

**Автоматизированная система технологической подготовки производства. Понятие системы технологической подготовки.**

**Конструкторская система производства.**

**Богданов А.Д.**

**Научный руководитель: Астапов В.Н.**

«Самарский государственный технический университет», Самара, Россия.

**Аннотация**

Основной целью автоматизации технологической подготовки производства является повышение качества и сокращения сроков решения задач технологической подготовки, снижение стоимости и цикла действующей технологической подготовки производства. Передача решения многих задач ЭВМ, постепенное объединение их в комплексы задач и системы проектирования привели к разработке и созданию автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП). В процессе проектирования отыскиваются функциональные решения, представляемые и документируемые в виде некой функциональной структуры, которая затем может быть материализована с помощью определенных предписаний. Эти предписания, служащие для изготовления изделий, составляются таким образом, чтобы все функциональные требования, поставленные перед создаваемым изделием, были выполнены. В этом смысле процесс проектирования предполагает получение не только всех необходимых чертежей изделия, но и разработку технологических процессов его изготовления. Целью проектирования является разработка и формирование функций изделия путем переработки геометрической, технологической и организационной информации; подготовка производства обеспечивает технологическую реализацию превращения исходной заготовки в изделие. Такие задачи, как расчет себестоимости техпроцесса, временные затраты могут решаться в автоматическом режиме. Построение технологических маршрутов может быть осуществлено в диалоговом режиме, но часто, особенно при разработке новых технологий – только в ручном. Кроме автоматизации традиционных задач ТПП, использование вычислительной техники позволяет решать новые задачи, значительно повышающие качество ТПП. Это моделирование технологического процесса, разработанного на этапе ТПП, путем соответствующих расчетов и визуализации средствами машинной графики.

**Ключевые слова:** техническая подготовка производства, функционирование АСТПП, процесс ТПП, единая система технологической подготовки производства.

Automated system of technological preparation of production. The concept of technological training system. Design production system..

Bogdanov A. D.

Scientific adviser: Astapov V.N.

The main purpose of automation of technological preparation of production is to improve the quality and reduce the time of solving problems of technological preparation, reducing the cost and cycle of existing technological preparation of production. The transfer of solutions to many computer problems, their gradual integration into complexes of tasks and design systems led to the development and creation of automated systems of technological preparation of production (astpp). In the design process, functional solutions are sought, presented and documented in the form of a functional structure, which can then be materialized with the help of certain prescriptions. These requirements, which serve for the manufacture of products, are drawn up in such a way that all functional requirements set before the product being created are met. In this sense, the design process involves obtaining not only all the necessary drawings of the product, but also the development of technological processes for its manufacture. The purpose of the design is to develop and form the functions of the product by processing geometric, technological and organizational information; production preparation provides technological implementation of the transformation of the original workpiece into a product. Tasks such as calculating the cost of the process, time costs can be solved automatically. The construction of technological routes can be carried out in the online mode, but often, especially when developing new technologies-only manually. In addition to automating

traditional CCI tasks, the use of computer technology allows to solve new problems that significantly improve the quality of the CCI. This is a simulation of the technological process developed at the stage of the CCI, by appropriate calculations and visualization by means of machine graphics.

Key words: technical preparation of production, functioning of CCI, CCI process, unified system of technological preparation of production.

## **Введение**

Внедрение компьютеризации в сферу научно-технического прогресса обеспечивает значительный рост производительности труда во многих областях производства. Особое внимание обращается на области, в которых рост производительности труда до внедрения ЭВМ происходил в очень медленном темпе. В основном это области, в которых необходим большой умственный труд человека, то есть управление производством, проектирование и исследование различных процессов. Производительность труда в сфере производства увеличилась в десятки раз, но в области проектирования только в 1,5-2 раза. Это обуславливает большие сроки проектирования новых объектов, что не подходит для улучшения экономики.

Развитие новой техники в наше время затягивается из-за многих проблем, таких как отсутствие научных прорывов и идей и по большей части из-за ограничений по времени и не всегда хорошим качеством их реализации при конструкторско-технологической разработке. Одним из эффективных решений этой проблемы является разработка и развитие систем автоматизированного проектирования

### **Автоматизированная система технологической подготовки производства.**

Одним из решающих направлений совершенствования ТПП является создание и эффективное использование автоматизированных систем, основанных на широком использовании ЭВМ.

В системе автоматизированного проектирования формализация процессов выбора и проектирования технологии, оснащения и способов организации производства выполняется инженерами - специалистами в области использования средств вычислительной техники и автоматизации проектирования. В зависимости от уровня автоматизации проектных работ различают системы с частичной автоматизацией, автоматизированные системы, решающие более комплексные задачи ТПП, автоматические, а также самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы высокого уровня.

В САПР с частичной автоматизацией решаются отдельные задачи, например, составление операционных карт, расчет норм штучного времени выполнения операций и др. В автоматизированных системах решаются задачи применительно к определенному классу изделий, деталей, технологических процессов, видов оснащения. Например, разрабатывается технология изготовления объектов вращения, выбираются средства технологического оснащения, проектируются участки, линии и т. д.

Автоматизированные системы являются частью интегрированных производственных систем, осуществляющих комплексную подготовку производства изделий для изготовления их на высокоорганизованных производственных системах. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы могут отслеживать изменение условий производства, корректируя методы решения задач. Участие человека в этих системах сводится к минимуму.

АСТПП - сложная по структуре и функционированию система, находящаяся в постоянном движении, реагирующая на изменение данных, поступающих в процессе проектирования от других подсистем, производственных и других подразделений, вырабатывающая ответные действия, в результате которых либо сохраняется стабильность существующего положения, либо определяется вариант ответного действия.

Обеспечение АСТПП необходимой информацией организуется с использованием информационно-поисковой системы (ИПС), которая в зависимости от уровня автоматизации системы проектирования может быть полумеханизированной, механизированной, использующей сортировочные устройства электромеханического типа, или автоматизированной с использованием ЭВМ различного типа, допускающих работу в диалоговом режиме. Применение разработанных ранее технических решений, найденных с помощью ИПС, позволяет снизить трудоемкость проектирования на 20 - 50% в зависимости от степени новизны разрабатываемых изделий и технологических процессов.

Автоматизированное проектирование ТПП представляет собой развернутый и сложный процесс переработки информации разнообразного вида, формы и содержания. Основной целью создания АСТПП является ускорение и совершенствование процессов технологического проектирования за счет автоматизации и механизации с помощью

вычислительной техники ряда сложных и трудоемких процессов проектирования, поддающихся формальному алгоритмическому описанию.

Организационное совершенствование ТПП целесообразно выполнять на основе идеологии реинжиниринга. Это, в первую очередь, предполагает выполнение структурных преобразований с целью оптимизации структуры ТПП в условиях перехода к виртуализации как самой ТПП, так и производства в целом. На первых этапах выполняется моделирование деловых процессов ТПП с использованием различных методологий и инструментария: SADT, ARIS, GPSS и т.д. На этих этапах целесообразно использовать методологию RUP [1], с помощью которой возможно не только выполнять моделирование деловых процессов, используя диаграммы UML, но и разрабатывать новые программные компоненты АСТПП.

Анализ полученных при моделировании функциональных, информационных и организационных моделей ТПП позволяет оценить существующий уровень автоматизации ТПП для последующего определения объектов автоматизации и перестройки деловых процессов ТПП. Оценка уровня автоматизации ТПП может быть выполнена на основе метрик, предложенных в работе [2]. Необходимо отметить, что оптимизация деловых процессов весьма сложна, так как требует учета множества глобальных факторов, включая финансовые возможности, кадровый потенциал и техническую политику предприятия. Результатом является виртуализация ТПП и создание информационно-управляющей среды, позволяющей с помощью агентов управлять выполнением заказов „на стороне“ и выбирать оптимальные заказы для конкретной ситуации [3].

Следует отметить все возрастающую роль в автоматизации конструирования и технологического проектирования и возможности их сопряжения CAD/CAM-систем. Система CAD является инструментом компьютерного конструирования, а CAM предназначена для создания управленческих программ, их оптимизации и адаптации к станкам с ЧПУ. Ввиду широкого спектра возможностей CAM-системы стало возможным ввести термин “интеллектуальная механическая обработка” (ИМО). Одной из базовых концепций ИМО является связь конструктивных элементов (КЭ), т.е. отдельных фрагментов геометрии детали, с шагами обработки. Информация об изготовлении КЭ, хранящаяся в базе данных, включает последовательность шагов, необходимых для обработки данного КЭ, а также соответствующие параметры обработки для каждого шага (например, скорость подачи в зависимости от материала заготовки, тип режущего

инструмента). Отправной точкой для создания программ ЧПУ всегда служит геометрия детали. Модель детали может быть построена как самим пользователем на основе чертежа при помощи имеющихся в САМ-системе средств CAD, так и с использованием трехмерной модели детали (3D-модели), созданной конструктором.

Эффективность функционирования АСТПП определяется качеством построения и использования единого банка данных технологического назначения, порядком формирования и составом документации. Как правило, банк данных АСТПП содержит четыре группы документов:

- конструкторско-технологические характеристики проектируемых изделий, определяющих специализацию предприятия, параметры деталей, сборочных единиц, изделия в целом;
- эксплуатационно-технические характеристики оборудования и технологической оснастки, применяемых на предприятии или находящихся в стадиях проектирования;
- организационно-технологическая документация, включающая технологические маршруты, операционные карты, технологические процессы изготовления деталей, сборки изделий, конструкторские и технологические спецификации, проекты линий, участков, производств;
- нормативно-справочная документация, регламентирующая содержание, порядок работ в ТПП, требования, предъявленные к ним государственными и отраслевыми стандартами, нормативной документацией предприятия.

### **Понятие системы технологической подготовки.**

Технологической подготовкой производства называют комплекс взаимосвязанных организационных, технических, технологических, плановых, экономических и других мероприятий, обеспечивающих выполнение производственной программы предприятием в необходимые сроки при минимальных затратах труда, материально-технических и других ресурсов[4].

Цель подготовки производства состоит в создании технических, организационных и экономических условий, полностью гарантирующих перевод производственного процесса на более высокий технический и социально-экономический уровень на основе достижений науки и техники,

использования различных инноваций для обеспечения эффективной работы предприятия.

В процессе технологической подготовки производства разрабатываются способы механизации и автоматизации производственных процессов, а также решаются некоторые вопросы организации производства, а именно: внедрение поточных методов, организация и оснащение рабочих мест и участков, выбор транспортных средств и средств хранения сырья, полуфабрикатов и продукции.

Исходя из спроектированного технологического процесса, выбора на этой основе оборудования и режима его работы определяются основные нормативы расхода рабочего времени, сырья, материалов, топлива, энергии и других элементов производства на единицу продукции.

Технологическое проектирование начинается с разработки маршрутной технологии. Ее содержание заключается в определении последовательности выполнения основных операций и закреплении их в цехах за конкретными группами оборудования. Одновременно осуществляется выбор инструмента, расчет норм времени и установление разряда работ, указывается специальность рабочих с соответствующим уровнем квалификации. Согласно маршрутной технологии за каждым цехом и участком закрепляются обрабатываемые виды продукции, что обуславливает их специализацию, место и роль в производственной структуре предприятия. Затем для каждого цеха и участка разрабатывается операционная технология, содержание которой составляют пооперационные технологические карты. Они содержат указания и параметры выполнения каждой производственной операции.

В индивидуальном и мелкосерийном производствах, а также на предприятиях со сравнительно простой технологией разработка технологических процессов обычно ограничивается маршрутной технологией. В массовом и крупносерийном производствах вслед за маршрутной разрабатывается более подробная пооперационная технология.

Технология производства должна обеспечивать повышение производительности труда, требуемое качество изготовления при наиболее низкой себестоимости продукции по сравнению с другими вариантами. Лучший вариант технологического процесса принимается в качестве типового для данных условий производства на определенный отрезок времени вплоть до разработки более перспективного варианта.

Таким образом, процесс проведения ТПП представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных мероприятий, фактически это коренная перестройка производства, начиная с оборудования и заканчивая специализацией работников.

Современные технические средства позволяют автоматизировать функцию управления ТПП и создать автоматизированную систему технологической подготовки производства с помощью ЕСТПП.

ЕСТПП - единая система технологической подготовки производства, основа повышения эффективности производства и качества продукции. Она является средством обобщения и комплексного внедрения достижений науки, техники и передового опыта промышленности в народное хозяйство. Основной целью ЕСТПП является обеспечение необходимых условий для достижения полной готовности любого типа производства к выпуску изделий заданного качества, в оптимальные сроки при наименьших трудовых, материальных и финансовых затратах.[5]

Главная особенность ЕСТПП заключается в том, что она основана на стандартизации. Эта система обеспечивает высокую мобильность промышленности, которая оперативно при высоких производственно-технических показателях может быть переключена на выпуск требуемых изделий, обеспечивая тем самым возможность непрерывного совершенствования действующего производства путем планомерного внедрения новейших достижений науки и техники. Основной целью ЕСТПП является обеспечение необходимых условий для достижений полной готовности любого типа производства к выпуску изделий заданного качества, в оптимальные сроки при наименьших трудовых, материальных и финансовых затрат.

Выше уже отмечалась важность автоматизации решения задач управления подготовкой производства в АСТПП. Управление ТПП строится на основе хранения и использования информации об изделии на определенных стадиях его жизненного цикла.

Жизненный Цикл Изделия (ЖЦИ) охватывает все стадии жизни изделия - от изучения рынка перед проектированием до утилизации изделия после использования. Компьютерная поддержка этапов ЖЦИ строится на основе применения так называемых CALS-технологий (CALS - Continuous Acquisition and Life-Cycle Support - непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта). В качестве одного из базовых инструментов

реализации CALS-технологий выступают системы класса PDM (Product Data Management) [6].

Главная цель PDM - поддержка электронного описания продукта (изделия) на всех стадиях его жизненного цикла. Эта поддержка должна обеспечивать решение следующих задач:

1. Ведение проектов: управление работами, процедурами и документами в составе проекта, контроль за выполнением проекта.

2. Распределение прав доступа к информации между отдельными участниками проекта или их группами.

3. Организация и ведение распределенных архивов конструкторской, технологической и управленческой документации (электронные архивы).

4. Управление изменениями в документации: контроль за версиями документов, ведение протокола работы с документами, листов регистрации изменений и извещений.

5. Фиксирование стандартных этапов прохождения документов, контроль за прохождением документов по этапам.

6. Интеграция с CAD/CAM-системами и их приложениями, используемыми при проектировании.

7. Контроль целостности проекта.

В силу ее использования большим числом специалистов, PDM является многопользовательской системой, которая работает в компьютерной сети. Она организует единое информационное пространство предприятия, обеспечивая создание, хранение и обработку информации в единой базе данных с помощью системы управления базами данных (СУБД). Среди используемых в мире PDM-систем, отвечающих современным требованиям, одно из ведущих мест занимает PDM SmarTeam [7]. Система включает в себя следующие основные компоненты:

SmarTeam - базовая система, предоставляющая полный набор средств для совместной работы при создании, редактировании, поиске и хранении любых типов данных и документов. Обеспечивается управление проектами, ведение версий, экспорт и импорт информации;

## **Конструкторская система производства.**

Проектирование новой продукции осуществляется проектно-технологическими и научно-исследовательскими институтами, научно-технологическими центрами, а также конструкторскими отделами и лабораториями предприятий.

Основными целями конструкторской подготовки производства являются:

- непрерывное совершенствование качества продукции;
- повышение уровня технологичности конструкции, под которой понимается облегчение приемов изготовления продукции и возможность применения прогрессивных методов изготовления при заданном объеме производства. Это обеспечивает лучшее использование производственных ресурсов при изготовлении продукции;
- снижение себестоимости новой продукции за счет изготовления и совершенствования конструкции изделия, уменьшения расхода материалов на единицу продукции, снижения эксплуатационных затрат, связанных с использованием продукции;
- использование при проектировании продукции существующих стандартов и унифицированных полуфабрикатов;

Содержание конструкторской подготовки производства крупных проектов определяется единой системой конструкторской документации (ЕСКД), представляющей собой комплекс государственных стандартов, устанавливающих правила и положения о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации в организациях и на предприятиях.

В результате конструкторской подготовки должен быть разработан комплекс документации на новый вид продукции. Этот комплекс состоит из графических и текстовых документов, определяющих состав и устройство нового вида продукции, содержащих все необходимые данные для его изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Конструкторская работа на предприятии проводится в несколько этапов.

Первый этап - разработка технического задания - осуществляется либо организацией-заказчиком, либо организацией-разработчиком. В задании устанавливается целевое назначение, задаются допустимые интервалы значений основных технико-эксплуатационных характеристик данного типа изделия. Во всех случаях техническое задание согласовывается между всеми заинтересованными сторонами (заказчик, разработчик, изготовитель).

Второй этап - разработка технического предложения. На этом этапе на основе анализа технического задания организацией-разработчиком определяется наиболее вероятный вариант решения поставленной задачи и производится уточнение как целевого назначения нового вида продукции, так и основных его характеристик и условий использования. Здесь же проводится начальное технико-экономическое обоснование целесообразности дальнейшей разработки технической документации.

Третий этап - эскизное проектирование. Основное назначение эскизного проектирования - обоснование технической возможности осуществления требований, сформулированных в техническом задании и техническом предложении, и выбор наилучшего принципиального варианта решения поставленной задачи. Документация эскизного проекта включает в себя чертежи с общими видами продукции, принципиальные компоновочные, кинематические, электрические, гидравлические, пневматические схемы, ориентировочные расчеты основных технико-эксплуатационных характеристик изделия, себестоимости его изготовления и эксплуатационных расходов, ожидаемого экономического эффекта.

Четвертый этап - техническое проектирование. На этом этапе окончательно вырабатываются все важнейшие технические решения, дающие полное представление об устройстве и действии нового вида продукции. На этом же этапе уточняются все расчеты эскизного проектирования, окончательно решается вопрос о выборе материалов, разрабатываются чертежи всех узлов и наиболее сложных деталей изделий, составляются ведомости покупных изделий. В состав документации технического проекта обязательно включаются методика и программа испытаний, а также патентный формуляр.

Пятый этап - рабочее проектирование. Этот этап является завершающим в конструкторской подготовке. В результате должен быть создан комплект документации, позволяющий приступить к подготовке производства для выпуска новой продукции. На этом этапе разрабатываются

все сборочные чертежи, сборочные и монтажные схемы, чертежи всех оригинальных деталей с указанием точности и чистоты обработки, составляются все технические условия, полные спецификации, проводятся все проверочные расчеты, разрабатываются инструкции по эксплуатации, ремонту и т. д.

Каждый этап работы на стадии конструкторской подготовки заканчивается выпуском соответствующей конструкторской документации. Ее состав, классификация, индексация, порядок хранения и учета и порядок внесения изменений полностью регламентируется ЕСКД. Унификация конструкторской документации позволяет использовать ее на самых различных предприятиях без каких-либо переделок.

Структура основного органа внутризаводской конструкторской подготовки (отдел главного конструктора) определяется содержанием выполняемых им работ. Если этот отдел получает готовую конструкторскую документацию (обычно в виде технического проекта), то основной его задачей является составление рабочей документации применительно к условиям своего предприятия.

Поскольку в настоящее время одной из важнейших проблем является повышение технологичности и качества выпускаемых изделий, то кроме специализированных проектных групп или бюро, в отделе главного конструктора создаются бюро нормализации и стандартизации, бюро надежности, группа эксплуатации и т. п. Также в состав отдела входит ряд обслуживающих подразделений, копировальное бюро, группа технических средств размножения документации, техническая библиотека, бюро научно-технической информации, экспериментальный участок, лаборатория моделирования и макетирования. Если отдел главного конструктора самостоятельно ведет работы по всем стадиям проектирования, то он превращается в конструкторские бюро предприятия и имеет соответствующую структуру. Возглавляется такое бюро начальником на правах заместителя директора предприятия. При конструкторском бюро создаются собственные планово-производственный и технический отделы.

### **Заключение**

В заключение следует отметить, что благодаря системам автоматического проектирования существенно сокращаются сроки выполнения и подготовки конструкторской и технической документации.

Такая экономия во времени достигается за счет автоматизации большинства действий, связанных с этим процессом.

Использование технологической подготовки производства позволяет сосредоточить усилия конструкторов, технологов и организаторов на решении главных задач развития техники, технологии и организации производства, так как больше не приходится значительную часть своих усилий тратить на рутинные операции; повысить гибкость технологических процессов к переналадке на выпуск новых изделий и снизить затраты на ее проведение приблизительно в два раза.

В свою очередь конструкторский отдел осуществляет создание и внедрение в производство новых и модернизацию имеющихся конструкторских разработок на основе современных достижений науки и техники с учетом результатов функционально-стоимостного анализа, требований технической эстетики и использования наиболее экономичных технологий производства.

### **Список литературы**

1 Афанасьев М. Я., Саломатина А. А., Алёшина Е. Е., Яблочников Е. И. Применение многоагентных технологий для реализации системы управления виртуальным предприятием // Науч.-техн. вестн. Информационных технологий, механики и оптики. 2011 №5(75). С. 105-111.

2 Куликов Д. Д., Яблочников Е. И. Применение оценочных метрик для анализа технологической подготовки производства // Науч.-техн. вестн. информационных технологий, механики и оптики. 2011 № 6 (76).С. 109-112.

3 Яблочников Е. И., Фомина Ю. Н., Саломатина А. А. Организация технологической подготовки производства в распределенной среде // Изв.вузов. Приборостроение. 2010 Т. 53, № 6 С. 12-15.

4. Медведева С.А. Основы технической подготовки производства / Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010, с. 5.

5. Лазарева Т.Я. интегрированные системы проектирования и управления в машиностроении структура и состав / 2008, с. 175

6. Организация единого информационного пространства технической подготовки производства с использованием PDM SmarTeam. //

Информационные технологии в проектировании и производстве /  
Яблочников Е.И. - № 3, 2006 с. 22-29.

7. Сimatron E - обработка с ЧПУ в комплексе задач предприятия. /  
Молочник В.И. - САПР и Графика - № 10, 2006, с. 52-55.