

УДК 531.7

В.П. КВАСНИКОВ¹, С.А. ДОРОШЕНКО²

¹*Национальный авиационный университет, Киев, Украина*

²*ОАО «Сумское НПО им. Фрунзе», Украина*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦЕХОМ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрена автоматизированная система управления цехом многономенклатурного производства.

автоматизированная система управления цехом

Введение

Стремление к интенсификации современного машиностроительного производства в условиях частой сменяемости выпускаемой продукции выдвигает на первый план задачи сокращения сроков разработки технологических процессов (ТП) и повышения качества проектных решений. Решение этих задач возможно при помощи автоматизированных систем технологической подготовки производства, способных адаптировать производственную систему (ПС) к непрерывно изменяющимся условиям. Цель заключается в создании такой технологии, которая не вносила бы дополнительных ограничений, а была бы максимально адаптирована к конкретному производству и позволяла реализовать все возможности ПС.

В ряде работ [1, 2 и др.] показано, что управление динамическим состоянием станков не может осуществляться без адаптивного моделирования. Представленные модели позволяют выполнять текущую оптимизацию в течение времени обработки поступившей партии деталей при обеспечении устойчивого функционирования станка. Это в наибольшей степени отвечает условиям оптимального управления ходом реализации ТП в многономенклатурном производстве с технико-экономических позиций.

Организацию процесса создания ТП часто пред-

ставляют как систему, входами которой являются внешние воздействия, а выходами – связанные с ними отклики. Однако возможности такой модели, действующей в условиях частичной неопределенности (связанной с отсутствием полной информации на ряде начальных этапов планирования ТП), ограничены в связи со структурными различиями между моделью вида "вход – выход" и процессом создания ТП. Поэтому для целей планирования ТП такая модель часто непригодна. В связи со сказанным рассмотрим основные принципы, позволяющие создать более совершенную модель разработки операций в системе планирования ТП механической обработки в условиях многономенклатурного производства.

Постановка задачи

Разработать новый подход к выбору режимов обработки для минимизации времени изготовления комплекта обрабатываемых деталей.

Решение задачи

По сравнению с традиционными методиками в предлагаемой системе планирования ТП решаемые задачи перераспределяются по стадиям проектирования. Это является основанием для корректировки общей последовательности (алгоритма) проектирования операций, которая принимает следующий вид:

1. Определение возможных и выбор рациональных видов и типоразмеров средств технологического оснащения (СТО) операций с учетом всей заданной номенклатуры обрабатываемых деталей.

2. Формирование допустимых вариантов структуры операций, определение последовательности выполнения переходов и выбор рациональной структуры операций.

3. Проектирование технологических переходов.

4. Расчет времени выполнения переходов и оптимизация вспомогательных приемов.

5. Разработка и оформление управляющих программ для станков с ЧПУ, схем наладок, технологических карт и другой документации.

В описанной последовательности связь между элементами, составляющими процесс проектирования операции, не носит чисто линейный характер. При реализации проектных процедур предусмотрена возможность возврата на ранний этап проектирования в случае получения неудовлетворительного результата.

Исходными данными для реализации подсистемы проектирования операций при планировании ТП служат: информация об обрабатываемых деталях; информация о технологических решениях, принятых на этапах, предшествующих разработке операционного ТП (сведения о числе и составе кортежей технологических переходов, характеристики поверхностного слоя деталей между технологическими операциями по ходу ТП, технологические размеры и др.); информация о технологическом оборудовании (характеристика оборудования и СТО); нормативно-справочная информация.

Характерной особенностью представленного алгоритма является то, что на этапе выбора рациональных видов и типоразмеров СТО анализ ведется для всей запланированной номенклатуры деталей по каждому виду оборудования. На последующих этапах возможно независимое проектирование по

операциям, что значительно сокращает время автоматизированного проектирования ТП.

Общая модель СТО включает в себя ряд подзадач, связанных с определением типоразмеров установочно-зажимных приспособлений, а также режущих, вспомогательных и измерительных инструментов. Эти подзадачи характеризуются общностью методических подходов к их решению.

На первом этапе генерируются различные СТО для кортежа технологических переходов в целом и для его отдельных элементов. Здесь в первую очередь учитываются требования к качеству изготавливаемых деталей. Так, для станочного приспособления условиями выбора являются: возможность и точность базирования и закрепления заготовки по поверхностям, выбранным на предыдущих этапах проектирования; характеристики, обеспечивающие надежность и безопасность процесса обработки; соответствие размеров приспособления рабочей зоне станка; обеспечение конструкцией приспособления выполнения всех переходов в рамках рассматриваемой операции.

На следующем этапе из сформированных вариантов СТО выбирают их рациональную номенклатуру для каждого вида оборудования, используемого в ПС.

Наиболее эффективно для решения этой задачи использование показателей гибкости ТП [1 и 2], оценивающих инвариантность структуры ТП, т.е. ее неизменность при изготовлении деталей с различными конструктивными признаками. Это свойство обеспечивает высокую степень взаимозаменяемости операций и переходов, входящих в ТП, и простоту переналадки оборудования при изготовлении деталей различной конфигурации, типоразмера и исполнения.

Окончательный выбор СТО позволяет получить все необходимые исходные данные для уточнения значений припусков, которое может быть реализовано любым известным методом. После этого появ-

ляется возможность дать заключение о качестве спроектированного ТП с позиций размерной точности. К данному моменту разработки ТП имеется вся

необходимая информация для оценки его точности с использованием математической модели, описывающей граф состояний поверхностей деталей.



Рис. 1. Функциональная модель управления цехом

Существует прямая связь между оборудованием, обрабатываемыми деталями и технологией их изготовления. Технологические возможности оборудования могут эффективно использоваться только при условии их согласования с конструкторско-технологическими характеристиками обрабатываемых деталей. При этом определяющую роль играют решения по выбору структуры операции.

В конкретных условиях производства выбор структуры операции зависит от многих факторов, в числе которых – конфигурация обрабатываемой детали, требуемая точность размеров и качество поверхности, ряд параметров, характеризующих применяемые оборудование и СТО.

При планировании операционного ТП выбор структуры операции является наиболее сложным

вопросом, так как связан с производительностью и с себестоимостью выполнения самой операции и ТП в целом. Поэтому для выработки правильного подхода к созданию модели проектирования рациональной структуры операции были проанализированы многочисленные исследования в данной области.

В исследовании структуры процессов и машин с точки зрения производительности существуют два направления: конструкторское и технологическое. Первое связано с изучением структуры на основе классификации машин и не может в полном объеме представить структуру операции и закономерности ее развития. Кроме того, структура операции зависит не только от изготавливаемой детали, но и от

СТО, которые при классификации обычно не учитывают.

Так, если в результате исследований удастся найти все принципиальные сочетания переходов в операции при существующих станках и СТО, то появится возможность перейти к единой системе, определяющей условия существования различных структур операции и их связь между собой. Это может стать основой для формализации процесса генерации оптимальных структур операций в САПР ТП для широкого парка станков.

Однако в настоящее время создание обобщенной модели невозможно из-за отсутствия цельного представления о классификации операций с позиций их структурного многообразия. Поэтому предполагается в системе планирования ТП для каждого вида оборудования разрабатывать специфическую методику формирования рациональной структуры операций. Причем для каждого вида оборудования необходимо создать модели, которые связывают структуру операции с условиями функционирования ПС в оптимальном режиме через показатели количественной оценки.

В разрабатываемой системе планирования многономенклатурных ТП в качестве главного критерия оптимизации рассматривают время изготовления заданного комплекта деталей в ПС. Это время напрямую связано со временем непосредственной обработки деталей на отдельных единицах оборудования и, кроме того, зависит от выбранной схемы использования инструмента, определяющей суммарные затраты на переналадку оборудования. Обеспечение же качества деталей посредством рациональных режимов резания является средством сокращения простоев, связанных с отказами оборудования и непосредственно влияющих на время изготовления комплекта деталей.

В этом случае для каждого перехода при проектировании операции анализируют только общие ограничения, характерные для данного типа оборудо-

вания, и в результате определяют допустимую область значений параметров режимов резания. Используемые же критерии играют роль специальных функциональных ограничителей.

Объем расчетов, выполняемых на данной стадии, значительно меньше, чем на стадии проектирования ТП. Сокращение объема расчетов обусловлено тем, что анализируют не весь диапазон параметров режимов, а уже отобранное множество и рассматривают дополнительные ограничения, число которых меньше, чем на стадии проектирования. Это способствует сокращению времени, затрачиваемого на проектирование ТП, и позволяет учитывать технологические особенности всех станков, входящих в действующую ПС.

Изложенное выше позволяет предложить схему назначения режимов обработки, охватывающую стадии проектирования и реализации ТП. В этой схеме процесс определения режимов разбит на четыре этапа.

Первый этап совпадает со стадией проектирования ТП, на которой на основе общих ограничений для группы оборудования определяют множество возможных вариантов режимов обработки. Три последующих этапа осуществляются в процессе реализации ТП.

Второй этап связан с поступлением партии деталей на изготовление. При этом осуществляется корректировка режимов с учетом дополнительных ограничений, отражающих индивидуальные особенности каждой единицы оборудования. Результатом является уточненное множество возможных вариантов режимов обработки.

Третий этап реализуется при изготовлении опытных деталей из партии с режимами, ограниченными уточненным множеством, полученным на втором этапе. При этом определяют оптимальные режимы по критерию обеспечения устойчивого функционирования станка с учетом экспериментальных данных.

В задачи *четвертого этапа* входит контроль за ходом реализации ТП при изготовлении всей партии деталей. Осуществляются наблюдение за ходом ТП, анализ выбранных режимов с технико-экономических позиций и их корректировка.

Принципиальной особенностью предложенного подхода к выбору оптимальных режимов обработки является учет изменения состояния ПС. Это выражается в оперативном назначении параметров режимов, что позволяет обеспечить устойчивость функционирования оборудования ПС при изменении внешних условий. В результате в максимальной степени учитывается требование адекватности проектных решений, принимаемых при создании ТП, конкретным условиям производства, что в полной мере соответствует основополагающим принципам создания системы планирования многономенклатурных ТП.

Таким образом, представленная концепция системы планирования ТП объединяет на основе системного подхода основные этапы технологического обеспечения многономенклатурных ПС.

Структура организации процесса разработки ТП представляет этот процесс как систему, объединяющую проектирование и реализацию технологии с учетом изменений реальной производственной ситуации.

Выводы

Предложенная подсистема проектирования операций в системе планирования ТП механической обработки имеет значительные преимущества перед существующими, так как позволяет:

1) создавать модели, связывающие структуру операции с условиями функционирования ПС в

оптимальном режиме посредством показателей количественной оценки операции;

2) выбирать наиболее рациональную структуру операции в конкретной производственной ситуации;

3) использовать показатели гибкости ТП по однородности СТО в целях выбора оптимального варианта станочных приспособлений, режущего инструмента, вспомогательной оснастки и средств контроля по критериям минимизации времени переналадки и сокращения затрат на их применение;

4) назначать параметры режимов обработки с учетом фактического состояния оборудования и в связи с этим минимизировать время изготовления всего комплекта обрабатываемых деталей, снижая тем самым издержки производства и себестоимость выпускаемой продукции.

Литература

1. Бочкарев П.Ю., Васин А.Н. Планирование технологических процессов в условиях многономенклатурных механообрабатывающих систем. Теоретические основы разработки подсистем планирования маршрутов технологических операций: Уч. пособие. – Саратов: СГГУ, 2004. – 136 с.

2. Бочкарев П.Ю., Васин А.Н. Планирование технологических процессов в условиях многономенклатурных механообрабатывающих систем. Теоретические основы разработки подсистем планирования технологических операций: Уч. пособие. – Саратов: СГГУ, 2004. – 74 с.

Поступила в редакцию 24.05.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Конин, Национальный авиационный университет, Киев.