



# Проектирование групповой операции на основе трехмерной модели технологической системы станка с ЧПУ

Сергей Кугаевский

Современный уровень машиностроительного производства характеризуется широким применением станков с ЧПУ. При этом максимальной эффективности можно достичь за счет высокой концентрации технологических операций на одном рабочем месте за один установ детали. Для этого приобретаются дорогие многофункциональные станки, имеющие четыре и более управляющие оси. Стоимость одного часа работы такого оборудования превышает тысячу рублей. Это обстоятельство вызывает необходимость в повышении качества технологической подготовки производства. Качество технологической подготовки можно обеспечить за счет компьютерного 3D-моделирования всех компонентов технологической системы (ТС), таких как станок, приспособление, инструмент, деталь (рис. 1).

Сокращения простоев станков по организационно-техническим причинам можно достичь за счет применения группового метода организации производства, который еще 20 лет назад был систематизирован и обобщен в работах профессора С.П.Митрофанова. В настоящее время в распоряжении технологов появились новые средства.

В первую очередь это возможность трехмерного представления обо всех четырех компонентах технологической системы. Это представление подразумевает не только моделирование геометрии объектов в объеме, но и возможность

моделирования взаимных перемещений этих объектов в пространстве и времени.

Во-вторых, это модульное представление о конструкции детали, основанное на принципах объектно-ориентированного моделирования (feature-based modeling). Если конструктор при проектировании использовал данный принцип, геометрическая электронная модель детали в большинстве случаев автоматически распознается при разработке технологии с помощью САМ-систем. В результате технолог имеет возможность работать с уже скомпонованными конструктивно-технологическими элементами (КТЭ) — отверстиями, карманами, плоскостями, стенками и т.д.

В-третьих, современный уровень базы знаний может включать отработанные алгоритмы принятия решения обработки распознанных КТЭ, в том числе выбор инструмента, построение траектории инструмента и назначение режимов обработки.

Групповая технология разрабатывается для определенного рабочего места. Поэтому современный подход к организации группового метода требует сначала построения связанной компоновочной модели станка (рис. 2). Эта модель включает смоделированные в объеме подвижные части и возможные траектории их перемещений, характеристики достигаемых скоростей и усилий, характеристику применяемого устройства ЧПУ.

## Сергей Кугаевский

Доцент кафедры ЭМ УГТУ-УПИ, руководитель Центра АПИПМ ММФ.

Обязательным требованием к пространственной компоновочной модели является указание начальной точки станочной системы координат. Эта точка в дальнейшем применяется для привязки соответствующей координатной системы приспособления. На рис. 3 представлены система координат и модель рабочей зоны пятиосевого станка с ЧПУ.

Расположение поворотной оси «А» относительно шпинделя станка известно. Совмещая нулевые точки наклонного элемента (качалки), круглого стола и приспособления с заготовкой, можно точно рассчитать допустимые параметры (вылет и диаметр) режущего и вспомогательного инструмента для предотвращения соударений.

Следующий рассматриваемый компонент технологической системы — деталь (рис. 4).

В изготовлении детали с заданными точностными характеристиками и с наибольшей эффективностью заключен весь смысл предлагаемого метода. Для начала требуется в автоматическом режиме распознать все конструкторско-технологические элементы геометрической модели детали. Для этой цели, например, можно использовать САМ-систему FeatureCAM компании Delcam plc. Модель детали, состоящая из распознанных КТЭ, показана на рис. 5.

Таким образом, компонент «деталь» также представляется состоящим из модулей, для каждого из которых уже разработана параметрическая модель обработки. Применение таких алгоритмов — ключ к решению задачи об обеспечении наилучшего соотношения «производительность/качество».

Еще один компонент технологической системы — «инструмент». В качестве этого компонента следует рассматривать совокупность вспомогательного инструмента (оправки) и режущего



Рис. 1. Компоненты технологической системы

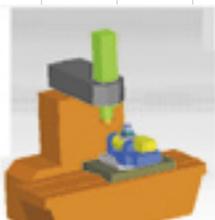


Рис. 2. Представление связанной компоновочной модели станка в 3D-модели

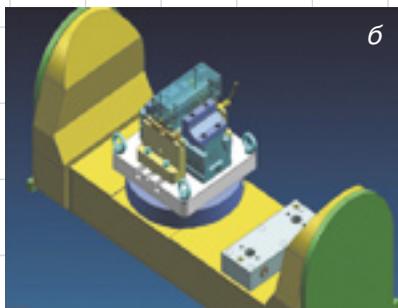
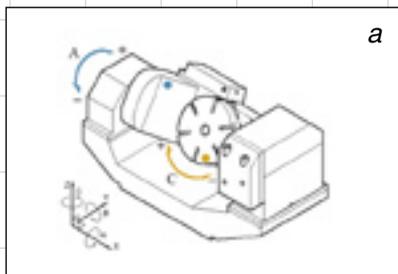


Рис. 3. Система координат (а) и 3D-модель (б) рабочей зоны пятиосевого станка с ЧПУ

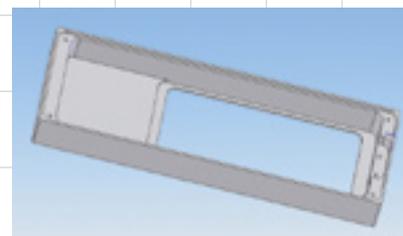


Рис. 4. Модель компонента «деталь»

