

УДК 621.9.06

МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОГО ПРОИЗВОДСТВА

Костоломов Э.Ф.

Рассмотрены методы и средства ускоренной технологической подготовки многономенклатурного производства.

Позиции, которые страна будет занимать в мировом сообществе, ее положение на рынках во многом определяются способностью интенсифицировать в новых условиях процессы создания, освоения и постановки на производство новых, и прежде всего, – наукоемких изделий. Проблема создания и освоения в короткие сроки новых поколений современной конкурентоспособной техники обуславливает как требование динамичного повышения технических характеристик изделий, сложности и наукоемкости проектных (в том числе технологических) решений, так и необходимость существенного совершенствования в целом методологии технологического обеспечения всего цикла “разработка–производство” и, особенно, на этапе технологической подготовки производства (ТПП).

Особенности формирования методологии интенсификации ТПП в современных условиях, как фрагмента единой интегрированной системы технологического обеспечения общего цикла “разработка–производство”, вытекают из результатов анализа тенденций эволюции основных характеристик изделий и технологии (и прежде всего – наукоемких изделий) в течение последних 50-ти лет. Именно специфика динамично и радикально изменяющихся теперь изделий и производства, их характеристик и свойств определяют особенности построения новых, отвечающих современным условиям, методов интенсификации технологического обеспечения этапов разработки и освоения новых изделий, как звеньев единого интегрированного цикла.

1 ТЕНДЕНЦИИ ЭВОЛЮЦИИ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИИ

Наиболее характерной для современного периода является тенденция сокращения периода смены поколений техники, которая проявляется на фоне систематически возрастающей сложности и наукоемкости изделий и технологии, а также расширения видов изделий и технологических методов. На рисунке 1 приведена схема, иллюстрирующая тенденции роста разнообразия изделий и увеличения их сложности на фоне сокращения периода смены новых образцов. Наблюдается также тенденция увеличения общей трудоемкости и стоимости создания новых изделий, что иллюстриру-

ется схемой, приведенной на рисунке 2. Высокий темп роста затрат здесь обусловлен высоким темпом повышения сложности выполняемых функций и технических характеристик, достигаемых за счет повышения сложности и наукоемкости конструкций и систем. Несмотря на постоянное стремление ускорить и форсировать разработки новой техники, сроки ее создания также систематически увеличиваются, что иллюстрируется графиками, приведенными на рисунке 3.

Для современного этапа научно-технического развития, характерной особенностью также является возможность сочетания динамично возраста-

ющего разнообразия технических устройств, расширения и обновления их номенклатуры с систематически растущим выделением однородных, функционально или технологически подобных для различных изделий и систем элементов, деталей и узлов. Это подтверждается даже самым общим анализом особенностей развития микроэлектроники как направления, фокусирующего различные факторы и особенности ускорения научно-технического

прогресса. На начальном этапе развитие микроэлектроники характеризовалось превышением темпов роста абсолютной стоимости изделий над темпом роста их основных функциональных параметров, в результате чего доля затрат на единицу этих параметров увеличивалась (рисунок 4). Однако, начиная с определенного периода, негативная тенденция была изменена и при дальнейшем повышении сложности (примерно, начиная с этапа со-

Рисунок 1 – Тенденции эволюции характеристик изделий

Рисунок 2 – Тенденции эволюции затрат на создание космических и летательных аппаратов

Рисунок 3 – Тенденции эволюции длительности периодов проектирования управляющих комплексов

Рисунок 4 – Тенденции изменения удельной стоимости изделий микроэлектроники

здания микропроцессоров) удельная стоимость единицы функционального параметра стала падать, что показывает возможность изменения негативно-го характера превалирующей пока тенденции увеличения длительности и стоимости постановки на производство новых изделий. Следовательно, именно эти факторы и должны быть приняты за основу при изыскании новых форм, методов и средств технологического обеспечения, адекватных новой технико-производственной среде.

2 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА УСКОРЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Комплекс взаимосвязанных технологических процедур, методов и средств, выделенных в систему ускоренной технологической подготовки производства (УТПП) и направленных на ускоренное обеспечение производства новых изделий технологической документацией и технологической оснасткой, сформирован с учетом принципов классификации и системного группирования объектов производства, системно-интегральной типизации (СИТ) технологических решений и разделения процесса подготовки на два этапа: предварительный и текущий.

На предварительном этапе осуществляется комплекс работ по СИТ технологических решений, а также ряд технологических мероприятий по постановке методов и созданию средств ускоренного технологического проектирования и обеспечения производства технологической документацией и оснасткой. Основной методический принцип, исходя из которого формируются процедуры разработки средств ускорения ТПП на базе СИТ, заключается в переходе от индивидуального подхода к принятию технологических решений для "бесконечного" (практически необозримого) числа объектов, производства к ТПП на базе типовых решений при конечном (обозримом) числе выделенных типов объектов производства, что позволяет в подавляющем большинстве случаев исключить выполнение повторяющихся с каждым новым изделием подобных проектно-технологических работ за счет их выделения и типизации. Реализация отмеченных положений переводит процесс решения основных задач ТПП из, в основном, последовательного в преимущественно последовательно-параллельный. Для реализации последовательно-параллельной схемы ТПП и постоянного выполнения (в условиях частой смены объектов производства) работ предварительного этапа осуществляется функциональная перестройка подразделений ТПП с выделением соответствующих структурных ячеек системной разработки средств ускоренной ТПП.

Методы ускоренного технологического проектирования в этом случае строятся исходя из принципа СИТ технологических решений (СИТ ТР), предусматривающего выделение повторяющихся технологических элементов, типизации их и документирования в виде массивов системно-органи-

зованной типовой технологической документации универсального назначения (ТТДУН), которая предназначена для информационной поддержки текущего технологического проектирования.

В условиях СИТ ТР применяются различные методы ускоренного проектирования технологических процессов, что обусловлено как разнообразием форм ТТДУН, так и возможностью применения различных видов индивидуальных технологических документов, что необходимо для учета различной степени организационной и психологической готовности предприятий к переходу на качественно новые формы документации и методы работы. На начальной стадии перестройки системы ТПП на базе принципов СИТ в течение переходного периода могут применяться самостоятельные индивидуальные техпроцессы первого вида (ИТП-1), которые применяются в производстве без ссылок на типовые документы (технологические нормал). Эти технологические процессы разрабатываются путем доработки типовых и "немых" технологических операций с дополнением при необходимости специальными операциями. Особенностью этого вида документации является традиционная автономность ИТП, т.е. наличие для каждого объекта производства отдельного, содержащего детальную информацию технологического процесса привычной формы. К числу недостатков такой документации следует отнести большой объем ИТП, включающий полный (не всегда необходимый) текст многократно повторяющихся подобных типовых технологических операций. Эффективность автоматизации технологического проектирования на основе методов, базирующихся на ИТП-1, снижается из-за того, что большую часть машинного времени ЭВМ работает в режиме печатающего автомата.

Основной формой рабочей технологической документации в системе УТПП является второй вид ИТП. ИТП второго вида (ИТП-II) разрабатывается не как самостоятельные документы, а как дополнения к типовым. Они содержат ссылки на обозначения наименования и перечень типовых операций в технологической последовательности изготовления данного объекта производства. Указываются, при необходимости, конкретные исполнительные размеры, обозначения специального оснащения и другие данные, которые обусловлены параметрами конкретного компонента изделия. В случае необоримости в ИТП-II включаются также технологические операции, которые отсутствуют в типовых технологических процессах или не охвачены при СИТ. Порядок прохождения такого ИТП предполагает изучение и освоение рабочим технологических приемов в пределах всего закрепленного пакета типовых технологических операций или процессов как предмета его квалификации, предварительное ознакомление с содержанием подлежащих выполнению операций и выполнение их в соответствии с конкретными указаниями ИТП. С позиций традиционного подхода такой порядок иногда относят к числу недостатков. Однако широкая практика применения такого вида доку-

ментации показала, что необходимость пользования двумя документами возникает нечасто и практических затруднений не вызывает. Более того, общеобразовательный уровень рабочих давно позволяет отойти от архаических традиционных форм технологической документации первого вида, созданной в совершенно иных производственных условиях и закреплённой в результате бюрократизации процедур инженерно-технологического обеспечения производства. Проявляющееся ещё предубеждение к новым формам технологической документации основано больше на инерционно-психологических факторах, чем на практических. Ссылки на необходимость детальной разработки ИТП в связи с возможностью в случае точного нормирования также опровергаются практикой, которая показала, что в условиях многокомпонентного производства с частой сменой объектов наиболее рациональной формой нормирования являются типовые нормы, сформированные на основе типовых технологических решений.

К числу бесспорных достоинств методов технологического проектирования, базирующихся на ИТП-II, следует отнести их простоту, максимум стандартизации и минимальный объём индивидуальной документации, что немаловажно в условиях возрастающей компонентности объектов производства. СИТ технологических решений и массовое применение в производстве ИТП-II являются формами технологического проектирования, наиболее адекватными новым технико-производственным условиям и создающими все более необходимые предпосылки для радикального перехода к высокоэффективной автоматизации технологического проектирования в силу следующих обстоятельств:

- системно-интегральная типизация элементов технологии, по существу, является эффективным методом выявления и документирования закономерностей и правил построения технологических процессов в рамках данного вида технологии. Типизация элементов технологии есть не что иное как преобразование информации о технологических переходах, операциях и маршрутах в сторону ее уменьшения (сворачивания, агрегирования). И то, и другое, как известно, является неотъемлемой частью алгоритмизации при автоматизации технологического проектирования,

- классификация технологических операций и маршрутов, наличие массивов типовых технологических решений, охватывающих определенные категории работ или объектов производства, фиксируют всю необходимую информацию для построения баз данных в концентрированном, достаточно формализованном виде;

- выделение инвариантной информации в массивы типовых технологических операций позволяет исключить необходимость ее многократной печати и тем самым: повысить производительность ЭВМ, обеспечить возможность организации простой и гибкой системы коррекции технологиче-

ской информации; создать предпосылки для перехода к "безбумажной" технологии.

Второй вид технологической документации соответствует новым технико-производственным условиям и должен в итоге полностью вытеснить традиционный – первый вид ИТП.

3 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА УСКОРЕННОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Основным организационно-функциональным принципом интенсификации инструментальной подготовки производства является общий для системы УТПП принцип разделения общего цикла на два этапа: предварительным и текущий.

Унифицированные на предварительном этапе в процессе СИТ технологически подобные элементы технологической оснастки, будучи сгруппированными, выделенными и описанными в виде каталогов (видовых определителей) характерных типопредставителей, фиксируют типовую составляющую часть конструкций-объектов инструментального производства. Эта часть существенно видоизменяется практически лишь при смене поколений конструкции оснастки, а такая смена происходит через значительные промежутки времени, во всяком случае, не быстрее, чем смена поколений изделий. В связи с этим типовая составляющая конструкции технологической оснастки является, по существу, условно-постоянной (инвариантной) ее частью. Выделение, фиксация и систематическая актуализация условно-постоянной части технологической оснастки позволяет особенно эффективно применять весь комплекс методов УТПП в условиях инструментального производства. Причем особенностью применения ТТДУН в условиях инструментального производства является максимальное упрощение форм документации и организационных процедур прохождения конструкторской технологической документации в цикле "разработка-производство" второго порядка. В целом же последовательность и содержание процедур разработки средств ускоренной технологической подготовки основного производства полностью применимы к условиям инструментального производства.

Сокращение трудоемкости технологической подготовки инструментального производства в результате СИТ технологических решений не является единственным фактором его интенсификации. Вторая составляющая интенсификации процесса обеспечения технологической оснасткой в системе УТПП образуется в результате реализации создаваемых в условиях СИТ возможностей для концентрации технологически подобных объектов инструментального производства и углубленной специализации производственных подразделений и рабочих мест. В условиях тотальной системной типизации технологических решений существенно повышается частота

повторяемости изготовления однотипных технологически подобных компонентов оснастки и их элементов. Эта особенность позволяет эффективно реализовать преимущества углубленной специализации основных рабочих мест путем закрепления определенных типовых технологических операций и широкого перехода в инструментальном производстве к методам групповой обработки. В условиях СИТ технологических решений применение этого метода может дать наиболее эффективные результаты.

Методология ускоренной инструментальной подготовки производства предусматривает не только более эффективное применение известных методов. СИТ формирует предпосылки для эффективной реализации нетрадиционного метода интенсификации инструментального производства, вытекающего из принятого в системе УТПП принципа дифференциации цикла ТПП на предварительный и текущий этапы. В результате высокой концентрации в условиях СИТ технологически подобных компонентов оснастки в общем потоке объектов инструментального производства могут быть выделены также составляющие, которые по объему и периодичности выпуска могут изготавливаться в условиях, характерных для различных типов производства: крупно-, средне-, мелкосерийного и единичного. С учетом этой особенности основная идея нового метода интенсификации инструментального производства в условиях СИТ заключается в выделении соответствующих составляющих общего потока объектов производства, имеющих различную плотность и периодичность, и их изготовлении на специализированных участках технологически организованных по принципам соответствующего типа производства. Метод ускоренного изготовления технологической оснастки в условиях СИТ реализуется прежде всего путем выделения специализированных участков стандартизованных деталей и заготовок (СДЗ), технологическая организация которых должна соответствовать в основном принципам крупно- и среднесерийного производства.

Таким образом, в условиях СИТ интенсификация производства технологической оснастки осуществляется путем выделения условно-постоянной части конструкций оснастки в виде комплектов и единиц СДЗ и изготовления этой части заблаговременно крупными партиями на специализированном участке (или участках), работающем в условиях серийного производства.

Поступила в редакцию 20.05.2000 г.