

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрены тенденции развития современного машиностроения и этапы жизненного цикла изделия. Обоснована необходимость использования в машиностроительной практике компьютеризированных интегрированных производств и автоматизированных систем технологической подготовки производства, являющихся частью таких производств. На основе анализа применения систем технологической подготовки в условиях интегрированного производства выделены основные направления повышения их эффективности. Одним из главных направлений является использование виртуальных предприятий, реализующих принцип “островов” автоматизации. Предложен комплекс мероприятий для реализации поставленных целей.

Стремление к более полному обеспечению требований потребителей определяет следующие тенденции развития современного машиностроения:

- увеличение объема выпуска;
- усложнение промышленных технологий и связанное с ним повышение сложности изделий с одновременным увеличением числа деталей, входящих в машину;
- улучшение параметров качества (в том числе и точности машин);
- снижение серийности при более частой сменяемости объектов производства;
- ускорение выпуска новых изделий.

В настоящее время предприятия машиностроения находятся в тяжелом финансовом состоянии. Например, выпуск продукции станкостроения за 90-е годы сократился в 2 – 14 раза в зависимости от вида выпускаемого оборудования /1/, загрузка мощностей составляет 20 - 50% /2/.

Выявить потенциальные возможности выхода отечественного машиностроения из создавшегося положения возможно при анализе этапов создания и существования машины - жизненного цикла изделия (ЖЦИ). ЖЦИ состоит из следующих основных этапов (рисунок 1)

Определяющим фактором, приводящим, в конечном итоге, к созданию новой машины, являются потребности общества. На основе этих потребностей генерируются новые идеи. Они получают дальнейшее развитие и детализацию в процессе научных исследований, которые определяют появление новых техноло-

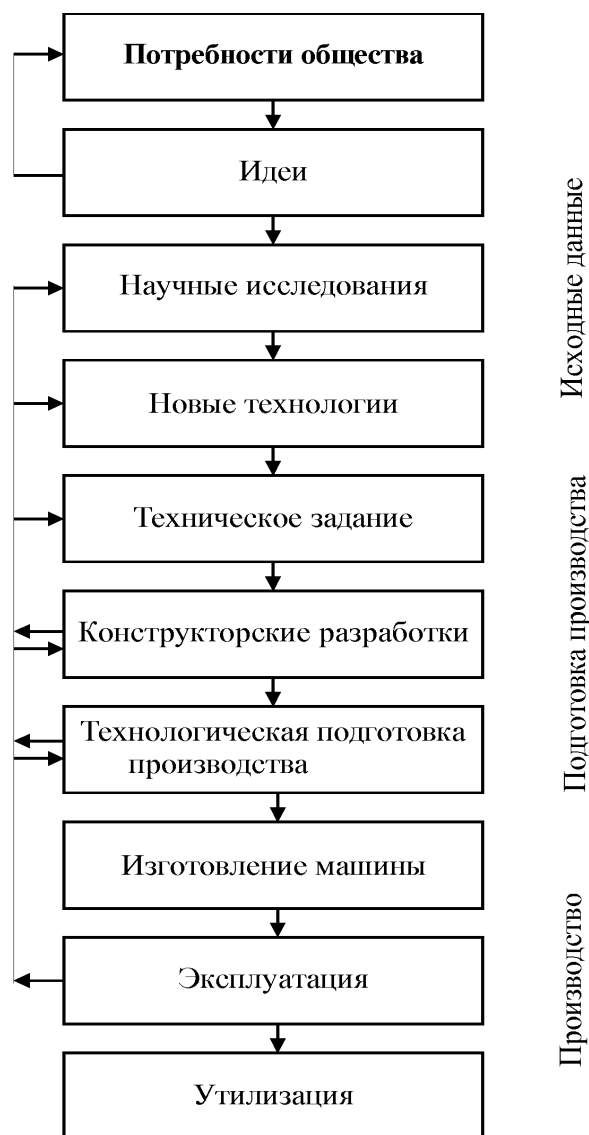


Рисунок 1 – Жизненный цикл изделия

гий. Реализация новых технологий возможна только с помощью машин, поэтому все данные этапы служат основанием для разработки технического задания. Затем следуют этапы конструкторской и технологической подготовки производства машины. На этапе изготовления машины она воспроизводится “в металле”. Процесс создания машины заканчивается этапом эксплуатации. В ЖЦИ включается также утилизация изделия, отработавшего ресурс. Все последующие этапы, основываются на результатах выполнения предыдущих. Однако процесс создания машины не следует рассматривать в качестве линейного процесса. Он может иметь и циклический характер, определяемый появлением новых идей, результатов, неизбежностью появления ошибок.

С целью повышения качества машин, для уменьшения их себестоимости и сроков освоения в мировой практике широко используются машиностроительные информационные технологии. Так для генерации идей широко используются базы знаний, экспертные системы. При проведении научных исследований применяются автоматизированные системы научных исследований (АСНИ). В проектировании машин и технологий их изготовления все более широкое распространение получают системы автоматизированного проектирования (САПР) различного назначения. В производстве машин применяются автоматизированные системы управления (АСУ). Применение данных автоматизированных систем позволяет увеличить производительность труда и повысить качество выпускаемых изделий.

Более значительный эффект обеспечивает при объединении этапов создания машины на основе использования информационных технологий /3, 4/. Результатом такого объединения является компьютеризированное интегрированное производство (КИП) или – Computer Integrated Manufacturing (СІМ). Его состав соответствует процессам, входящим в ЖЦИ (рисунок 2).

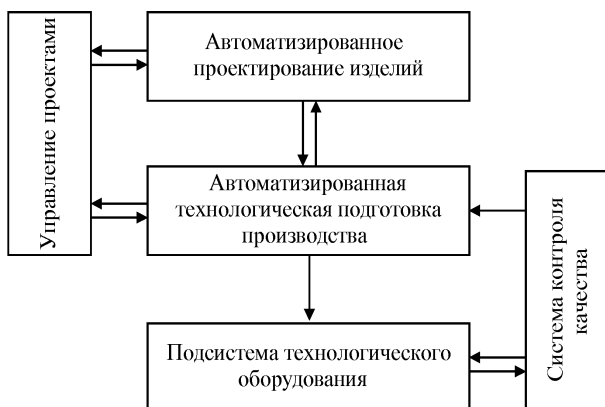


Рисунок 2 – Структурная схема КИП и взаимодействие его подсистем

Эффективность КИП доказана мировой практикой /1, 5, 6, 7, 8, 9/. Она обусловлена:

- повышением производительности;
- улучшением качества продукции;
- сокращением информационных потоков;
- уменьшением вероятности ошибок;
- лучшей координацией процессов, включаемых в ЖЦИ;
- возможностями оптимизации проектных и производственных решений.

Наибольший эффект от интегрированных производств может быть достигнут при внедрении информационных технологий в сферу технологической подготовки производства (ТПП), что определяется особыми требованиями к ней. Влияние тенденций развития машиностроения на требования к ТПП показаны на рисунке 3.

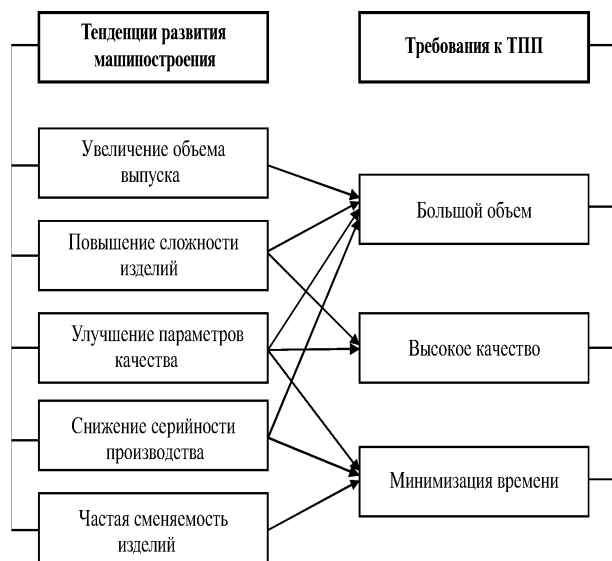


Рисунок 3 – Влияние тенденций развития машиностроения на требования к ТПП

ТПП имеет следующие основные особенности /10/:

- большой объем работ;
- большая трудоемкость, определяемая высокой сложностью задач;
- низкая степень формализации проектных процедур;
- многовариантность технологических решений;
- разнообразие видов технологического проектирования;

- существенное влияние на качество машины.

Высокие требования, предъявляемые к ТПП, характер решаемых задач определяет ее значение в процессе создания машины. Она наиболее существенно влияет на эффективность этого процесса. Увеличение возможностей технологического проектирования не только влияет на процесс создания машин, но и способствует повышению конкурентной способности предприятий. Это определяет широкое распространение автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) в мировой практике.

Средства компьютерной автоматизации инженерного труда, используемые в составе интегрированных производств, разнообразны по возможностям, аппаратным платформам, по назначению. В России и за рубежом в данной предметной области сложилась различная терминология. Широкое использование зарубежных программных продуктов наряду с отечественными делает невозможным однозначное понимание назначения и возможностей конкретной системы /11/.

В соответствии с принятой отечественной классификацией системы автоматизированного проектирования (САПР) предназначены для конструкторской подготовки производства. С их помощью производится концептуальное, функциональное и конструкторское проектирование. АСТПП используются для проектирования технологических процессов (САПР ТП), средств технологического оснащения (САПР ТО) и управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ (САПР УП).

За рубежом используются такие разновидности автоматизированных систем. CAD (Computer-aided Design) системы предназначены лишь для концептуального и конструкторского проектирования. CAE (Computer-aided Engineering) системы – только для моделирования и исследования проектируемого объекта на ЭВМ. CAM (Computer-aided Manufacturing) системы соответствуют САПР УП и САПР ТО, для проектирования технологии используются САПР (Computer-aided Process Planning) системы (соответствуют САПР ТП). Кроме этих разновидностей автоматизированных систем используются системы управления проектами (CPDM - Computer Product Data Management), системы поддержки жизненного цикла изделия (ММ - Maintenance Management) и другие, не имеющие полных аналогов в практике отечественного машиностроения.

Несмотря на очевидные преимущества КИП и АСТПП, они не получили достаточно широкого распространения в отечественной практике. Это объясняется их высокой стоимостью, несоответствием возможностей систем

требованиям проектирования, отсутствием единого подхода к внедрению АСТПП, несоответствием используемых данных российским стандартам, а также рядом других причин /12/. Таким образом, задача повышения эффективности АСТПП является актуальной.

Эффективность системы оценивается двумя основными показателями: качеством и стоимостью. Обеспечить одновременно оба показателя принципиально невозможно. Поэтому первоначально следует решить задачу получения требуемого качества, а затем из множества решений выбрать ограниченное их число, удовлетворяющих условию минимизации затрат. Качество средств автоматизации проектирования оценивается возможностью удовлетворения потребностей в проектировании изделий и технологий их изготовления.

Основными путями повышения эффективности являются:

- обеспечение соответствия потребностей в проектировании с возможностями систем;
- выбор рациональной стратегии внедрения;
- адаптация системы к конкретным условиям производства и расширение ее возможностей;
- реализация модульного подхода к компоновке системы;
- тандемный принцип использования нескольких систем;
- создание виртуальных предприятий;
- анализ влияния каждого из факторов, определяющих эффективность, на уменьшение затрат.

Существующие CAD/CAM системы обладают различными возможностями. Например, функции геометрического моделирования могут быть представлены плоским двухмерным черчением в простых системах либо твердотельным трехмерным моделированием в более сложных. Некоторые системы имеют возможность выполнения сборок, состоящих из нескольких сотен деталей, другие имеют ограниченные возможности в выполнении данных функций. Аналогичное положение складывается в реализации других функций. Ряд функций, представленных в одних системах, в других вообще отсутствует. Различные системы автоматизированного проектирования имеют различные стоимостные показатели. Тяжелые системы оцениваются сотнями тысяч долларов, стоимость легких может составлять несколько сотен долларов.

Все это делает задачу выбора системы или комплекса систем для конкретного предприятия сложной. При таком выборе необходимо решить несколько основных задач:

- произвести анализ структуры и состава работ, выполняемых на предприятии (потребности в CAD/CAM системах);

- изучить возможности имеющихся CAD/CAM систем;
- сопоставить потребности в проектировании с возможностями CAD/CAM систем;
- оценить стоимостные показатели систем, отобранных на предыдущих этапах;
- принять решение о приобретении CAD/CAM системы.

Значительную сложность представляет задача сопоставления потребностей с возможностями систем. Это объясняется значительным числом задач ТПП. Практически невозможно подобрать CAD/CAM систему в соответствии с поставленными требованиями. В настоящее время нет систем, решающих все задачи ТПП, АСТПП представлены только локальными подсистемами для решения некоторых из этих задач /10/. Поэтому полностью удовлетворить всем требованиям может только комплекс систем (рисунок 5).

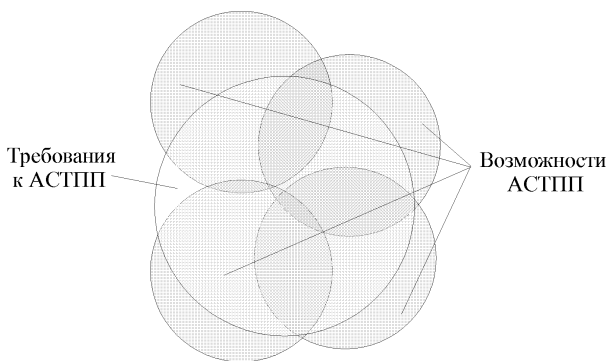


Рисунок 5 – Сопоставление требований к АСТТ с возможностями систем

Из рисунка 5 следует, что часть потребностей будет обеспечена возможностями нескольких систем, в то же время некоторые из потребностей не будут удовлетворены ни одной из систем. Это свидетельствует о возможной избыточности системы, составленной из нескольких систем аналогичного назначения. Например, все CAD/CAM системы имеют модули моделирования, представленные в том или ином виде, имеющие различные интерфейсы пользователя. Но в основе их работы лежат одни и те же математические зависимости. Уменьшению такой избыточности способствует модульный принцип построения САПР.

Стоимостные параметры систем обычно выступают в качестве ограничений. Определить экономическую эффективность от использования системы на этапе выбора невозможно из-за отсутствия объективных данных.

Эффективность CAD/CAM систем зависит также от стратегии, выбранной для ее создания или внедрения.

Возможно выделить следующие методы со-

здания (внедрения) CAD/CAM систем:

- приобретение готового пакета;
- использование собственных разработок;
- приобретение ядра и расширение его возможностей.

Каждый из данных методов имеет определенные достоинства и недостатки. Приобретение готового пакета связано со значительными материальными затратами, поскольку для решения широкого круга задач необходимо приобретение системы тяжелого класса. Все ее возможности наверняка не могут быть использованы в пределах одного предприятия. Такая система не будет загружена и по времени, ввиду ее высокой производительности. Достоинством данного метода является его относительная простота и малые сроки внедрения.

Путь разработки системы собственными силами не требует значительных первоначальных затрат. Такая система способна удовлетворять потребностям предприятия или отрасли, поскольку разрабатывается целенаправленно с учетом конкретных требований. Но для его реализации необходимо наличие квалифицированного штата специалистов различного профиля от технологов и конструкторов до системных программистов. При этом увеличиваются сроки внедрения средств автоматизированного проектирования, что приведет к увеличению разрыва по отношению к мировому уровню в данной области.

Наиболее приемлемым представляется третий путь, сочетающий достоинства и компенсирующий недостатки первых двух способов. Использование в качестве ядра внедряемой или проектируемой CAD/CAM системы имеющегося на рынке программных продуктов пакета позволяет уменьшить затраты, создать систему с заранее заданными свойствами, то есть ликвидировать ее избыточность, сократить сроки создания, реализовать наиболее перспективные мировые тенденции в данной области.

Любая CAD/CAM система требует адаптации к конкретным производственным условиям. В первую очередь нуждается в адаптации ее информационное обеспечение. Оно содержит сведения об используемых нормативных материалах, сведения о стандартных изделиях, об имеющихся средствах технологического оснащения и т.п.

Стремление обеспечить эффективность CAD/CAM систем привело к появлению модульного принципа их построения. Его суть заключается в том, что конкретная система формируется из отдельных, совместимых модулей. Это позволяет разрешить противоречие между качеством и стоимостью.

В процесс технологического проектирования возникает ряд задач, не укладывающихся в рамки уже известных функций. Это задачи, свя-

занные с оптимизацией технологических решений: оптимизация режимов обработки, оптимизация средств технологического оснащения, оптимизация траекторий обработки для повышения точности и производительности, исследования точности проектируемого процесса и ряд других. Эффективность АСТПП может быть повышена при формализации и программной реализации данных задач. При этом возникает необходимость выделения таких задач в особый класс – задачи оптимизации и исследования технологических процессов. Для решения таких задач в составе АСТПП должны иметься соответствующие модули и подсистемы. По аналогии с САЕ системами их следовало бы назвать САЕPP (Computer-aided Engineering Process Planning) системами.

Препятствиями для широкого распространения CAD/CAM систем в отечественном машиностроении являются: их высокая начальная стоимость, высокая стоимость обучения, переобучения и повышения квалификации персонала, необходимость поддержания в рабочем состоянии дорогих аппаратных средств, необходимость технической поддержки и сопровождения систем. Выходом из создавшегося положения может быть создание виртуальных предприятий - региональных проблемных лабораторий. Создание подобных лабораторий соответствует концепциям развития отечественного машиностроения в современных условиях [12, 13, 14].

Основное назначение лабораторий АСТПП - накопление положительного опыта в данном направлении и его внедрение на машиностроительных предприятиях. В ее функции также должны входить:

- а) координация работ по использованию интегрированных технологий на предприятиях и региона;
- б) выполнение консультационных услуг в данной области;
- в) обучение и переобучение специалистов по проектированию технологий для оборудования с ЧПУ и использованию САПР в конструкторской и в технологической подготовке производства;
- г) адаптация средств автоматизированного проектирования к условиям конкретных предприятий;
- д) разработка и внедрение программных продуктов в области АСТПП.

Заключение:

Одним из путей, позволяющих решить задачи повышения качества и производительности в машиностроении, является использование компьютеризированных интегрированных производств. Его основные функции: проектирование изделий, технологическая подготовка производства, координация работ, автоматизированное изготовление и контроль изделий. Широкое применение таких производств сдерживается их высокой начальной стоимостью, невозможностью обеспечить решение всех задач и другими факторами.

Особое влияние на эффективность компьютеризированных интегрированных производств оказывает использование систем автоматизированного технологического проектирования – АСТПП. Это объясняется в основном большим объемом и сложностью технологической подготовки производства.

Основные направления повышения эффективности АСТПП:

- приведение в соответствие потребностей в проектировании с возможностями систем;
- выбор рациональной стратегии внедрения;
- адаптация системы к конкретным условиям и расширение ее возможностей;
- модульный подход к компоновке системы;
- тандемный принцип использования;
- создание виртуальных предприятий;
- анализ влияния каждого из факторов, определяющих эффективность, на уменьшение затрат.

Исходя из сформированного дерева целей, частными задачами, подлежащими решению, являются:

- приведение в соответствие необходимых и требуемых функций АСТПП;
- разработка методологических основ многокритериального выбора АСТПП;
- обоснование приемлемых стратегий внедрения и адаптации систем технологической подготовки производства;
- разработка способов оценки влияния каждого из факторов повышения эффективности на основе минимизации затрат.

Список использованной литературы

1. Черпаков Б.И. Новые методы технической политики на предприятиях машиностроения и станкостроения России // Станки и инструмент. - 1995 - № 2. - С. 19-22
2. Конаныхин Ю.Ф., Лагунов В.С., Осташков А.В. Реструктуризация машиностроительного комплекса региона // Машиностроитель 1999 - № 11 - С.2-3

3. Колосов В.Г. Концепция развития в России распределенной инфраструктуры комплексной автоматизации. – Л.: Политехника, 1991.-20с.
4. Лапидский Д. И., Щербakov В. В. Интегрированная автоматизированная производственная система механообрабатывающего цеха//Станки и инструмент - 1998 - № 2 - С. 19-22
5. Hclberg П. Anforderungen an PPS-Systems far die CIM-Realisierung//CIM Management - 1986.-N 4.- S. 20-29.
6. Pelehray M.W. Manufacturing Software, selecting a fully mtegrating System//Tooling and Production.-1991.- N10. - P. 42-46.
7. Жураховский В.Г., Власов В.Н. Применение автоматизированного проектирования для изготовления деталей сложной формы в инструментальном производстве // Станки и инструмент. - 1996 - № 10. - С. 44-45.
8. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 296 с.
9. Зильбербург Л.И., Марьяновский С.М., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Сimatron – компьютерное проектирование и производство. Под. общ. ред. С.М. Марьяновского – СПб.: КПЦ Мир, 1998. – 166 с.
10. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Учебник для вузов по спец. «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты»/С.Н. Корчак, А.А. Кошин, А.Г. Ракович, Б.И. Сеницын. Под общ. ред. С.Н. Корчака.- М.: Машиностроение, 1988. - 352 с.
11. Теория и практика регионального инжиниринга. Р.Т. Абдрашитов, В.И. Аблязов, Т.В. Александрова и др.; под общ. ред. проф. Р.Т. Абдрашитова, проф. В.Г. Колосова, проф. И.Л. Туккеля-СПб.: Политехника, 1997.- 278 с.
12. Фролов Е.Б., Коршунов В.А. Развитие системы оперативного планирования производства на основе концепции “островов” автоматизации// Станки и инструмент - 1995 - № 2 - С. 6-11
13. Колосов В. Г. Гибкая автоматизация. Концепция авторазвития. СПб: Политехника. 1992 - 23с.
14. Хорошилов Г. С. Эффективность технологических нововведений и инжиниринговая сеть//Вестник машиностроения – 1995 - №6 - С.47-50

Статья поступила в редакцию 11.01.2000г.