

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
МНОГОФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ
КОНСТРУКЦИИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ**

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В настоящее время в промышленности происходит постоянное увеличение объема новых технических решений в области разработки новых конструкций изделий и методов их ускоренного внедрения в производство. Изделия становятся более сложными и высокоинтегрированными. В условиях современного конкурентного рынка продуктов снижение себестоимости производства и повышение производительности имеют основополагающее значение. Добиться же этого не представляется возможным без детального анализа технологичности конструкции изделия (ТКИ) на всех этапах его жизненного цикла [1].

В общем виде схему задач, связанных с обеспечением ТКИ можно представить в виде схемы, приведенной на рис.1

Причем под производственной ТКИ понимается приспособленность изделия к сокращению затрат ресурсов и времени на технологическую подготовку производства, процессы изготовления, сборки и монтажа изделия вне предприятия-изготовителя. Эксплуатационная ТКИ приводит к сокращению затрат ресурсов и времени на техническое обслуживание, текущий ремонт, хранение и транспортирование, диагностирование и утилизацию изделия. Ремонтная ТКИ касается области всех видов ремонта изделия кроме текущего.

Опыт ряда крупных промышленных предприятий показывает, что наибольший эффект по снижению себестоимости изделия достигается в момент его проектирования, когда работа конструктора идет параллельно с работой технолога по разработке процессов изготовления и сборки. В этот момент анализ изделия на технологичность позволяет внести изменения в конструкцию, приводящие к снижению себестоимости производства изделия на 60-70%, в то время как снижение затрат на само производство и сборку без изменения конструкции, как правило, не превышает 10-15% [2, 3].

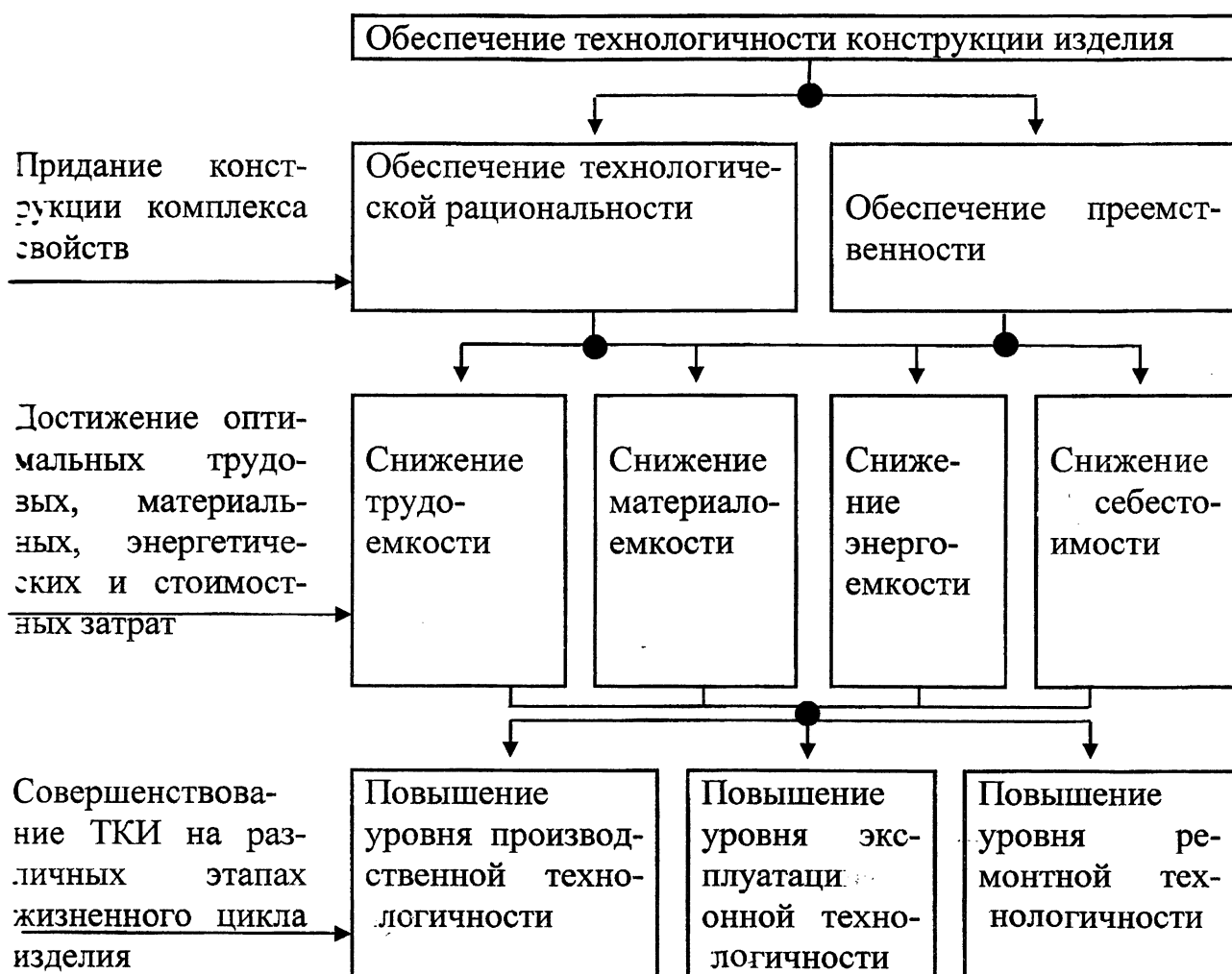


Рис.1.Схема задач по обеспечению ТКИ на всех этапах жизненного цикла изделия

Повышение уровня технологичности процесса сборки является составной частью производственной технологичности и оказывает значительное влияние на снижение общей себестоимости и трудозатрат изготовления изделия.

Кроме того, совершенствование конструкции сборочной единицы, с точки зрения ее упрощения, приводит и к другому снижению стоимости, которое трудно определить количественно. Примерами этого может быть снижение расходов в учете, снижение издержек на хранение записей, усовершенствование системы движения материалов и производственных потоков и другие виды экономии.

Таким образом разработка экспертной системы анализа конструкции изделия на технологичность изготовления и сборки, которая позволила бы конструкторам и технологам проводить эффективный анализ элементарных сборок/подборок проектируемых изделий, определять стоимость и время сборочных процессов, посредством анализа и определения эффективности процессов, выбирать наиболее экономичный способ изготовления и сборки для данного

изделия (ручная, механизированная или автоматизированная), является на наш взгляд актуальной.

Вместе с тем, к экспертной системе, чтобы она могла реально решать задачи совершенствования технологичности конструкции изделия и быть действительно востребованной специалистами предприятий, предъявляется ряд требований. Основные из них состоят в том, что система должна быстро давать результаты и быть проста и легка в использовании. Она должна позволять аккумулировать идеи, производить легкое сравнение альтернативных вариантов проектирования, гарантировать, что решения оцениваются логически, определять проблемные области производства и сборки и предлагать альтернативные подходы, чтобы улучшить производство и сборку изделий. Операции, которые легки для людей, могут быть неосуществимы для роботов или специальных сборочных машин, и операции, которые легки для машин, могут быть сложны для людей [4].

Исходя из вышеперечисленного, нами была разработан первый вариант экспертной системы, которая позволяет анализировать конструкции сборочных единиц на технологичность.

Структура предлагаемой системы приведена на рис.2 и состоит из пяти основных модулей:

- 1) Модуль сбора данных;
- 2) Модуль представления знаний;
- 3) Механизм умозаключений;
- 4) Модуль консультирования процесса проектирования сборки;
- 5) Пользовательский интерфейс.

Одной из проблем, с которой пришлось столкнуться при разработке базы знаний, явилось то, что большая часть экспертных знаний имеет расплывчатый и эвристический характер и зачастую используется на уровне подсознания. Главная трудность заключается в том, чтобы собрать и исследовать различные элементы знаний, использующиеся при разрешении проблемы, а также выразить эти знания в приемлемой форме в виде правил, алгоритмов и методик решения.

Предлагаемая экспертная система была разработана таким образом, чтобы обеспечивать возможность для конструкторов и технологов анализировать и модифицировать изделия на любом этапе проектирования. Она действует в полностью интерактивном режиме. Работа системы осуществляется посредством проведения ее пользователей через пять основных этапов: 1) определение технических характеристик деталей, сборочных единиц и изделия в целом; 2) выбор методов сборки; 3) анализ сборочной единицы на предмет сокращения количества деталей входящих в ее состав; 4) анализ маршрута сборочного процесса; 5) расчет затрат на сборку и оценка эффективности процесса сборки.

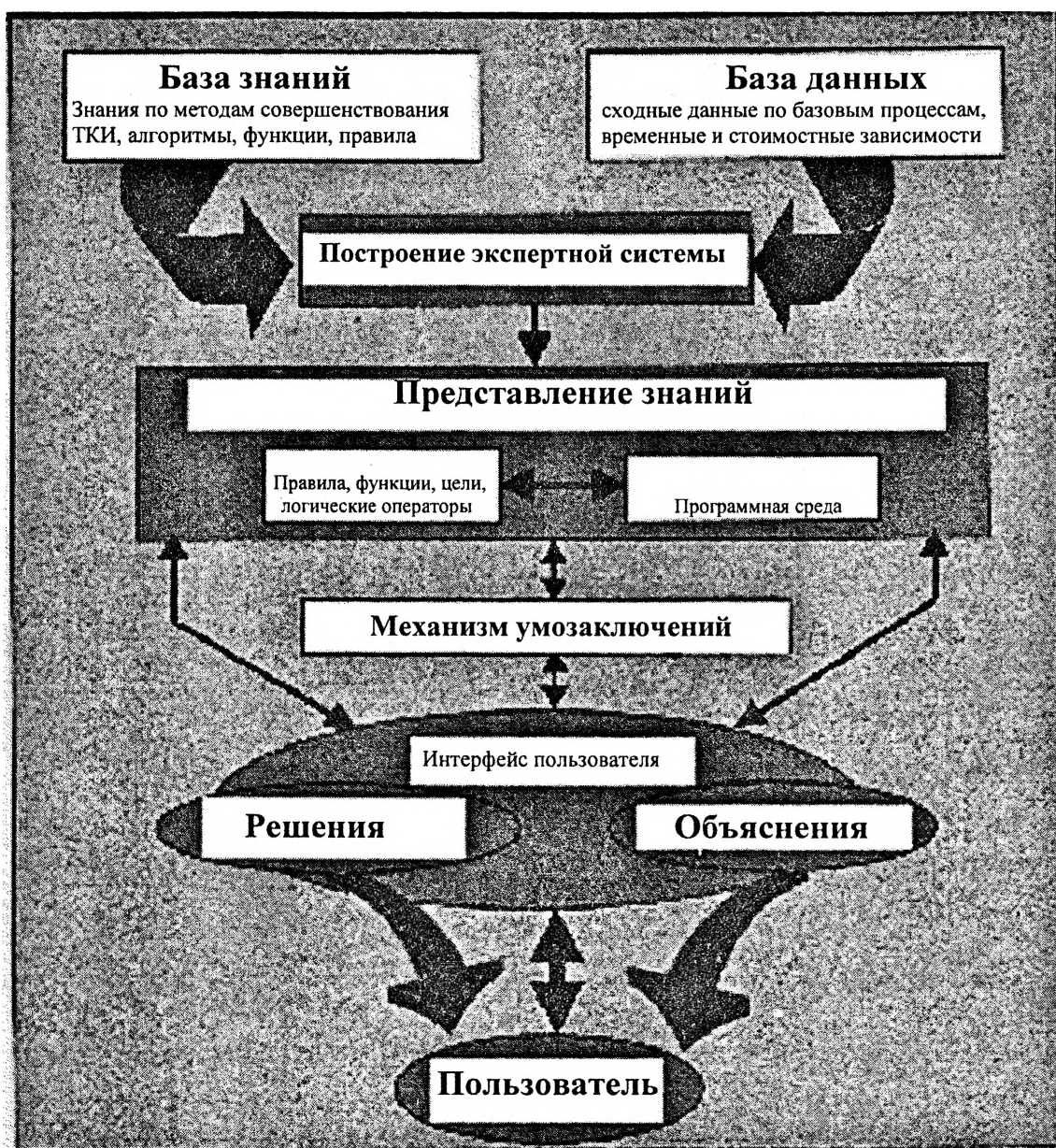


Рис.2. Структура экспертной системы

В процессе выполнения работы были четко сформулированы правила и составлен алгоритм определения метода сборки – ручная, механизированная, автоматизированная или с использованием промышленных роботов.

Для обеспечения эффективности процесса сборки важно учитывать структуру изделия в целом и конструкцию отдельных деталей, участвующих в сборочном процессе. Процесс сборки был подразделен на две отдельные области, манипулирование (захватывание, ориентация и перемещение деталей) и установка на место (сопряжение детали с другой деталью или группой деталей).

При разработке экспертной системы было важно определить факторы, влияющие на время выполнения сборочных работ и стоимость процесса сборки. Для этого потребовалось проведение детального анализа затрат на сборку, а

также установление зависимостей влияния решений, принимаемых на стадии проектирования сборочных единиц на стоимость сборочных работ.

Был произведен анализ и установлены зависимости влияния ряда факторов на время манипулирования и сопряжения деталей при сборке. Среди факторов были выделены и проанализированы следующие: симметрия собираемых деталей, габаритные размеры деталей, толщина детали, наличие и геометрические размеры фасок, вес детали, траектория движения детали в процессе сопряжения, необходимость удержания деталей при сборке, затрудненный доступ и ограниченная видимость места сопряжения деталей, конструкции головок винтов.

На рис.3 приведен один из примеров установленных зависимостей влияния вышеперечисленных фактов на время сборки.



Рис. 3. Влияние конструкции головки винта на операционное время при использовании метода ручной сборки

Разработанная экспертная система была апробирована при анализе сборочной единицы, состоящей из 35 деталей. Процесс упрощения конструкции изделия проходил оценку по критерию минимального количества деталей в изделии. Анализ позволил определить теоретически минимальное количество деталей в изделии, которое поддерживает функциональные возможности самого изделия. Когда вы определили и исключили ненужные детали, вы исключили ненужные расходы на производство и сборку. Было сокращено количество деталей в изделии до двадцати двух и снижена себестоимость изделия на 33, 78%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологичность конструкции изделия: Справочник/ Ю.Д.Амиров, Т.К.Алферова, П.Н.Волков и др. – 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1990.- с.12-21.
2. Boothroyd, G. and Dewhurst, (1987). Справочник по совершенствованию технологичности конструкции изделия. Wakefield,

RI.:Boothroyd Dewhurst, Inc.p.581 3. Nan-Shing Ong, Chee-kai chua and Eng-Wah Lee, (1997) "Геометрический анализ деталей по трехмерным твердотельным моделям для ручной сборки" Integrated Manufacturing Systems, P.137-146. 4. Е.Б.Вериго, Л.В.Курч Повышение точности проведения сборочных операций с использованием промышленных роботов.// Статья журнала "Автоматизация и современные технологии", Москва, "Машиностроение" 2000 г. С.8-11.

УДК 621.784:004

Горохов В.А.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕГУЛЯРНОЙ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь*

Проблема обеспечения качества изделий машиностроения является комплексной и требует одновременного решения теоретических, технологических, методических, метрологических, организационных, экономических и других задач, связанных с улучшением эксплуатационных свойств деталей и соединений машин. Одним из направлений технологического обеспечения эксплуатационных свойств деталей и соединений является регуляризация микрогеометрии их рабочих поверхностей путем отделочно-упрочняющей вибрационной обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД). Высоколегированные стали, титановые, никелевые, железоникелевые, некоторые алюминиевые сплавы меди и другие вязкопластичные металлы, применяемые при изготовлении деталей прецизионных изделий, по технологическим свойствам относятся к труднообрабатываемым материалам. По обрабатываемости эти материалы уступают стали 45 при резании в 2... 12,5 раза, а при ППД лишь на 4... 26%. Что свидетельствует о больших возможностях и высокой эффективности отделочно-упрочняющей технологии [9, 10, 11].

Традиционные способы резания и оценки шероховатости поверхности практически исчерпали свои технологические возможности и не обеспечивают требуемых свойств деталей, технического уровня и требуемых функциональных характеристик изделий. Особое место в характеристике микрогеометрии поверхностей прецизионных деталей и соединений занимают поднутренные неровности (ПН), возникающие на поверхностях труднообрабатываемых материалов при их отделке резанием. Эти неровности не фиксируются существующими щуповыми способами оценки шероховатости поверхности, что приводит