификация и определение видов технологических процессов

Технологические процессы в зависимости от подробности их разработки классифицируют на следующие виды:

- маршрутный;

- операционный;
- маршрутно-операционный.

Маршрутный процесс определяет порядок (маршрут) следования операций, их вид и наименование, оборудование и оснастку для выполнения операций, трудоемкость выполнения операций и квалификацию работников. Для мелкосерийного производства достаточна разработка маршрутной технологии. При этом все параметры разработки заносятся в маршрутные карты.

Для средне- и крупносерийного, а также массового производств после маршрутной технологии следует разработка операционной технологии, при этом каждая операция разрабатывается подробно, устанавливаются оборудование и оснастка, выбираются или рассчитываются технологические режимы. Операция дробится на технологические переходы, вычерчивается эскиз операции с установочными базами и настроечными размерами. Рассчитывается операционное время и устанавливается норма штучного времени. Данные разработки заносятся в операционные карты.

Маршрутно-операционная технология применяется, когда на отдельные наиболее сложные операции маршрутной технологии разрабатывается операционная технология.

Исходными данными для разработки технологических процессов являются:

- конструкторская документация на изделие (сборочные чертежи, рабочие чертежи, электрические схемы, монтажные схемы);
- технические требования на изделие, где указываются дополнительные требования к изделию, например, маркировка, виды контроля и испытаний;
- спецификация на входящие в изделие компоненты;
- объем выпуска продукции;
- сроки выпуска (еженедельно, ежемесячно, ежеквартально);
- наличие технологического оборудования, оснастки;
- справочная, нормативная литература, программы.

Технологические процессы в зависимости от типизации, наличия оборудования и объема выпуска изделий классифицируют на основные виды по следующим признакам:

- *форма организации технологического процесса*, определяемая числом охватываемых предметов производства или их конструктивных элементов;
- *освоенность технологического процесса* того или иного вида, определяемого формой его организации, в конкретных производственных условиях.

В зависимости от формы организации технологического процесса различают три его вида:

- единичный (ТП только на данное изделие, как правило, массовое производство);

- типовой(на конструктивно подобные изделия, например, на изготовление печатных плат);
- групповой (на технологически подобные изделия для мелкосерийного, многоменклатурного производства).

Определение указанных видов технологических процессов - по ГОСТ 3.1109-82.

В зависимости от освоенности производством различают два вида технологического процесса: рабочий и перспективный.

Рабочим технологическим процессом называется процесс изготовления одного или нескольких изделий в соответствии с требованиями принятой для данных условий производства рабочей технологической документации.

Перспективным технологическим процессом называется технологический процесс, разрабатываемый как информационная основа для проектирования рабочих технологических процессов при техническом и организационном перевооружении производства, предусматривающем применение более совершенных методов обработки, более производительных и экономически эффективных средств технологического оснащения и изменение принципов организации производства. Для этого он должен базироваться на таких прогнозируемых достижениях науки и техники, которые способны обеспечить существенное повышение уровня технологии производства и на этой основе выпуск продукции, соответствующей по количеству и качеству возросшим потребностям народного хозяйства.

Общая классификация технологических процессов приведена на рис. 1.

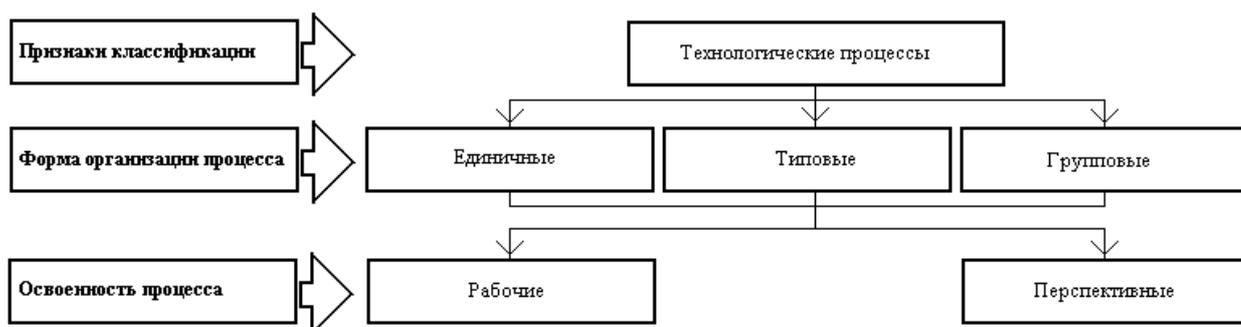


Рисунок 1 - Принципиальная схема классификации технологических процессов

2.2. Единичные технологические процессы

Единичный технологический процесс разрабатывают только на уровне предприятия и применяют для изготовления или ремонта одного конкретного предмета производства.

Разработка рабочих технологических процессов осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1001-74.

Единичный технологический процесс разрабатывают на основе имеющихся типового и группового технологических процессов изготовления изделий, относящихся к определенной классификационной группе, или единичного технологического процесса изготовления аналогичного изделия.

При определении степени детализации содержания документации единичного рабочего технологического процесса следует исходить из того, что рабочий технологический процесс должен обеспечивать возможность изготовления предмета производства в полном соответствии с рабочей конструкторской документацией на изделие.

Рабочий технологический процесс должен обеспечивать:

- реализацию значений базовых показателей технологичности конструкций изготавливаемого изделия;
- соблюдение правил техники безопасности и промышленной санитарии, изложенных в системе стандартов безопасности труда (ССБТ), стандартах на типовые технологические процессы, инструкциях и других нормативных документах по технике безопасности и промышленной санитарии.

Единичный перспективный технологический процесс разрабатывают на конкретное изделие серийного или массового производства, если технически и экономически целесообразно внедрить содержащиеся в этом процессе решения не с момента запуска изделия в производство, а лишь с определенной серии изделия или этапа производства после проведения запланированного на перспективу комплекса мероприятий (по реконструкции, переоснащению производства и т.п.).

Таблица 1- Основные задачи, решаемые на этапах разработки ЕТП

№ пп	Этапы разработки технологических процессов	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы и данные, необходимые для решения задач
1	2	3	4
1	Анализ исходных данных для разработки технологического процесса	Предварительное ознакомление с назначением и конструкцией предмета труда, с требованиями к изготовлению эксплуатации Составление перечня дополнительной справочной информации, необходимой для разработки технологического процесса, и ее выбор	Сведения о программе выпуска изделия Конструкторская документация на изделие Архив производственно-технической документации

2	Выбор действующего типового, группового технологического процесса или поиск аналога единичного процесса	Формирование технологического кода изделия по технологическому классификатору. Отнесение обрабатываемого изделия к соответствующей классификационной группе на основе технологического кода (*). Отнесение обрабатываемого изделия по его технологическому коду к действующему типовому, групповому или единичному технологическому процессу	Конструкторская документация на изделие. Технологический классификатор изделий. Документация на типовые, групповые и единичные технологические процессы для данной группы изделий
3	Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	Определение вида исходной заготовки (или уточнение заготовки), установленной типовым технологическим процессом. Выбор метода изготовления исходной заготовки. Технико-экономическое обоснование выбора заготовки.	Документация на типовой или групповой технологический процесс. Классификатор заготовок. Методика расчета и технико-экономической оценки выбора заготовок. Стандарты и технические условия на заготовки и основной материал.
4	Выбор технологических баз	Выбор поверхности базирования или базовых составных частей изделия. Оценка точности и надежности базирования по производительности технологического процесса.	Классификатор способов базирования. Методика выбора технологических баз.
5	Составление технологического маршрута	Определение последовательности технологических операций (или уточнение последовательности операций по типовому или групповому технологическому процессу). Определение состава средств технологического оснащения.	Документация типового, группового и единичного технологического процесса
6	Разработка технологических операций	Разработка (или уточнение) последовательности переходов в операции. Выбор средств технологического оснащения (СТО) операции (или уточнение их). Определение потребности СТО, заказ новых СТО, в том числе средств контроля и испытаний с учетом метрологического обеспечения и требований ГСИ. Выбор средств механизации и автоматизации элементов процесса и внутрицеховых средств транспортирования. Назначение и расчет режимов обработки.	Документация типовых, групповых или единичных технологических операций. Классификатор технологических операций. Стандарты по выбору средств технологического оснащения РД 50-197-80 РД 50-198-80. Каталоги (альбомы и картотеки) на СТО. Материалы по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков и пр.).

7	Нормирование технологического процесса	Установление исходных данных необходимых для расчетов норм, времени и расхода материалов. Расчет и нормирование затрат труда на выполнение процесса. Расчет норм расхода материалов, необходимых для реализации процесса. Определение разряда работ и обоснование профессий исполнителей для выполнения операций в зависимости от сложности этих работ	Нормативы времени и расхода материала. Методика разработки норм времени. Классификатор разряда работ и профессий. Дифференцированные нормативы времени (для установления расчетных и других уточненных норм).
8	Определение требований безопасности труда	Разработка или подбор имеющихся требований техники безопасности и производственной санитарии к условиям производства (шуму вибрации, радиации, загазованности, опасным и вредным веществам в воздухе рабочей зоны и т.п.). Разработка требований, выбор методов и средств обеспечения устойчивости экологической среды.	Стандарты ССБТ. Инструкции по технике безопасности и производственной санитарии
9	Расчет экономической эффективности технологического процесса	Выбор оптимального варианта технологического процесса	Методика расчета экономической эффективности процессов
10	Оформление технологических процессов	Нормоконтроль технологической документации. Согласование документации технологических процессов со всеми заинтересованными службами и ее утверждение	Стандарты ЕСТД

(*) При отсутствии соответствующей классификационной группы технологический процесс разрабатывается как единичный.

2.3. Типовые технологические процессы

Научное обоснование принципов типизации технологических процессов было дано проф. А. П. Соколовским в конце 30-х годов. Все виды работ по типизации технологических процессов могут быть разделены на два основных этапа:

- классификация объектов производства;
- проектирование технологических процессов для каждой классификационной группы с комплексным решением всех задач, возникающих при этом.

Классификация деталей данного завода (цеха, объединения) с целью типизации процессов их обработки начинается с выделения наиболее крупных классификационных еди-

ниц — классов. В один класс попадают детали, имеющие сходные конструктивные и технологические характеристики, например валы и оси, втулки, корпусные детали, резьбовые детали, щиты и фланцы, детали зубчатых зацеплений и т. д.

Разбивая детали внутри каждого класса на группы и подгруппы, получают все большее сближение параметров технологических процессов. Разбивку доводят до типа.

Тип объединяет совокупность деталей, имеющих одинаковый план (маршрут) операций, осуществляемый на однородном оборудовании с применением однотипных инструментов и приспособлений, т. е. детали одинаковой конфигурации, но с различными размерами. Материалы, из которых изготавливаются эти детали, также могут быть различными.

Работа по классификации деталей сочетается с унификацией и нормализацией их конструкции. Это дает возможность укрупнить партии (серии) деталей, применить при их изготовлении более прогрессивную технологию, сократить номенклатуру режущих и измерительных инструментов.

Для унифицированных в пределах типа деталей разрабатывается общий типовой процесс, который в производственных условиях используется как рабочий. При меньшей степени унификации разрабатывается типовой технологический процесс, не включающий в себя всех сведений, необходимых для использования в цеховых условиях. Этот процесс служит информационной основой для разработки рабочих технологических процессов на отдельные детали данного типа.

Типизация технологических процессов не ограничивается только областью изготовления деталей. Ее принципы используются и при проектировании процессов сборки, регулировки, контроля и испытаний. Весьма распространены типовые процессы, не связанные с конструктивными характеристиками деталей или сборочных единиц, такие, как процессы нанесения покрытий, пропитки или заливки обмоток, испытаний определенных приборов.

Типизация способствует уменьшению неоправданного разнообразия технологических процессов и оснастки, внедрению новых прогрессивных методов обработки, сокращению сроков и удешевлению подготовки производства, более широкому применению средств механизации и автоматизации. Она также дает возможность организовать производство деталей (или сборочных единиц) отдельных классов на предметно замкнутых участках и поточных линиях. Вместе с тем по мере совершенствования технологии производства приборов типовые процессы должны подвергаться периодической корректировке.

Типовой технологический процесс должен быть рациональным в конкретных производственных условиях, характеризоваться единством содержания и последовательности большинства технологических операций для группы изделий, обладающих общими кон-

структивными признаками. Разрабатывают его на основе анализа множества действующих и возможных технологических процессов на типовые представители групп изделий.

Типизация технологических процессов базируется на классификации объектов производства, должна обеспечивать устранение многообразия технологических процессов обоснованным сведением их к ограниченному числу типов и служить базой для разработки стандартов на типовые технологические процессы.

Классификация объектов производства заключается в разделении их по признакам, содержащимся в конструкторской документации, на отдельные группировки, для которых возможна разработка общих технологических процессов или операций.

Типизация технологических процессов осуществляется на уровнях предприятия или отрасли.

На отраслевом уровне выполняется разработка типовых технологических процессов соответственно межотраслевого и внутриотраслевого применения.

На уровне предприятия производится разработка и применение типовых технологических процессов для перспективной номенклатуры однотипных объектов производства.

Разработка типовых технологических процессов на каждом уровне базируется на внедрении научно-технических достижений и передового опыта промышленности в области технологии приборостроения и рациональном использовании материальных и трудовых ресурсов производства с учетом конкретных производственных условий.

Типовой перспективный технологический процесс разрабатывают на группу изделий, обладающих общими показателями функционального назначения (например, на совокупность моделей, образующих вид изделия, и т.п.) или общими технологическими признаками (например, общность метода обработки, единство средств технологического оснащения и т.д.), если технически и экономически целесообразно внедрить этот процесс лишь с определенной модели или этапа производства изделий после необходимого технического и организационного перевооружения производства.

Развитием принципов типизации является групповая технология. Она заключается в совместном изготовлении групп изделий различной конфигурации на специализированных рабочих местах. Групповой технологический процесс является разновидностью типового.

Таблица 2 - Основные задачи, решаемые на этапах разработки ТТП

№ пп	Этапы разработки технологических процессов	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы и данные, необходимые для решения задач
1	2	3	4
1	Классификация объектов производства	Создание групп объектов производства, обладающих общностью конструктивно- технологических характеристик. Выбор типовых представителей групп объектов производства.	Методика классификации. Классификаторы объектов производства
2	Количественная оценка групп объектов производства	Определение типа производства для каждого типового представителя групп объектов производства (единичное, серийное и массовое)	Спецификации конструкторских документов. Плановые задания.
3	Анализ конструкций типовых представителей объектов производства по чертежам и техническим условиям, программ выпуска и типа производства	Разработка основных маршрутов изготовления объектов производства, включая заготовительные процессы.	Рабочие чертежи и технические условия на объекты производства. Действующие типовые технологические процессы для данного класса деталей.
4	Выбор заготовки и методов ее изготовления	Определение вида исходной заготовки. Выбор метода изготовления исходной заготовки. Технико-экономическая оценка выбора заготовки.	Основные маршруты изготовления объектов производства. Классификатор заготовок. Методика технико-экономической оценки выбора заготовки
5	Выбор технологических баз.	Выбор поверхностей базирования. Оценка точности и надежности базирования.	Классификатор способов базирования. Методика выбора технологических баз.
6	Выбор вида обработки (литье, обработка давлением, механическая обработка резанием и др.)	Выбор вида обработки. Оценка точностных характеристик видов и качества поверхностей. Выбор метода обработки.	Классификаторы изделий и операций. Методика оценки точности и качества поверхностей деталей.
7	Составление технологического маршрута обработки	Определение последовательности операций. Определение групп оборудования по операциям.	Классификаторы технологического оборудования.

8	Разработка технологических операций	<p>Рациональное построение технологических операций.</p> <p>Выбор структуры операции.</p> <p>Установление рациональной последовательности переходов в операции.</p> <p>Выбор оборудования, обеспечивающего оптимальную производительность при условии достижения требуемого качества.</p> <p>Расчет загрузки технологического оборудования.</p> <p>Выбор конструкции оснастки.</p> <p>Установление принадлежности выбранной конструкции к стандартным системам оснастки.</p> <p>Установление исходных данных, необходимых для расчетов, расчет припусков на обработку и межоперационных припусков.</p> <p>Установление исходных данных, необходимых для расчетов оптимальных режимов обработки, и их расчет.</p> <p>Установление исходных данных, необходимых для расчетов норм времени, и их расчет.</p> <p>Определение разряда работ и обоснование профессий исполнителей для выполнения операций в зависимости от сложности этих работ.</p>	<p>Общая структурная схема, формулы и модели развития технологических операций.</p> <p>Методика установления рациональной последовательности переходов.</p> <p>Стандарты на технологическое оборудование.</p> <p>Классификаторы технологического оборудования.</p> <p>Таблицы технологических компоновок станков для различных методов обработки поверхностей деталей.</p> <p>РД 50-54-11.</p> <p>Стандарты на технологическую оснастку.</p> <p>Классификаторы технологической.</p> <p>Оснастки.</p> <p>Методики и стандарты по расчету режимов обработки.</p> <p>Методики разработки норм времени.</p> <p>Классификаторы разрядов работ и профессий</p>
9	Расчет точности, производительности и экономической эффективности вариантов типовых технологических процессов.	Выбор оптимального варианта	<p>Методика расчета экономической эффективности.</p> <p>Методика расчета точности</p>
10	Оформление типовых технологических процессов	Согласование типовых технологических процессов со всеми заинтересованными службами и утверждение их	Стандарты ЕСТД

2.4. Групповые технологические процессы

Групповые методы разработаны и научно обоснованы проф. С. П. Митрофановым, чтобы использовать в единичном и мелкосерийном производстве высокопроизводительные технологические процессы, характерные для крупносерийного производства.

В основу классификации изделий при разработке групповых процессов положен принцип выявления классов деталей (сборочных единиц), обрабатываемых (собираемых) на однотипном оборудовании. В пределах каждого класса изделия разбиваются на группы, при обработке (сборке) которых требуется не только один и тот же тип оборудования, но и единая технологическая оснастка, и общая настройка станка. При этом основной классификационной единицей является группа.

Обязательным этапом, предшествующим разработке групповых процессов, является группирование предметов производства по технологическому подобию с учетом основных факторов организации производства.

Группирование предметов производства следует осуществлять на основе их классификации и результатов комплексного анализа:

- состава и программ выпуска изделий;
- существующей структуры производственных подразделений;
- технико-экономических показателей производства.

Групповой технологический процесс охватывает комплексы групповых технологических операций, выполняемых на специализированных рабочих местах в последовательности технологического маршрута изготовления определенной группы изделий.

Групповую технологическую операцию следует разрабатывать для выполнения технологически однородных работ при изготовлении группы изделий на специализированном рабочем месте при условии возможности подналадки средств технологического оснащения. Ее можно создавать и применять как составную часть группового технологического процесса и отдельную групповую операцию.

При разработке групповой технологической операции предусматривают достаточную величину суммарной трудоемкости технологически однородных работ для обеспечения непрерывной загрузки средств технологического оснащения без их полной переналадки в течение экономически целесообразного периода. Допускается только частичная подналадка средств технологического оснащения.

Групповые технологические операции осуществляют с учетом специализации рабочих мест путем:

- применения высокопроизводительных специализированных средств технологического оснащения взамен универсальных;
- применения высокопроизводительных универсально-перенастраиваемых средств технологического оснащения;
- целевой модернизации оборудования;
- целевой наладки оборудования.

Основой разработки группового технологического процесса и выбора общих средств технологического оснащения для совместной обработки группы изделий служит комплексное изделие.

При разработке комплексного изделия следует учитывать, что его конструкция должна содержать основные подлежащие обработке элементы всех изделий группы.

Комплексное изделие может быть:

- одним из изделий группы;
- реально существующим, но отсутствующим в группе;
- искусственно созданным (условным).

При значительном разнообразии конструкций сочетающихся поверхностей деталей, затрудняющих искусственное создание комплексного изделия, его заменяют двумя или несколькими характерными деталями группы.

Групповые технологические процессы и операции разрабатывают для всех типов производства только на уровне предприятия.

Групповой перспективный технологический процесс разрабатывают в случаях, когда для экономически обоснованного повышения уровня использования метода групповой обработки на предприятии требуется провести большой комплекс подготовительных мероприятий по переоснащению действующего производства.

Таблица 3 - Основные задачи, решаемые на этапах разработки ГПП

№ пп	Этапы разработки технологических процессов	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы и данные, необходимые для решения задач
1	2	3	4
1	Анализ исходных данных для разработки технологического процесса	Предварительное ознакомление с назначением и конструкцией предметов производства, с требованиями к их изготовлению и эксплуатации	Задание на разработку групповых технологических процессов, содержащее сведения о программе выпуска изделий. Конструкторская документация на анализируемые изделия

2	Группирование изделий	<p>Анализ действующих единичных, типовых и групповых технологических процессов изготовления предметов производства.</p> <p>Создание укрупненных групп предметов производства, обладающих общностью технологических характеристик (на основе общности их обработки).</p> <p>Разработка или выбор комплексного изделия для каждой группы.</p> <p>Разработка предложений по унификации изделий и их элементов</p>	<p>Документация единичных, типовых и групповых технологических процессов, действующих на предприятии.</p> <p>Рабочие чертежи и технические условия на предметы производства.</p> <p>Классификаторы предметов производства.</p> <p>Руководящие технические, методические и справочные материалы по группированию изделий</p>
3	Количественная оценка групп предметов производства	<p>Определение типа производства для каждого комплексного изделия (единичное, серийное, массовое).</p> <p>Определение ориентировочной трудоемкости изготовления каждой группы предметов производства.</p>	<p>Спецификации конструкторских документов.</p> <p>Плановые задания.</p> <p>Ведомости трудоемкости изготовления изделия.</p>
4	Разработка маршрута группового технологического процесса	<p>Разработка маршрута изготовления комплексного изделия.</p> <p>Определение количества и последовательности групповых технологических операций процесса.</p>	<p>Чертеж комплексного изделия.</p> <p>Рабочие чертежи и технические условия на изделия, входящие в группу.</p> <p>Документация действующих единичных, типовых и групповых технологических процессов.</p> <p>Документация перспективных технологических процессов.</p>

3. РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

3.1. Основные требования к разработке технологических процессов

Технологический процесс разрабатывается для изготовления нового или модернизируемого изделия и совершенствования действующего технологического процесса в соответствии с достижениями науки и техники.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным и обеспечивать повышение производительности труда и качества изделий, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду.

Прогрессивность технологического процесса оценивается по показателям, установленным системой аттестации технологических процессов в отрасли и на предприятии.

Технологический процесс должен соответствовать требованиям техники безопасности и промышленной санитарии, изложенным в системе стандартов безопасности труда (ССБТ), стандартах на типовые и групповые технологические процессы, инструкциях и других нормативных документах по технике безопасности и промышленной санитарии.

Документы на технологические процессы всех видов следует оформлять в соответствии с требованиями стандартов Единой системы технологической документации (ЕСТД).

Разработка рабочих технологических процессов проводится для изготовления или ремонта изделий, конструкции которых отработаны на технологичность.

Технологический процесс должен обеспечивать реализацию значений базовых показателей технологичности конструкций изготавливаемого или ремонтируемого изделия.

Единичный технологический процесс разрабатывают на основе имеющегося типового или группового технологического процесса.

При отсутствии типового или группового технологического процесса изготовления изделия, относящегося к определенной классификационной группе, технологический процесс создается на основе использования ранее принятых прогрессивных решений, содержащихся в действующих единичных технологических процессах изготовления аналогичных изделий.

Объекты производства, на которые разрабатывают перспективные технологические процессы, и стадии разработки конструкторской документации, после завершения которых целесообразно разрабатывать перспективный технологический процесс, устанавливают с учетом специфики разрабатываемого изделия (например, конструкция изделия требует применения новых физических способов воздействия, новых требований к мате-

риалам и т.п.) и наличия исходной информации, достаточной для разработки этого процесса в заданные сроки.

При организации производства нового изделия перспективные технологические процессы разрабатывают после завершения стадий эскизного или технического проектов разработки конструкторской документации на изделие. В технически обоснованных случаях их разрабатывают после завершения стадии разработки рабочей документации опытного образца (партии).

Принципиальная схема взаимосвязи разработки перспективного технологического процесса со стадиями разработки изделия приведена на рис. 2.

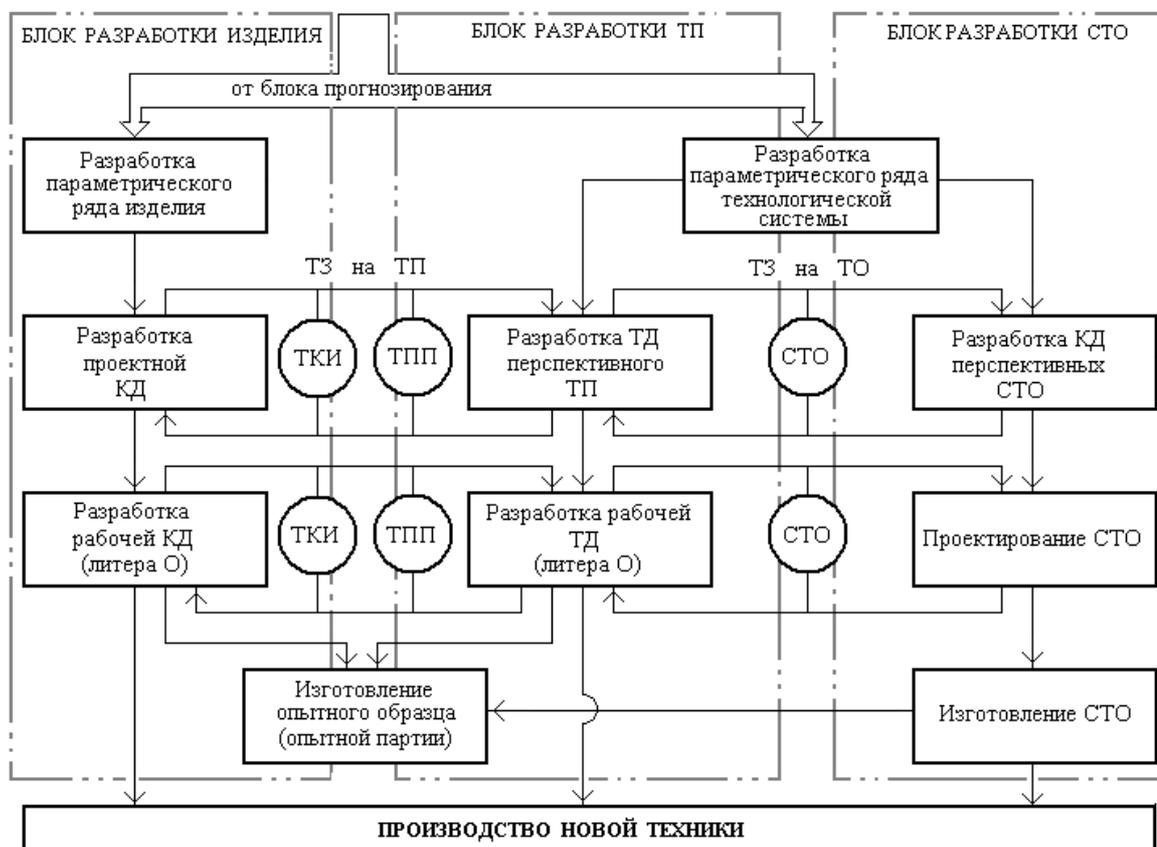


Рисунок 2 - Принципиальная схема взаимосвязи разработки перспективного технологического процесса с другими техническими разработками

ТКИ - технологичность конструкции изделия; ТПП - типовой технологический процесс; СТО - стандартное технологическое оснащение.

Разработка перспективных технологических процессов должна быть основана на результатах проведения научно-исследовательских, опытно-технологических, опытно-конструкторских работ, прогнозирования новых методов обработки, разработки и исследования перспективных технологических возможностей предприятий, анализа опыта при-

менения новых методов и средств технологического оснащения другими предприятиями промышленности.

Показатели и методы оценки технико-экономической эффективности рабочих и перспективных технологических процессов выбирают по отраслевым методикам оценки технического уровня технологических процессов и организационно-технического уровня производства.

3.2. Исходная информация для разработки технологических процессов

Исходную информацию для разработки технологических процессов подразделяют на базовую, руководящую и справочную.

Базовая информация включает данные, содержащиеся в конструкторской документации на изделие, и программу выпуска этого изделия.

Руководящая информация включает данные, содержащиеся в следующих документах:

- стандартах и руководящих материалах, устанавливающих требования к технологическим процессам и методам управления ими, а также стандартах на оборудование и оснастку;
- программах и планах повышения технического уровня производства и совершенствования его организации;
- документации на перспективные технологические процессы;
- документации на действующие единичные, типовые и групповые технологические процессы;
- классификаторах технико-экономической информации;
- производственных инструкциях;
- материалах по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков, норм расхода материалов и др.);
- документации по технике безопасности и промышленной санитарии.

Справочная информация включает данные, содержащиеся в следующих документах:

- технологической документации опытного производства;
- описаниях прогрессивных методов обработки;
- каталогах, паспортах, справочниках, альбомах компоновок прогрессивных средств технологического оснащения;
- методических материалах по типовым методам расчета производительности, точности и стабильности технологических процессов;

- планировках производственных участков;
- методических материалах по управлению технологическими процессами.

3.3. Этапы разработки технологических процессов

В общем случае разработка единичных, групповых и типовых технологических процессов (ЕТП, ГТП, ТТП) состоит из этапов, приведенных в табл. 1.

Таблица 4

Этап проектирования технологического процесса	Применяемость этапа при проектировании		
	ЕТП	ГТП	ТТП
Анализ исходных данных для разработки технологического процесса	+	+	+
Классификация и группирование объектов производства	+	+	+
Количественная оценка групп объектов производства		+	+
Анализ типовых представителей объектов производства			+
Выбор действующего типового или группового технологического процесса	+		
Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	+	+	+
Выбор технологических баз	+		+
Выбор вида обработки	+		+
Составление технологического маршрута	+	+	+
Разработка технологических операций	+	+	+
Расчет точности, производительности и технико-экономической эффективности вариантов технологического процесса	+	+	+
Нормирование технологического процесса	+	+	
Разработка технических мероприятий по реализации технологического процесса		+	
Оформление документации на технологический процесс	+	+	+

Необходимость каждого этапа, состав задач и последовательность их решения определяются в зависимости от видов и типа производства и готовности предприятия к освоению технологического процесса.

Основные задачи, решаемые на каждом этапе разработки технологических процессов, основные документы, обеспечивающие решение этих задач, приведены в Приложении 1 (единичные, групповые и типовые технологические процессы) и Приложении 2 (перспективные технологические процессы).

3.4. Применение технологических процессов

Единичный технологический процесс применяется для изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства. Документацию на единичный технологический процесс выполняют, как правило, в виде рабочей технологической документации на изготовление этого изделия.

Групповой технологический процесс применяется для совместного изготовления группы изделий различной конфигурации, но с общими технологическими признаками в конкретных производственных условиях на специализированных рабочих местах. Документацию на данный процесс выполняют в виде рабочей технологической документации при наличии необходимой информации для изготовления конкретной группы изделий.

НТД на типовые технологические процессы в зависимости от конкретных задач технологической подготовки производства применяются в качестве:

- рабочей документации для изготовления изделий;
- информационной основы при разработке рабочих технологических процессов;
- исходной базы при разработке стандартов на типовые технологические процессы;
- исходной базы при формировании информационных фондов отрасли и предприятия.

Принципиальная схема технологического проектирования, основанного на использовании разработанного массива технологических процессов, изображена на рис. 3. В табл. 2 приведены возможные варианты последовательности выполнения процедур проектирования рабочего технологического процесса (РТП).

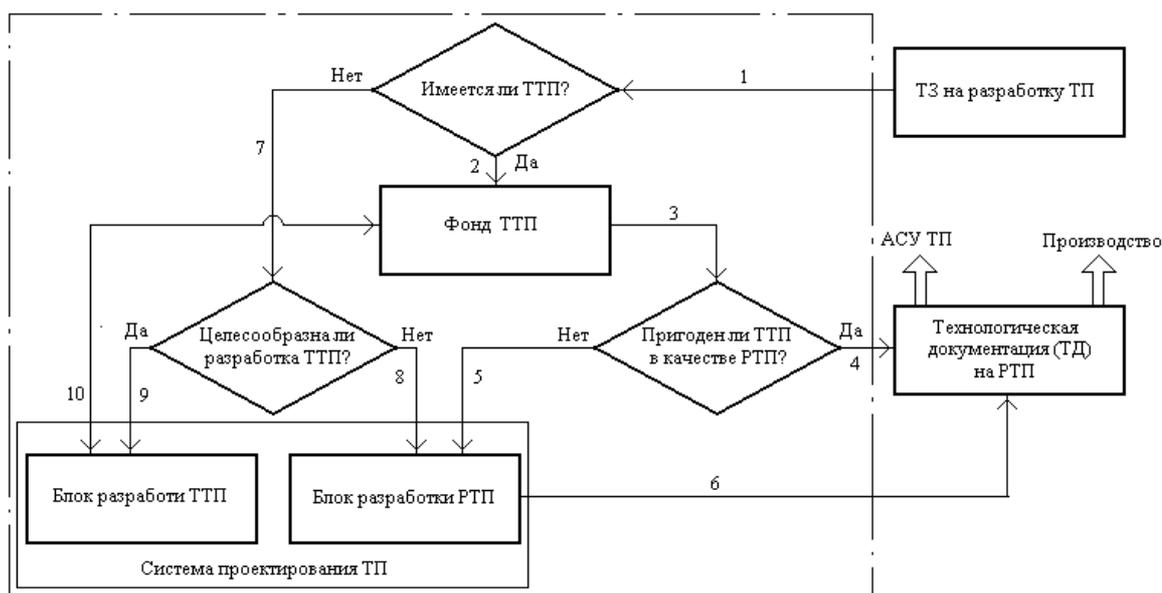


Рисунок 3 - Принципиальная блок-схема проектирования технологических процессов на основе типовых решений

Таблица 5 - Варианты выполнения процедур проектирования рабочего технологического процесса (РТП) в соответствии с принципиальной блок-схемой проектирования технологических процессов на основе типовых решений (рис 3.)

Схема процесса технологического проектирования	Особенности разработки РТП
1-7-8-6	Разработка процесса осуществляется в последовательности, принятой для проектирования оригинальных технологических процессов в связи с отсутствием или нецелесообразностью применения типовых технологических решений
1-2-3-4	Экономически наиболее благоприятный вариант, поскольку исключает необходимость разработки нового исполнения технологической системы и позволяет полностью использовать имеющиеся средства технологического оснащения
1-2-3-5-6	Разработка процесса значительно проще, чем при проектировании оригинального технологического процесса, благодаря высокому уровню преемственности технологических решений
1-7-9-10-3-4	Разработка трудоемка на первом этапе технологического проектирования, однако первоначальное увеличение объема работ и трудоемкости их выполнения оправданы, если на следующих этапах развития технологии и смены объектов производства можно существенно упростить и сократить цикл технологического проектирования и более эффективно использовать технические средства производства

Примером проектирования технологических процессов на основе типовых решений по экономически наиболее благоприятной схеме (1-2-3-4), может служить процесс разработки РТП изготовления печатных плат комбинированным позитивным методом. В качестве информационной базы для разработки РТП взят типовой технологический процесс изготовления печатных плат комбинированным позитивным методом по ОСТ4.054.060-84 (см рис.4 и 5)

При организации технологического проектирования на основе типовой технологии следует учитывать, что типовая форма технологического процесса должна сочетаться с его прогрессивным содержанием, т.е. перспективными технологическими решениями. В этом случае создаются благоприятные условия для значительного сокращения сроков освоения технологических нововведений и их широкого распространения в промышленности.

Перспективные технологические процессы применяются при:

- конструкторской подготовке производства - для обеспечения заданных показателей качества изделия, в том числе технологичности его конструкции;
- технологической подготовке действующего производства как основы для разработки рабочих процессов в случаях:

– постановки на производство новых изделий,

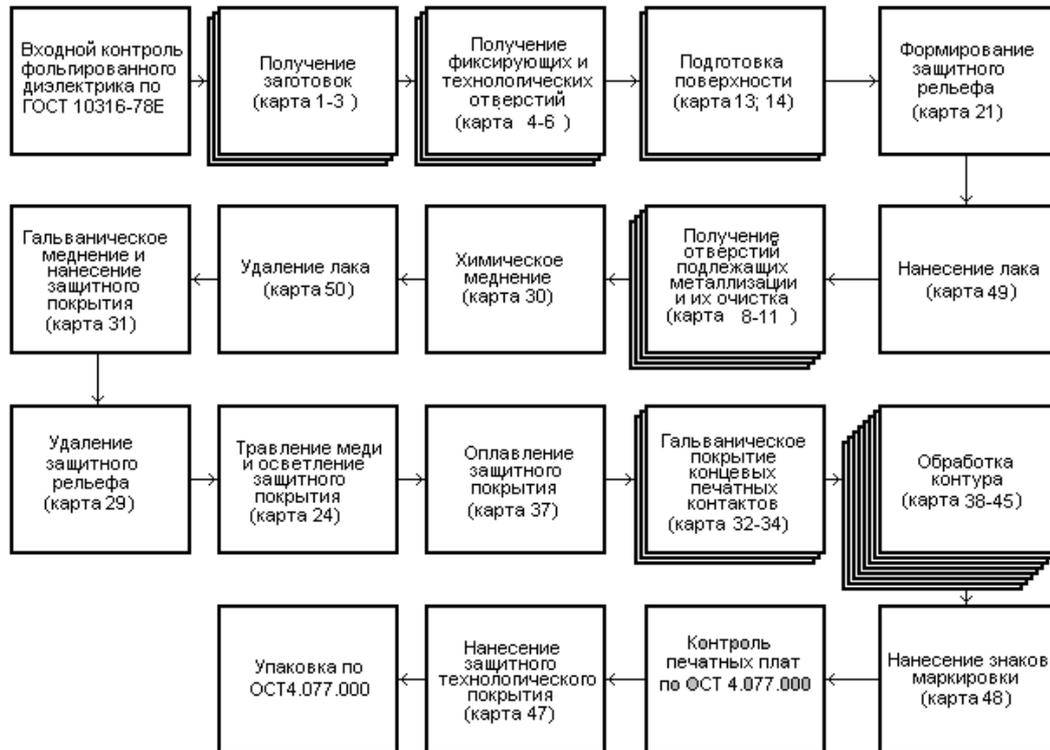


Рисунок 4 - Типовой технологический процесс (ТП) изготовления печатных плат комбинированным позитивным методом по ОСТ 4.054.060-84

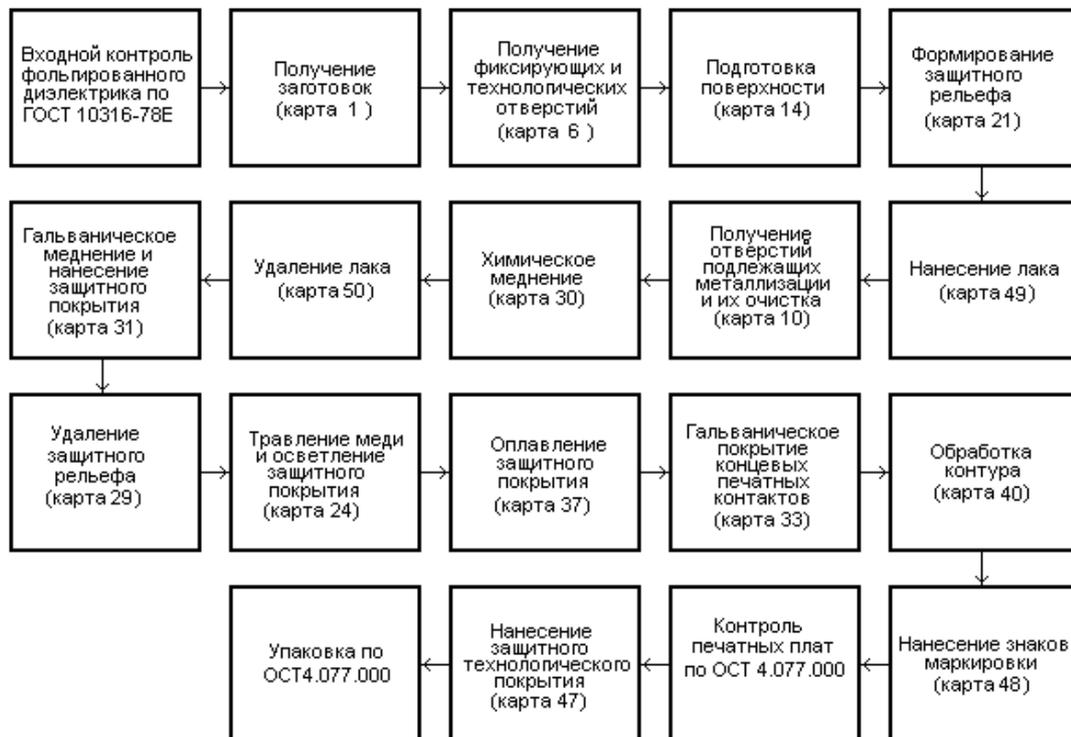


Рисунок 5 - Рабочий технологический процесс (РТП) изготовления печатных плат комбинированным позитивным методом

- модернизации освоенных изделий,
- значительного увеличения объема выпуска освоенных изделий;
- технологической подготовки реконструируемого и вновь создаваемого производства при разработке технологической части проекта и ее технико-экономическом обосновании.

При перспективном планировании развития производства перспективные технологические процессы являются основной информацией на этапе прогнозирования и планирования повышения организационно-технического уровня производства (технологии, механизации и автоматизации, форм организации производства и т.д.).

Технико-экономический уровень перспективных технологических процессов рекомендуется оценивать по двум взаимосвязанным направлениям:

- определение повышения уровня технологии производства за счет применения перспективных технологических процессов;
- выполнение укрупненного расчета сроков окупаемости перспективных технологических процессов.

Состав показателей, по которым определяют уровень технологии производства, в общем случае должен отражать:

- структуру основных частей технологических процессов по методу их выполнения (литье, обработка давлением, обработка резанием, сборка и т.д.) с указанием удельных весов прогрессивных методов обработки;
- структуру технологического оборудования, его возрастной состав, удельный вес прогрессивного высокопроизводительного оборудования;
- состояние механизации и автоматизации производственных процессов;
- состояние специализации производства;
- использование материалов.

Срок окупаемости перспективных технологических процессов определяют как отношение величины дополнительных затрат, связанных с планируемым внедрением процессов, к обеспечиваемой этим внедрением условно-годовой экономии.

Экономический эффект разработки новой техники должен рассчитываться по действующей в отрасли методике определения экономической эффективности внедрения новой техники.

Эффективность новой технологии оценивают по уровню изменения основных показателей производства (рост производительности труда и т.д.), отнесенных к единице затрат на разработку и внедрение перспективных технологических процессов.

Таблица 6 - Основные задачи, решаемые на этапах разработки ПТП

Этапы разработки перспективных процессов	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы и данные, обеспечивающие решение задач
1	2	3
Анализ конструкций объектов производства	Ознакомление с назначением и конструкцией объектов производства, с требованиями к изготовлению и эксплуатации их. Контроль перспективного развития конструкций объектов производства. Уточнение перечня объектов производства, на которые необходимо разработать перспективные технологические процессы	Чертежи и технические условия на объекты производства. Карты технического уровня и качества продукции. Техническое задание на разработку перспективных технологических процессов.
Анализ плановых заданий по выпуску объектов производства.	Уточнение объемов выпуска объектов производства на перспективу. Определение типов (единичный, серийный, массовый) и организационных форм производства.	Плановые задания по выпуску объектов производства на перспективу.
Определение вида и степени детализации содержания перспективных технологических процессов.	Классификация объектов производства и определение вида перспективных технологических процессов (единичный, типовой). Определение степени детализации содержания перспективных технологических процессов.	Классификаторы объектов производства. Методика классификации.
Анализ и уточнение исходной информации для разработки перспективных технологических процессов	Анализ достаточности исходной информации и составление перечня недостающей информации. Подбор недостающей информации. Разработка мероприятий по обеспечению исходной информацией, не содержащейся в ИПС.	Массивы информации, содержащиеся в фондах документации на типовые технологические процессы и средства технологического оснащения в информационно-поисковых системах (ИПС).
Разработка перспективных технологических процессов	Задачи, решаемые в зависимости от вида процессов в соответствии с правилами разработки рабочих процессов или типовых технологических процессов с учетом требуемой степени детализации содержания	Исходная информация
Оценка технико-экономической эффективности перспективных технологических процессов	Определение уровня перспективной технологии производства. Определение срока окупаемости дополнительных капиталовложений, связанных с планируемым внедрением перспективных процессов. Расчет и сравнение приведенных затрат.	Методика определения уровня технологии производства. Нормативные показатели уровня технологии производства. Методика определения экономической эффективности перспективных технологических процессов

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологичность конструкций изделий: Справочник/Ю.Д.Амиров, Т.К.Алферова, П.Н.Волков и др.; Под общ. Ред. Ю.Д.Амирова.- 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1990.- 768 с.: ил.
2. ОСТ4.054.060-84. Платы печатные. Типовые технологические процессы
3. Р 50-54-93-88 Классификация, разработка и применение технологических процессов: Рекомендации - М.: - Издательство стандартов, 1986
4. Справочник технолога-приборостроителя: В 2-х т.-2-е изд., перераб. и доп. Т. 2./ Под ред. Е.А. Скороходова – М.: Машиностроение, 1980. – 463 с.: ил.
5. Единая система технологической документации: Справочное пособие/ Е.А. Лобода, В.Г. Мартынов, Б.С. Мендриков и др.- М.: Издательство стандартов, 1992.-325 с.