

УДК 621.0(075)

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Михалев О.Н., Янюшкин А.С. (БрГУ, г. Братск, Россия)

Тел./Факс: 8 (3953) 32-53-60; E-mail: Mih\_tm@mail.ru, Yanyushkin@brstu.ru

**Abstract:** Selection of technological equipment (cutting, auxiliary tools, etc.) at designing technological processes of machining of details is quite labour-consuming, responsible and laborious work. From quality her of performance directly depend quality, terms and the cost price of manufacturing of details. Only automation of technological equipment will provide reliability of the given design stage. However existing methods of automation do not correspond to modern requirements, it is necessary the new approach to automation of the technological equipment, corresponding to the modern aspects of automation of technological processes and the organization of all machine-building as a whole

**Key words:** Automation, technological equipment, modular approach, CAD/CAM-system, process engineering

### 1. Введение

Технологическая подготовка производства (ТПП) к выпуску новых изделий заключается в выполнении различных этапов – проверка технологичности конструкции, разработка технологического процесса, назначение технологического оснащения (ТО), подготовка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением и т.д. Все этапы ТПП неразрывно связаны друг с другом и являются важными ее составляющими. В ТПП участвуют разные специалисты – технологи, метрологи, инженера по сварке, термообработке, покраске, нормировщики, специалисты оснащения технологической оснасткой, конструкторы приспособлений, программисты управляющих программ и многие другие. ТПП представляет собой трудоемкий процесс и в большинстве случаев, особенно для производства сложных изделий, занимает гораздо больше времени, чем само собственно производство.

Автоматизация ТПП является единственным возможным решением сокращения сроков и трудоемкости ее выполнения. Комплексная автоматизация ТПП подразумевает автоматизированное решение задач каждого этапа, в том числе и этапа технологического оснащения.

На сегодняшний день ТО (металлорежущие, вспомогательные инструменты, приспособления и т.д.) представляют множество различных компаний. Выбор наиболее оптимального ТО представляет некоторое затруднение, так как на выбор того или иного инструмента влияет не только его качество, показатели стойкости, но и его стоимость, сроки поставки. Назначение ТО является важным этапом ТПП, ее автоматизация позволит не только сократить сроки ТПП, но и осуществить экономически выгодное оснащение технологических процессов.

### 2. Современный подход к автоматизации ТПП и организации машиностроения

Повышение степени автоматизации ТПП требует изменение организации всего машиностроения, представление его в более удобной форме для автоматизации. Наиболее прогрессивный метод организации машиностроения предлагает модульный принцип в машиностроении. Он призван связать в единую систему проектирование

изделий, разработку технологических процессов, создание средств технологического оснащения и организацию производственных процессов. Отправной единицей в модульном принципе является модуль поверхностей детали (МП). Под МП понимается сочетание поверхностей (или отдельная поверхность), предназначенных выполнять соответствующую служебную функцию детали и придавать ей конструктивную форму, обусловленную требованиями эксплуатации и изготовления [1]. Подобные модули представляют собой поверхности детали, обладающие определенными свойствами и обрабатывающиеся за один установ детали.

Подобная взаимосвязь этапов ТПП осуществляется посредством создания классификаций самих МП, а также классификаций технологических процессов их обработки и ТО. Таким образом, каждому МП соответствуют свои технологические процессы их обработки и соответственно свое технологическое оснащение. Создание данных классификаций требует предварительной унификации технологических процессов и самого оснащения.

Классификации МП и технологических процессов являются первичными и представляют наибольший интерес. На сегодняшний день классификация МП представлена следующим образом, на верхнем ее уровне все модули разделены по служебному признаку на три группы (рабочие, базирующие, связующие). На следующих уровнях классификации МП подразделяются по признакам, характеризующим их конструктивно-геометрическое оформление (внутренние, наружные, тела вращения, цилиндрические, конические, плоские поверхности и т.д.) [1].

Создание классификации технологических процессов является сложной задачей, первоочередной ее трудностью является выявление основных критериев, которые будут положены в основу данной классификации. Предлагается деление технологических процессов производить по виду МП и их конструктивно-геометрическим признакам. Так, например, классификация технологических процессов обработки точных отверстий содержит следующие иерархические уровни: глухое или сквозное отверстие, цилиндрическое или коническое, резьбовое или гладкое, глубокое или неглубокое, величина диаметрального размера, показатели точности и т.д. Классификация содержит технологические процессы обработки не отверстий целиком, а отдельных ее ступеней. Технологический процесс обработки сложного ступенчатого отверстия будет спроектирован с помощью данной классификации [2]. Подобный метод был положен в основу создания автоматизированной системы «САПР ТПП ЧПУ» v.1.0 [3].

Не менее важным моментом автоматизации ТПП является и классификация ТО, которая требует детального ее рассмотрения. Создание классификации ТО также представляет определенные трудности. В первую очередь главной проблемой является существование большого разнообразия самого ТО, а также их независимое развитие различными производителями, предлагающими свои индивидуальные конструктивные решения, чем конкурируют на рынке с другими производителями.

Еще одной трудностью автоматизации выбора ТО является его качество и стоимость. Ее решение выполняется наличием приоритета выбора в базе данных ТО. Каждое предприятие вправе поставить свой приоритет, соответствующий той или иной марке. Основные критерии классификации ТО определяются видом МП (плоские поверхности, тела вращения, отверстия, и др.), а также их конструктивно-технологическими характеристиками. Таким образом, по виду МП на детали

автоматизированная система сможет спроектировать оптимальный технологический процесс ее обработки и самостоятельно подобрать оптимальное, экономически-обоснованное ТО.

Все классификации должны быть взаимосвязаны и согласованы между собой. Создание подобных классификаций, их практическая реализация резко повысит рентабельность и эффективность машиностроительного производства. Таким образом, наиболее верным направлением развития машиностроительного производства, а также и автоматизированных систем является построение их на основе единой модульной технологии.

### **3. Общие принципы автоматизации технологического оснащения**

На способы автоматизации ТО оказывают свое воздействие некоторые факторы, которые требуют их учета при осуществлении автоматизированного проектирования и ТПП. Их рассмотрение необходимо проводить с учетом общего понимания модульного принципа в машиностроении. Согласно данному принципу необходимо проведение унификации и построение классификации всего ТО при этом классификация должна быть взаимосвязана с классификациями модулей поверхностей и технологических процессов. На основе этой классификации строится и база данных ТО, которая уже сейчас представляется чрезвычайно большой, имеющей множество взаимосвязанных таблиц сложной структуры, хранящей огромное количество информации. Кроме того, к ней предъявляются и дополнительные требования.

Создаваемые справочные материалы и базы данных должны быть общими для технологов, программистов управляющих программ и других участников ТПП, что соответствует условиям единства рабочей среды разных специалистов.

Назначение режущего инструмента должно быть организовано с учетом их приоритета. База данных может содержать одинаковые инструменты разных производителей, отличающихся качеством изготовления, стойкостью, производительностью, сроками поставки, а также стоимостью. Каждое предприятие отдает свое предпочтение тому или иному производителю, основываясь совершенно на различные критерии, при этом приоритет выбора может все время меняться. Наиболее верное значение приоритета определяется путем проведения испытаний однотипных инструментов различных марок в производственных условиях с составлением актов испытаний.

Следующим фактором, влияющим на создание базы данных ТО, является включение в нее информации для проектирования и вычерчивания любого оснащения в графической системе. Развитие машиностроения сопровождается усложнением деталей, использованием сложных конструктивных элементов, а также ужесточением требований к их изготовлению. Часто для их обработки приходится использовать специальные режущие инструменты, например, инструменты, имеющие фасонные режущие поверхности или более большую рабочую часть по сравнению со стандартными инструментами. Подобный фактор предъявляет сразу несколько условий, во-первых, разрабатываемая база данных ТО должна обладать такой структурой, чтобы в ней можно было бы максимально подробно описать параметры специального инструмента, и при последующем проектировании система автоматически могла его выбрать для обработки похожего конструктивного элемента. Во-вторых, проектирование специальных инструментов также является трудоемкой и рутинной работой, она также должна осуществляться автоматизировано, то есть при отсутствии в базе данных нужного инструмента система должна самостоятельно

спроектировать необходимые специальные инструменты по размерам конструктивных элементов детали и внести их в базу данных ТО. Кроме того, при проектировании режущих инструментов необходимо проведение расчетов на жесткость инструментов, гарантирующих их работоспособность с достаточной стойкостью. Для проектирования ТО система должна обладать различными справочными материалами.

В-третьих, автоматизированная система должна обладать возможностью генерации технологической документации – операционные карты, карты эскизов, карты наладки, карты настройки инструментов и многих других. Получение технологической документации есть часть общего процесса ТПП. Для их генерации необходимо автоматизированное вычерчивание ТО в данной документации, в связи с этим база данных ТО должна обладать достаточным количеством информации об инструменте для получения его чертежа в графической системе.

Кроме получения двухмерного чертежа ТО, необходимо и получение их трехмерных моделей для проектирования траектории перемещения инструментов и последующей генерации управляющих программ в САМ-модуле. Также трехмерные модели ТО необходимы и для модулей визуализации обработки, верификации управляющих программ и организации виртуального производства.

Автоматизированный подбор режущих инструментов должен осуществляться для конструктивных элементов любых видов и сложности, а не для типовых их видов преимущественно простых форм. На сегодняшний день многие CAD/CAM/CAPP-системы (Computer Aided Design/Manufacturing/Process Planning systems) позволяют самостоятельно подобрать инструменты для обработки МП простых форм - крепежных отверстий, колодцев, пазов и т.д. Современный подход к построению автоматизированных систем должен позволить разрабатывать технологические процессы для обработки сложных конструктивных элементов самостоятельно. Для этого предусматриваются специальные алгоритмы. Структура базы данных ТО должна быть максимально удобной и доступной для всех процессов автоматизированного проектирования обработки различных МП.

#### **4. Автоматизированный подбор режущих инструментов**

Выбор оптимальных режущих инструментов для обработки деталей является одной из сложных задач, ежедневно стоящих перед технологами машиностроения. Рынок режущих инструментов насчитывает огромное количество различных производителей, поэтому выбор оптимального инструмента вызывает определенные трудности. В большинстве случаев для обработки одной и той же поверхности детали подбираются инструменты одного типоразмера, но разных производителей, дальнейший выбор осуществляется в зависимости от качества, стоимости, производительности инструмента того или иного производителя. Сегодня подобным образом осуществляется подбор множества различных инструментов, на что затрачивается огромное количество времени. В основном подбор ведется вручную из бумажных каталогов или из различных баз данных, а также используя специальное ПО для автоматизированного подбора инструмента.

Использование подобного ПО позволяет в десятки раз сократить время подбора необходимого инструмента, и тем самым имеет полное право считаться инновационным ПО. Для создания подобного «софта» необходимо использование прогрессивных методов программирования, создание действительно удобного, интуитивно-понятного интерфейса, необходима оптимальная организация баз данных инструментов.

Разработанное ПО «Kyocera – Cutting Tools» v.1.0 создавалось исключительно подобным путем (рис. 1). Большинство задач решается программой самостоятельно без привлечения каких-либо усилий человека. Программа по заданному материалу и необходимому диаметру инструмента самостоятельно предложит оптимальную марку инструментального сплава, стружколом и режимы резания, рекомендуемые производителем инструмента.

Для каждого типа инструмента предусмотрена своя таблица в базе данных инструментов. Доступ к базе данных организован таким образом, чтобы пользователь смог работать с несколькими таблицами одновременно, это позволяет быстро сравнивать похожие инструменты.

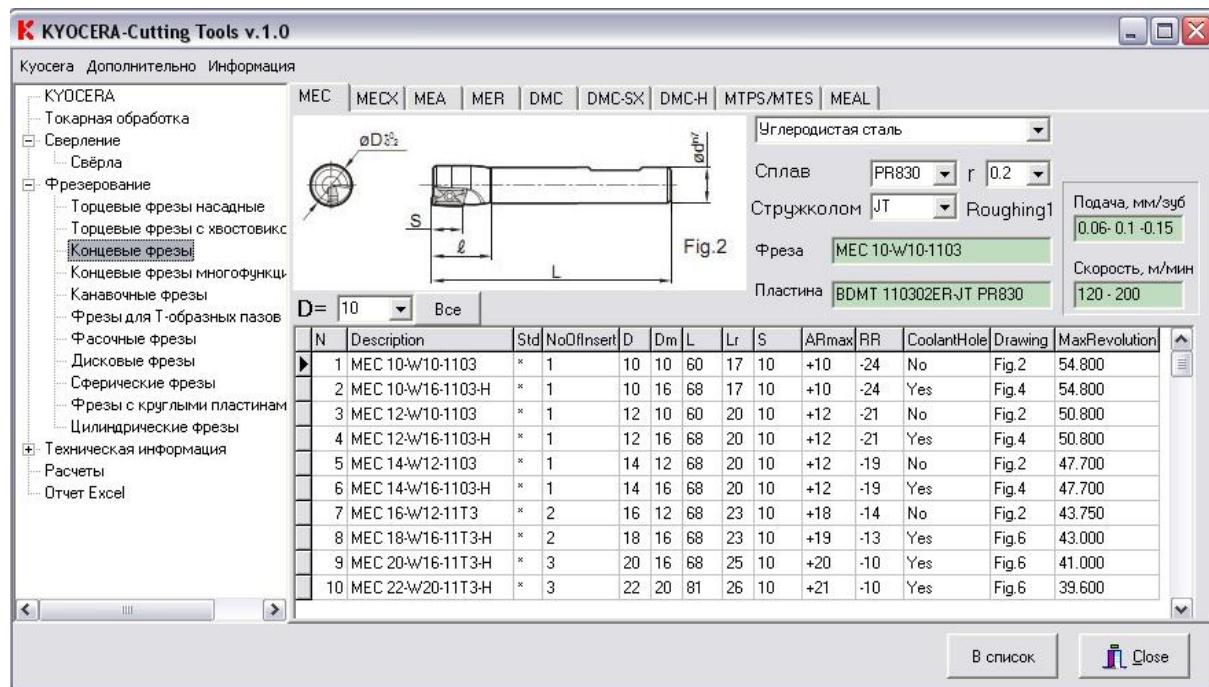


Рис. 1. «Kyocera – Cutting Tools» v.1.0

Набор выбранных или заинтересовавших инструментов можно выделить в отдельный список и сформировать его в виде отчета в пакете MS Excel. Данный список может быть использован любым пользователем, не имеющим данного специального ПО. Интегрирование ПО с известными CAD/CAM/CAPP-системами позволит использовать выходные данные в различных проектных работах и приведет к более значительному сокращению времени ТПП.

## 5. Выводы

Модульный принцип упорядочивает все знания в машиностроении, тем самым максимально способствует автоматизации всех этапов ТПП. Ее реализация представляется весьма сложной задачей, созданных теоретических основ пока еще не достаточно. Необходимо дальнейшие исследования в данной области. Автоматизация ТО является важной задачей модульного принципа, неразрывно связанной со всеми другими задачами технологического проектирования. Для достижения максимального эффекта от автоматизации ТО, необходимо выполнение основных принципов, представленных в данной работе. Только подобный подход позволит создать

высокоавтоматизированное производство и действительно интеллектуальную автоматизированную систему.

**Список литературы:** 1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. Машиностроение (Москва) 2001, 368 с.; ISBN 5-217-03061-5. 2. Михалев О.Н., Янюшкин А.С. (2010) “Автоматизация проектирования технологических процессов обработки точных отверстий на станках с ЧПУ” Технология машиностроения: №5 с. 48-54. Издательский центр «Технология машиностроения» (Москва) 2010; ISSN 1562-322X. 3. Янюшкин А.С., Михалев О.Н. Система автоматизированного проектирования технологической подготовки производства на станках с ЧПУ (САПР ТПП ЧПУ v. 1.0). 2008 РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2008615315.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Михалев О.Н., Янюшкин А.С. (БрГУ, г. Братск, Россия)**

Тел./Факс: 8 (3953) 32-53-60; E-mail: [Mih\\_tm@mail.ru](mailto:Mih_tm@mail.ru), [Yanyushkin@brstu.ru](mailto:Yanyushkin@brstu.ru)

**Аннотация:** Выбор технологического оборудования (для металлообработки, вспомогательный инструмент и др.) при проектировании технологических процессов механической обработки деталей довольно трудоемкая, ответственная и кропотливая работа. От качества ее исполнения напрямую зависит качество, сроки и себестоимость изготовления деталей. Только автоматизация технологического оборудования обеспечит надежность данной стадии проектирования. Однако существующие методы автоматизации не отвечают современным требованиям, необходим новый подход к автоматизации технологического оборудования, соответствующего современным аспектам автоматизации технологических процессов и организации всего машиностроения в целом

**Ключевые слова:** автоматизация, технологическое оборудование, модульный подход, CAD / CAM-системы, технологии производственных процессов

**AUTOMATION PROCESS EQUIPMENT Machine Building**

**Mikhalev, ON, AS Yanyushkin (BrSU, Bratsk, Russia)**

Tel / Fax: 8 (3953) 32-53-60; E-mail: [Mih\\_tm@mail.ru](mailto:Mih_tm@mail.ru), [Yanyushkin@brstu.ru](mailto:Yanyushkin@brstu.ru)

**Abstract:** Selection of technological equipment (cutting, auxiliary tools, etc.) at designing technological processes of machining of details is quite labour-consuming, responsible and laborious work. From quality her of performance directly depend quality, terms and the cost price of manufacturing of details. Only automation of technological equipment will provide reliability of the given design stage. However existing methods of automation do not correspond to modern requirements, it is necessary the new approach to automation of the technological equipment, corresponding to the modern aspects of automation of technological processes and the organization of all machine-building as a whole

**Key words:** Automation, technological equipment, modular approach, CAD/CAM-system, process engineering

Надійшла до редколегії 06.05.2011 р.