

Б. С. ПАДУН

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОГО И СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассматриваются подходы к обеспечению требуемой функциональной точности изделия, детали и сборочные единицы которого изготовлены с существенно меньшей точностью. Предложены способы организации производственных процессов на основе информационных технологий, прогноза изменения свойств технологического оборудования и метода адаптивно-селективной сборки.

*Ключевые слова:* интеграция, информационные технологии, методы организации производства, перспективный прогноз.

**Введение.** Перед современным производством стоит задача выпуска в короткий срок небольшими партиями изделий высокой функциональной точности. Унификация и организация группового производства позволяют обеспечить выпуск небольших партий изделий в заданные сроки, а требуемая точность достигается при традиционных методах изготовления усложнением технологического оборудования и использованием информационных и измерительных технологий. Но как только требуемая функциональная точность изделий (приборов и машин) превзошла точность обрабатывающего и сборочного оборудования почти на порядок, возникла проблема достижения заданного качества изделий при их изготовлении. Метод селективной сборки обеспечивает требуемое качество изделий из деталей, точность изготовления которых значительно меньше требуемой функциональной; он обеспечивает низкую себестоимость изготовления изделия, но эффективен только в массовом производстве.

**Возможные подходы к повышению функциональной точности изделий:**

1) повышение точности обрабатывающего и сборочного оборудования, но этот способ дорог и ограничен физическими возможностями механического оборудования;

2) применение в сборочных процессах информационных и измерительных технологий. Здесь следует выделить два способа, первый основан на измерении, анализе и компенсации погрешности во время сборки. Такой способ удобен: в общем случае требуется включить в технологический процесс сборки измерительную и компенсирующую операции и в случае необходимости разработать программную систему анализа погрешности и формирования управляющего воздействия на компенсирующее оборудование. Но он не всегда может быть реализован либо приводит к ощутимой потере производительности, например, в сборке оптических изделий.

Второй способ основан на интеграции процессов управления сборочным и механическим производством. В этом случае все поступившие на сборку детали, от которых зависит функциональная точность, измеряются, и строятся законы распределения размеров деталей. Если точность не обеспечивается поступившими деталями, то по линии обратной связи на оборудование с программным управлением механического производства передаются корректирующие воздействия, что позволяет сместить поле допуска при изготовлении новых деталей и повысить процент изделий требуемой точности. Такой способ получил название „адаптивно-селективная сборка“ [1], при этом снижается доля деталей, которые не могут быть использованы для сборки качественного прибора. Способ требует специального программного обеспечения, оперативной связи между производственными подразделениями и применения оборудования с программным управлением [2, 3]. При использовании такого способа сборочная операция определяет технологию изготовления его комплектующих, а именно деталей и сборочных единиц, но область применения адаптивно-селективной сборки — крупносерийное производство;

3) разработка принципиально новых технологических методов выполнения операций. В первую очередь это касается аддитивных технологий, которые позволяют не только „выращивать“ детали сложной конфигурации, но и обеспечивать выдерживание размеров сложных сочленений деталей, изготовленных из разных материалов. Например, в узле „линза в оправе“ оправка должна выращиваться из достаточно твердого материала, линза — это оптическая деталь, которая изготовлена из оптического стекла и включается в узел как элемент, а между линзой и оправкой выращивается промежуточный слой;

4) построение единой интегрированной производственной системы, включающей технологическую систему, которая объединяет все технологическое оборудование и автоматизированные системы (АС) проектирования.

**Интегрированная технологическая система (ИТС)** должна иметь возможность изменять свои свойства во время функционирования. Зависимости поведения оборудования ИТС во времени формируются при изготовлении разных изделий и имеют общий характер. По полученным зависимостям через определенные интервалы времени корректируются программы работы оборудования ИТС, в отличие от адаптивно-селективной сборки, при которой корректировка программы может выполняться только во время сборки. Все действия по накоплению и анализу данных, формированию правил изменения технологии во время изготовления изделий выполняются системой автоматизированного проектирования (САПР) технологической подготовки производства (ТПП). Следовательно, обеспечивается интеграция САПР ТПП и систем управления технологическими процессами литья, механической обработки и сборочного производства (рис. 1). Такую принципиально новую организацию производства назовем „организацией производства перспективного прогноза“.

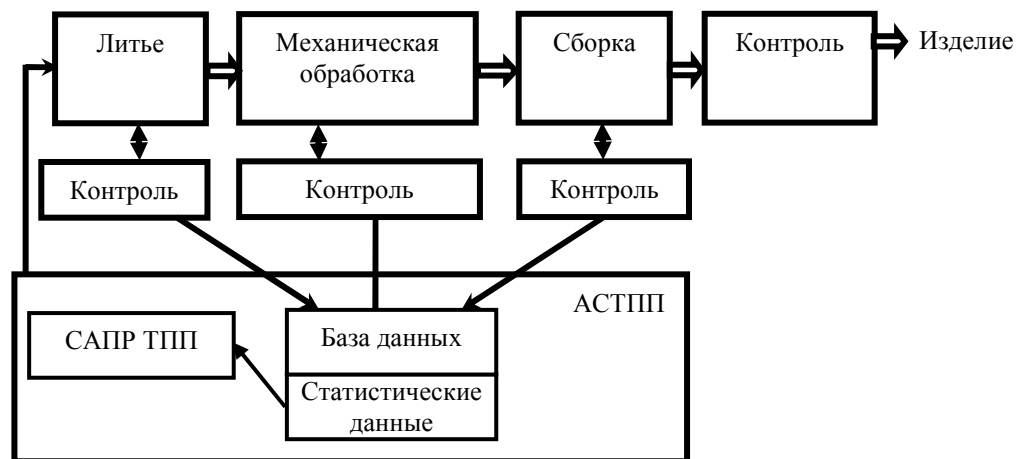


Рис. 1

Необходимо отметить, что предложенный подход хорошо сочетается с адаптивно-селективной сборкой. Сначала корректировка технологии осуществляется на базе прогноза изменения свойств ИТС, а затем — на базе измерений изготовленных деталей. В этом случае объем незавершенного производства уменьшается, и такой подход можно применить для серийного и даже мелкосерийного производства, обеспечивая заданную функциональную точность изделия и снижение себестоимости изделия.

**Интегрированная система проектирования**, в общем случае, объединяет исследовательские, проектные, конструкторские, технологические, организационные работы и работы по управлению качеством продукции. Такая интеграция обеспечивает управление процессами развития текущих и проектируемых технологических процессов в зависимости от состояния ИТС и изготавливаемого изделия (рис. 2) [4].

Высокая степень интеграции производственной системы закладывается еще на этапе конструкторской подготовки производства (КПП), когда проводится анализ функциональных

и эксплуатационных требований к изделию, анализ возможности использования изделий-аналогов на основе проведенной унификации, разрабатывается конструкция будущего изделия. При этом используется опыт предшествующих разработок.

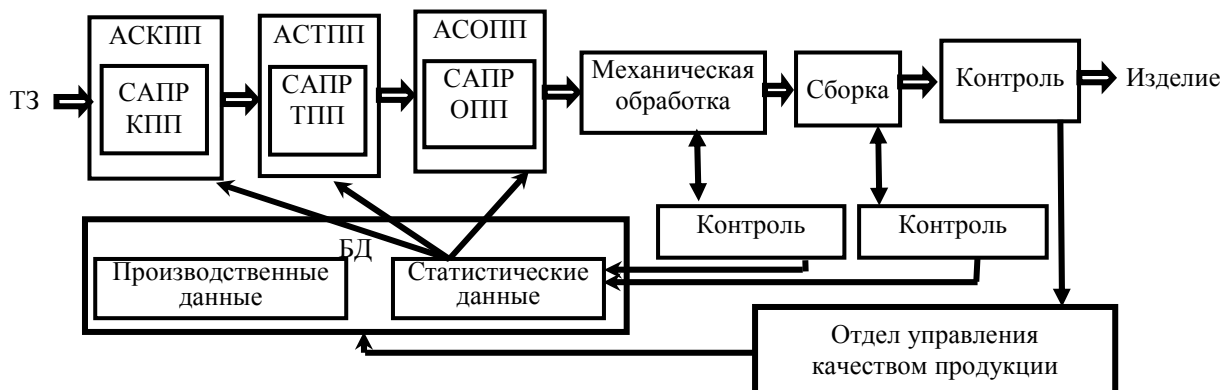


Рис. 2

Технологическая подготовка производства (ТПП) — это основной этап создания и поддержки интеграции. На основе перспективного прогноза:

— создается цифровое производство. Постоянное накопление статистических данных обеспечивает управляемость ходом проектирования технологических процессов (ТП) и изготовления при частой сменяемости номенклатуры изделий и уменьшении серийности;

— обеспечивается заданная функциональная точность при проектировании ТП, так как принятие технологических решений основывается на данных о реальном состоянии производства в текущий момент времени;

— рассчитываются допуски и межоперационные припуски с учетом динамических погрешностей оборудования.

Организационная подготовка производства (ОПП) обеспечивает создание специализированных производственных подразделений. Специализация сокращает время на адаптацию новых изделий к условиям конкретного производства, повышает эффективность использования ИТС, позволяет выбирать управляющие воздействия, обеспечивающие преимущество принятых технологических решений.

На этапе управления качеством изделие и отдельные его компоненты подвергаются контролю (измерению), результаты измерений помещаются в базу данных (БД). На основе полученных данных решаются задачи повышения качества продукции без существенного увеличения себестоимости его изготовления.

Так как процесс изготовления характеризуется наличием некоторого незавершенного производства, то накапливаются данные о незавершенном производстве. На основании статистических данных определяются и/или уточняются закономерности протекания процессов, формируются управляющие воздействия для всех систем подготовки производства.

В том случае, когда требуется изготовить изделие, уже спроектированное и отработанное на данном предприятии, процесс начинается с непосредственного изготовления изделия. Если в процессе изготовления выявляется необходимость корректировки тех или иных свойств изделия или ИТС, то статистические данные анализируются и активизируются соответствующие обратные связи.

**Заключение.** Процессы интеграции механического и сборочного производства базируются на исследовании изменений параметров среды, технологического оборудования, инструмента, оснастки, деталей и сборочных единиц изделия с последующей адаптацией технологических процессов к этим изменениям во время изготовления изделия с целью обеспечения заданного функционального качества приборов и машин и высокой производительности.

Для обеспечения интеграции требуются оборудование с программным управлением, автоматизированные системы управления технологическими процессами и системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий. При этом в производстве наряду с известными методами групповой технологии должны применяться принципиально новые методы адаптивно-селективной сборки и организации производства перспективного прогноза. Новые методы основаны на широком использовании в технологическом процессе метрологических операций, обеспечивающих высокую оперативность анализа и адаптацию технологических систем в процессе изготовления изделия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Zocher K.-P.* Adaptive und Selektive Montage in der flexiblen Fertigung. Informationsmaterial TU Ilmenau, 2002.
2. *Падун Б. С., Латыев С. М.* Интегрированная система автоматизации сборки микрообъективов // Изв. вузов. Приборостроение. 2010. Т. 53, № 8. С. 34—39.
3. *Падун Б. С., Рябов М. А.* Организация управления технологической системой автоматизированной линии сборки микрообъективов // Науч.-техн. вестн. СПбГУ ИТМО. 2011. Вып. 5 (75). С. 100—104.
4. *Падун Б. С., Свердлина И. И.* Новый подход к организации технологической подготовки производства с элементами управления точностью // Инструмент и технологии. 2004. № 21—22.

#### *Сведения об авторе*

**Борис Степанович Падун** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: bsp.tps.ifmo@mail.ru

Рекомендована кафедрой  
технологии приборостроения

Поступила в редакцию  
09.04.14 г.

УДК 004.896

Н. Е. Филюков

### СИСТЕМА АДМИНИСТРИРОВАНИЯ WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрена ТИС-Админ — подсистема удаленного администрирования автоматизированной системы технологической подготовки производства, обеспечивающая управление web-сервисами технологического назначения, а также предоставляющая функционал для их взаимодействия.

**Ключевые слова:** АСТПП, ТИС, система администрирования, web-ориентированная, web-сервисы, мультиагентные технологии.

Одним из важнейших этапов жизненного цикла изделия является технологическая подготовка производства (ТПП), уровень которой во многом определяет качество конечного продукта, сроки его выхода на рынок и конкурентоспособность предприятия в целом. Одним из главных направлений совершенствования ТПП изделий является создание автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) [1].

Расширенные (виртуальные) предприятия являются одной из форм кооперации множества организаций. Такой подход к организации производства имеет большой потенциал, так как позволяет уменьшить стоимость и ускорить выпуск продукции [2]. Но для качественной