



Рисунок 3 – Опытно-промышленная установка лазерного раскроя

В общем виде предлагаемый процесс изготовления объемного объекта методом ТПС состоит из нескольких этапов: формирования компьютерной твердотельной 3D-модели изделия; программного рассечения геометрической модели набором плоскостей и автоматической раскладки сечений; трансляции графической информации о сечениях в сигналы управления раскройной головкой; автоматического расчета технологических параметров в зависимости от вида и толщины исходного материала; установки листа исходного материала на стол установки и автоматического его раскроя; ручной сборки слоев путем склейки и/или механического соединения; отделки поверхности путем механического съема выступов объекта либо заполнения впадин отделочными материалами.

Производительности одной опытно-промышленной установки вполне достаточно для обеспечения выпуска годовой программы модельной оснастки завода «ВИСТАН». Таким образом, в результате внедрения ТПС в модельное производство возможно сокращение потребных площадей в 10 раз, персонала в 3 раза, количества оборудования в 8 раз, энергоемкости в 20 раз.

#### SUMMARY

The critical analysis of modern manufacture of foundry models is executed. Lacks of existing recommendations on perfection of modelling manufacture are certain. Application LOM for manufacturing of wooden models is recommended. The installation, capable to replace modelling shop of the enterprise is offered.

УДК 658.512

### **АНАЛИЗ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ НА СОВРЕМЕННОМ СТАНКОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

***А.С. Фирсов***

Современное машиностроительное предприятие представляет собой многоцелевую производственную систему, гибко реагирующую на все изменения в производстве изделий машиностроения. При этом возрастающее многообразие деталей, составляющих узлы и сборочные единицы машин и агрегатов различного назначения, а также постоянно повышающаяся точность и качество реализуемых ими функций приводят к изменению тенденций развития современного станкостроительного производства. Как следствие, эти изменения влекут за собой

изменения в конструкторской и технологической подготовке производства металлорежущих станков. Основными направлениями развития современного станкостроения являются:

- 1) автоматизация металлорежущих станков и методов их проектирования;
- 2) повышение точности и качества обработки деталей на станках;
- 3) повышение скоростных и динамических характеристик станков;
- 4) максимальное использование в станках унифицированных и нормализованных сборочных единиц и узлов;
- 5) применение систем числового компьютерного управления приводами и станком в целом;
- 6) повышение качества и конкурентоспособности разрабатываемых металлорежущих станков.

Автоматизация в станкостроительной отрасли включает комплекс мероприятий, позволяющих вести производственные процессы при минимальном участии человека. При этом она осуществляется по трем основным направлениям: 1) автоматизации конструкторской подготовки производства; 2) автоматизации технологической подготовки производства; 3) автоматизации производственных процессов.

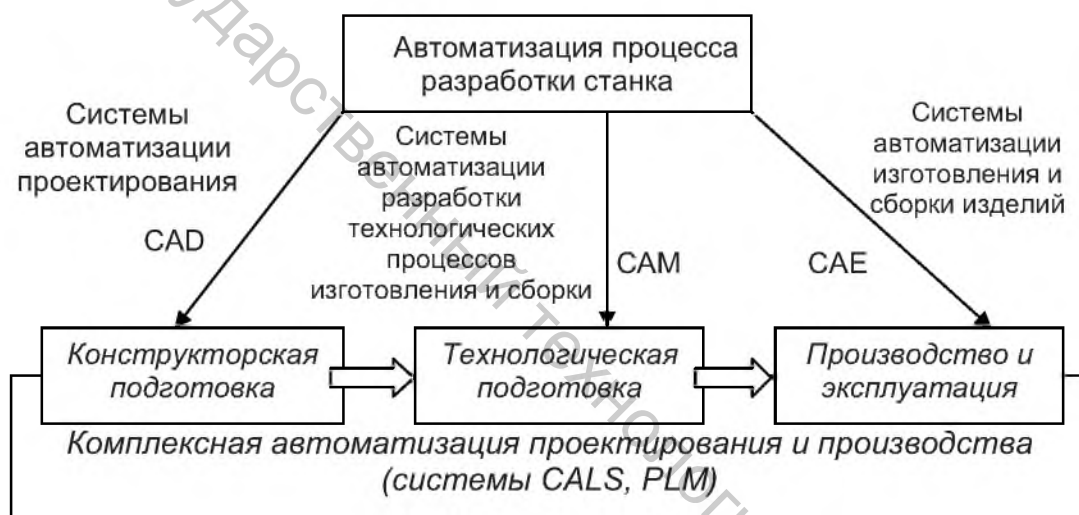


Рисунок 1 – Общая схема автоматизации процессов проектирования и производства металлорежущих станков на станкостроительном предприятии

В последнее время получают распространение станки с высокой степенью автоматизации управления, контроля, загрузки и разгрузки, смены инструмента, полналадки станка, удаления стружки и т.д. При этом для автоматизации станков используют электроавтоматику и иногда гидравлические и пневматические устройства. Для автоматизации массового и крупносерийного производства применяют автоматы, полуавтоматы, специальные и агрегатные станки, автоматические линии. В серийном, мелкосерийном и единичном производстве широкое распространение получили универсальные станки с ЧПУ, управляемые персональными ЭВМ, а также многооперационные станки (обрабатывающие центры) с ЧПУ и автоматической заменой инструмента. Для автоматизации процессов смены инструментов и заготовок применяются манипуляторы (промышленные роботы), преобразующие станки в гибкие производственные модули.

Современное станкостроение отличается созданием станков высокой точности. Доля прецизионных станков с каждым годом растет, впрочем, как и требования, предъявляемые к ним. В этих станках находят применение направляющие качения, гидростатические и аэростатические направляющие и опоры в шпиндельных узлах, передачи винт-гайка качения, различные демпфирующие устройства и т.д. При

этом управление процессом обработки осуществляется с помощью управляемых сервоприводов по заданным управляющим программам от систем ЧПУ. Точность позиционирования на таких станках может составлять 3-10 мкм при скоростях перемещения 100-300 м/мин [1]. Появление новых методов обработки материалов (ультразвукового, электроискрового, анодно-механического, электрохимического и др.) привело к появлению соответствующих станков.

Расширение номенклатуры материалов обрабатываемых деталей (от сталей до пластмасс и композиционных материалов), появление новых материалов режущих инструментов и стремление к большей универсальности станков общего назначения (токарных, фрезерных, шлифовальных) привело к увеличению диапазонов регулирования частот вращения, двойных ходов, подач. При этом использование систем бесступенчатого регулирования (в том числе систем с ЧПУ) скоростей главного движения и подач позволило обрабатывать заготовки на более выгодных режимах резания, изменяя их в процессе работы станка. В свою очередь, распространение мехатронных систем (использование так называемых прямых приводов), управляемых с помощью ЧПУ, привело к созданию принципиально новых концепций станков (гексаподов).

Для современного станкостроения характерно максимальное использование нормализованных и стандартных узлов и деталей и возможна большая их унификация, что повлекло за собой развитие метода агрегатирования и создания гамм станков в виде нормального ряда типоразмеров с максимальной унификацией узлов и деталей. С целью снижения металлоемкости в современных станках стали применять металлозаменяющие материалы (пластмассы, полимерные материалы и пр.). Так, получили распространение полимербетонные конструкции станин и других базовых деталей, что способствовало повышению их демпфирующих способностей и возможности отказа от фундамента.

Значительное внимание уделяется повышению качества и конкурентоспособности выпускаемых станков. Основная проблема, возникающая при этом, заключается в том, что эти задачи возникают уже на этапе проектирования станка, а оценить их можно только на этапе послепродажной эксплуатации [2]. На рис.1 представлены степень риска (а) при создании станка и затраты (б) на этапах его жизненного цикла. Проблема достижения качества и конкурентоспособности металлорежущих станков решается по нескольким направлениям, связанным с процессом проектирования нового станка и организационно-технологическими мероприятиями его изготовления. Во-первых, целесообразно осуществлять разработку не одной машины, а гаммы станков, состоящих из отдельных, часто повторяющихся агрегатов, представляющих самостоятельные узлы. При этом агрегатно-модульный принцип проектирования позволяет удовлетворить разнообразные запросы конкретных потребителей машинами, различными по исполнению и типоразмерам. Хотя объемы заказов на отдельные станки могут быть небольшими, но, благодаря повторяемости использования одних и тех же или подобных узлов в разных станках, потребность в отдельных узлах оказывается существенно выше, и они могут изготавливаться достаточно крупными партиями. Во-вторых, организационно-технологические мероприятия должны быть также направлены на сокращение сроков выполнения заказов и повышение гибкости производства при неизменном уровне качества производимого оборудования.

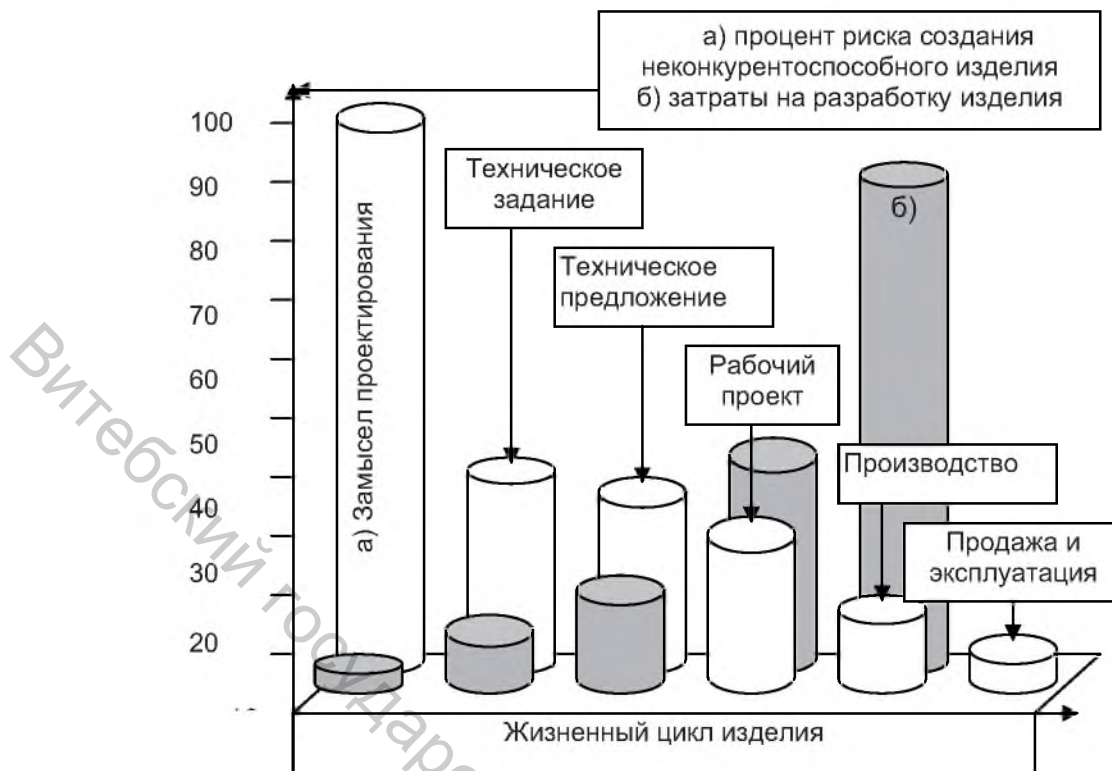


Рисунок 2 – Риск (а) и затраты (б) на создание нового металлорежущего станка на этапах его жизненного цикла

Основными задачами конструкторской подготовки производства являются создание новых и совершенствование имеющихся изделий с высокими параметрами качества в заданные сроки и с наименьшими затратами. При этом конструкторская подготовка производства на станкостроительных предприятиях включает следующие этапы.

I. **Техническое задание** обосновывает те новые качества, которыми должен обладать проектируемый станок. Основные требования к составлению технического задания регламентированы ГОСТ 2.105 – 95.

II. **Техническое предложение** разрабатывается по ГОСТ 2.118 – 73 с целью выявления дополнительных или уточненных требований к изделию (технических характеристик, показателей качества и др.), которые не могли быть указаны в техническом задании, и это целесообразно сделать на основе предварительной конструкторской проработки и анализа различных вариантов изделия. Техническое предложение разрабатывается в случае, если это предусмотрено техническим заданием.

III. **Эскизный проект**, согласно ГОСТ 2.119 – 73 содержит предварительную конструкторскую проработку всех основных узлов и является развитием технического предложения. При этом анализируются различные варианты возможных конструкторских решений, оптимизируются важнейшие параметры и характеристики станка.

IV. **Технический проект** конструктор разрабатывает с соблюдением требований ГОСТ 2.120 – 73. На стадии технического проекта разрабатываются компоновочные чертежи и чертежи внешнего вида станка, эскизы рабочих чертежей узлов и сложных поверхностей, влияющих на внешнюю форму станка, изготавливается модель или макет станка, выбираются отделочные материалы и выполняется экономическое обоснование полученного технического решения.

V. **Разработка рабочей документации** осуществляется согласно ГОСТ 2.102 – 95.

Особенностью любого проектирования является то, что значительную часть этого процесса составляют формальные процедуры. Например, при

проектировании металлорежущего станка трудоемкость формальных процедур (сбор информации, различные расчеты, разработка рабочей конструкторской документации) составляет около 60% общей трудоемкости проекта [3]. Несмотря на существенную долю в общем объеме работ, эти процедуры не определяют основные качественные характеристики технического объекта, т.е. его проектные критерии, хотя и улучшают проект, главным образом, за счет уменьшения ошибок. Отсюда возникает *первая предпосылка к автоматизации* проектирования. Однако автоматизацией только формальных процедур достигнуть высокого качества проектирования станков достаточно трудно. Высокие результаты могут быть получены лишь при комплексной автоматизации системы проектирования, включающей как формальные, так и неформальные процедуры. Автоматизация последних при этом подразумевает диалог проектировщика и ЭВМ, в результате которого находится оптимальное техническое решение. Возможность нахождения такого решения является *второй предпосылкой автоматизации* процесса проектирования, так как применение ЭВМ позволяет расширить диапазон сравниваемых технических решений на основе количественных оценок их качества.

Проектирование таких сложных технических систем, как станки, всегда ведется в условиях, когда и объект проектирования, и сам процесс проектирования расчлняются на иерархические уровни. Такими уровнями применительно к объекту являются агрегаты, узлы, детали и т.п. Уровнями процесса проектирования являются его стадии: техническое задание, техническое предложение, эскизный и технический проекты. Указанные условия определяют такую специфику проектирования, когда на каждом уровне ведется работа по синтезу системы, элементы которой полностью не определены. Например, компоновка станка выбирается до того, как конструктивно разработаны его узлы. Аналогичное положение имеет место на всех уровнях проектирования. Это приводит к тому, что при подробной разработке элементов, как правило, возникает возможность улучшения системы. Однако эта возможность чаще всего не используется из-за большого объема изменений проекта. Автоматизация проектирования позволяет вносить изменения в проект практически на любой стадии и без ограничения их объема. Это обстоятельство является *третьей предпосылкой автоматизации* проектирования. *Четвертой предпосылкой* является тот факт, что хранение, переработка и использование огромного количества справочной информации, которая при проектировании необходима конструктору, наилучшим образом могут быть реализованы с помощью ЭВМ (САПР, СУБД).

Развитие автоматизированного проектирования происходит под влиянием, с одной стороны, постоянного процесса совершенствования компьютерной техники, с другой стороны, лучшего понимания самого процесса проектирования (например, появление новых принципов и алгоритмов поиска решений) и места в нем ЭВМ. В настоящий момент термин «автоматизированное проектирование» применяется только к системам автоматизированного проектирования (САПР), которые характеризуются следующими принципами построения:

- 1) постоянным взаимодействием человека и ЭВМ в процессе проектирования, осуществляемым с помощью диалоговых средств. При этом конструктор решает неформализуемые задачи и задачи, которые он решает более эффективно, чем ЭВМ;

- 2) необходимостью комплексной автоматизации всех уровней проектирования. Если этот принцип не выдерживается, то эффективность автоматизации проектирования резко снижается или может отсутствовать вообще. При этом системы автоматизированного проектирования конструкции и технологического процесса ее изготовления должны быть едины. Учитывая широкое распространение станков с ЧПУ, к этим системам следует добавить возможность автоматизированного формирования управляющих программ для обработки заготовок на технологическом оборудовании. В настоящий момент разработаны и

внедрены в производство системы CAD/CAM/CAE, реализующие перечисленные требования;

3) возможностью совершенствования системы автоматизированного проектирования, при этом процесс совершенствования должен проходить поэтапно, с заменой отдельных модулей новыми. Совершенствование системы связано с развитием вычислительной техники, математического обеспечения и проектируемых объектов;

4) необходимостью полной информационной согласованности всех частей автоматизированной системы, что подразумевает отсутствие вмешательства человека в переработку информационных массивов при переходе от одной группы задач к другой. За конструктором остается только исключительное право принятия окончательного решения по основным этапам проектирования станка и внесения необходимых корректив в его конструкцию;

5) необходимостью мощного развивающегося информационного обеспечения автоматизированной системы проектирования, которое должно включать разнообразные сведения справочного характера, а также результаты проектирования, используемые на последующих этапах или других проектах. К числу справочных данных относятся информационные массивы, содержащие значения параметров стандартизированных и унифицированных изделий (деталей, узлов, агрегатов), сведения из ГОСТов и других стандартов.

Системы автоматизации, основанные на этих принципах построения, позволят значительно усовершенствовать и повысить эффективность процесса конструкторской подготовки производства на станкостроительных предприятиях.

#### Список использованных источников

1. Бушуев В.В. Тенденции развития мирового станкостроения // СТИН, №8, 2002. С. 66-76.
2. Гудков А.Г. Этапы разработки и производства высокотехнологичного наукоемкого изделия // Известия вузов. Машиностроение, №8, 2002. С. 20-25.
3. Брюханов В.Н. Методология разработки структурно-компоновочных решений автоматизированных производственных систем // Автоматизация и современные технологии, №4, 2006. 20-23.

#### SUMMARY

The article is devoted to an actual problem, automation of design preparation of machine-tool constructing manufacture. The basic tendencies of development of machine-tool constructing branch are described and the structure of process of design preparation of manufacture of metal-cutting machine tools is revealed. The basic preconditions forming an opportunity and necessity of automation of process of designing of metal-cutting machine tools at the enterprise are revealed. Main principles of construction of systems of the automated designing of metal-cutting machine tools are stated.

УДК 621 : 658.5

### **АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СТРУКТУР СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

***Д.Н. Свирский***

Основная задача деятельности любого (в том числе машиностроительного) предприятия – обеспечение его производственно-финансовой устойчивости как базы устойчивости организационно-экономической [1]. Под устойчивостью и в том,