

Д. Д. КУЛИКОВ, Н. А. ШУВАЛ-СЕРГЕЕВ

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САД-СИСТЕМЫ

Представлена методика проектирования трехмерных моделей операционных заготовок в САД/САМ-системах. Приведены особенности проектирования заготовок в системах Catia v5 и Pro/Engineer Wildfire 2.0.

*Ключевые слова:* САД/САМ-системы, проектирование операционных заготовок, Pro/Engineer Wildfire 2.0, Catia v5.

**Введение.** На большинстве промышленных предприятий широкое применение получили САД/САМ-системы, основной областью применения которых является проектирование деталей и сборочных единиц.

В статье описаны принципы работы с самыми востребованными на сегодняшний день системами промышленного проектирования высокого уровня — Pro/Engineer Wildfire 2.0 и Catia v5 [1].

**Методика двухпроходного проектирования операционных заготовок.** Проектирование операционных заготовок и расчет операционных размеров имеют большое значение при разработке технологических процессов и их анализе, а также реализации сквозного цикла проектирование—производство с использованием современных компьютерных систем. На кафедре технологии приборостроения СПбГУ ИТМО была разработана методика обратного двухпроходного проектирования технологических процессов.

На рис. 1 представлены этапы проектирования:

- 1) проектирование маршрутной технологии;
- 2) получение 3D-моделей операционных заготовок;
- 3) система автоматизированного расчета операционных размеров;
- 4) окончательная простановка операционных размеров;
- 5) проектирование операционной технологии;
- 6) занесение результатов в базу данных.

На первом этапе при помощи системы проектирования технологических процессов первоначально осуществляется проектирование маршрута обработки. Далее выполняется проектирование с помощью САД-системы твердотельной модели операционной заготовки (ТМОЗ), предварительная простановка операционных размеров (ОР) и составляются предварительные операционные эскизы (стандартными средствами чертежного модуля САД-системы). Затем

проверяется правильность простановки операционных размеров и допусков в системе автоматизированного расчета операционных размеров, в случае положительного результата, если все конструкторские размеры обеспечиваются с заданной точностью, начинается второй этап проектирования. Здесь осуществляются окончательная простановка ОР и допусков, доработка операционных эскизов (при помощи САД-системы). В САПР ТП выполняется проектирование операционной технологии и создается комплект технологических карт. Затем результаты заносятся в базу данных.

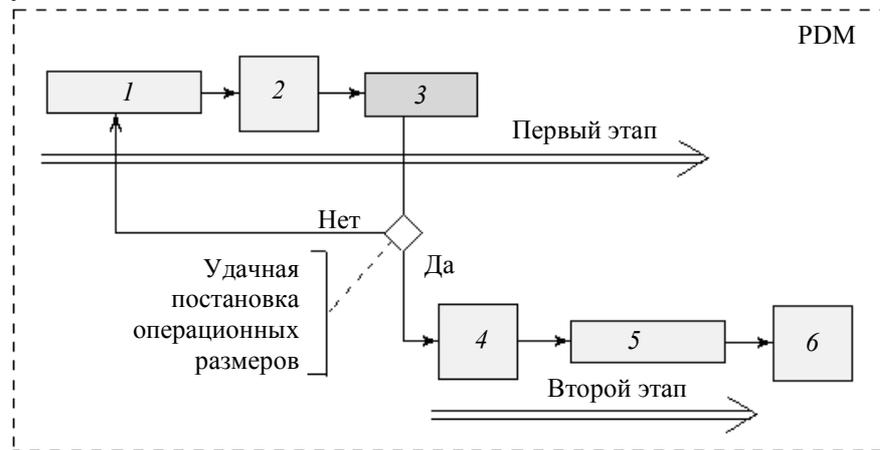


Рис. 1

Очевидно, что сначала необходимо выполнить с помощью САД-системы первую задачу проектирования операционных заготовок для всех операций, и лишь затем — расчет операционных размеров. Далее, окончательно спроектировав все операции, можно оформить с помощью САД-системы операционные эскизы, используя при этом результаты расчета операционных размеров.

Ввиду того что расчет операционных размеров и их точности выполняется вне стандартных приложений САД-системы с помощью специальных программ, а простановка баз и операционных размеров выполняется технологом при просмотре конфигураций ОЗ, необходимо обеспечить информационную связь САД-системы с системой расчета операционных размеров.

**Проектирование операционных заготовок в системе Pro/Engineer Wildfire 2.0** заключается в помещении конструктивных элементов (КЭ) [2], фиксирующих удаляемый на данной операции материал, в соответствующие слои. Таким образом, варьируя видимость слоев, можно получать модели операционных заготовок для конкретных операций. Если элементы, принадлежащие данному операционному слою, сделаны невидимыми (слой подавлен), то имеется выходная заготовка для соответствующей операции, если видимыми — входная.

На рис. 2 приведена последовательность получения моделей входных операционных заготовок (МДТ — модель добавляемых тел, МД — модель детали, МЗ<sub>вх</sub> и МЗ<sub>вых</sub> — модель входной и выходной заготовки соответственно).

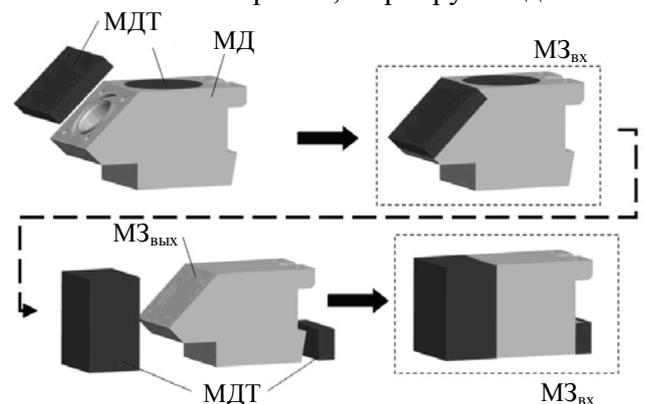


Рис. 2

Работа с операционными слоями заключается в послойном подавлении операционных элементов. Номер слоя соответствует номеру соответствующей операции, а КЭ удаляемого материала должны быть „родительскими“ только по отношению к следующим (по порядку

следования операций) элементам удаляемого материала, но не к конструктивным элементам объекта.

Простановка линейных границ при проектировании операционных заготовок осуществляется путем добавления справочных плоскостей в модель и занесения их в соответствующие слои. Линейные границы, проходящие через поверхности заготовки, впоследствии используются в качестве базовых плоскостей при проектировании МЗ в САМ-модуле.

Для создания операционных эскизов на основе трехмерной модели заготовки формируются двумерные модели, выполняется простановка размеров, баз, получаемых на данной операции и т.д. На рис. 3 представлен операционный эскиз, выполненный в модуле Pro/Drawing (чертежном модуле Pro/Engineer).

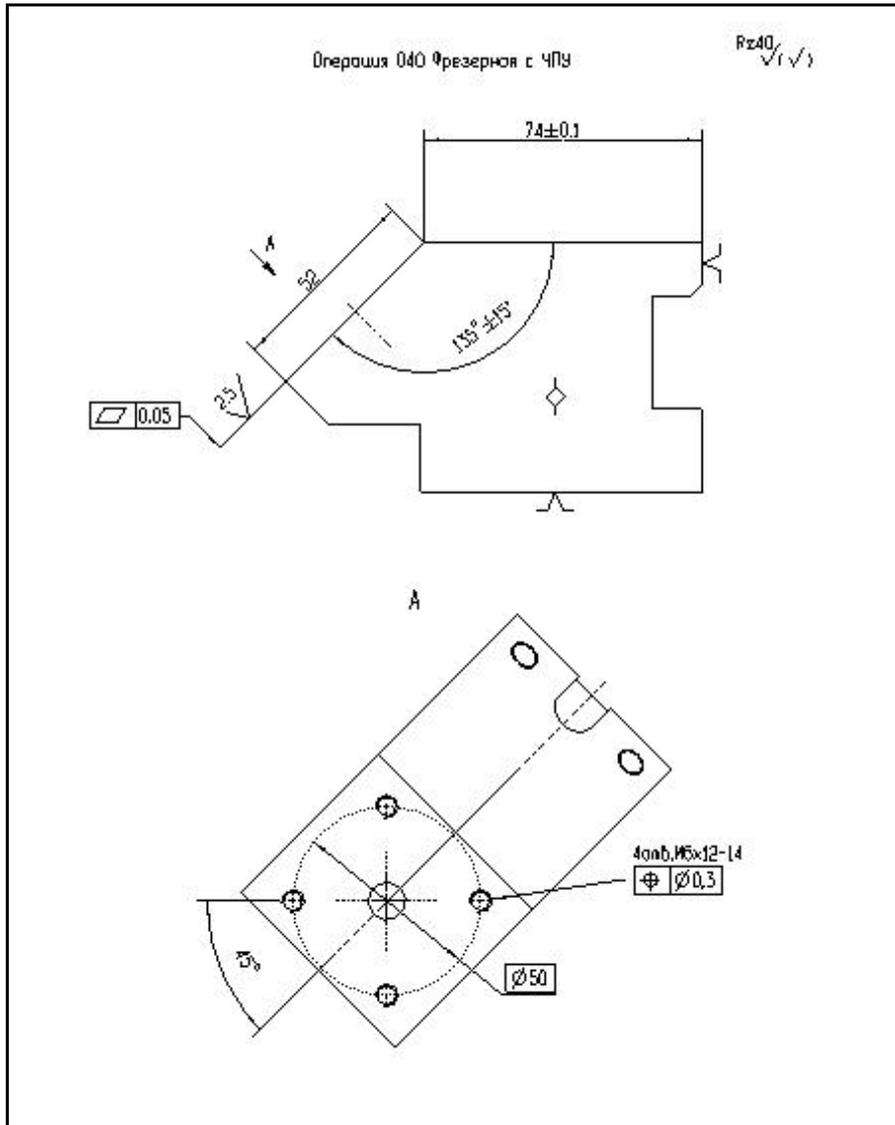


Рис. 3

Для проектирования операционных заготовок целесообразно воспользоваться модулем, который позволяет получать различные варианты исполнения детали. В системе Pro/Engineer этот модуль носит название „Таблица семейств“. Конструкторско-технологическая модель детали, спроектированная с использованием таблицы семейств, отвечает всем предложенным требованиям. Кроме того, таблицы семейств в Pro/Engineer имеют двустороннюю ассоциативность с табличным редактором Excel.

**Проектирование операционных заготовок в системе Catia v5** обладает некоторыми существенными особенностями. Конечно, существует возможность проектирования заготовок способом, аналогичным Pro/Engineer, т.е. добавлением элементов, описывающих удаляемый материал, однако есть и другой способ, реализация которого возможна благодаря наличию в пакете проектирования деталей так называемых булевых операций сложения и вычитания примитивов [3].

Дерево (структура) модели в системе Catia может быть представлено в виде так называемых тел (body) — структурных единиц, которые содержат некоторое количество КЭ (примитивов). Для добавления и, что важно, удаления материала могут использоваться объекты в виде твердого тела, которое затем при помощи булевых операций (Add или Remove) добавляется или удаляется. Такому телу можно присвоить цвет, и в такой же цвет будут окрашены образуемые при выполнении булевых операций поверхности. Наименованием булевых операций служит порядковый номер операций механообработки. Чтобы получить модель операционной заготовки для конкретной операции, необходимо активизировать тело в составе булевой операции с помощью соответствующей команды. Для соответствующих тел добавляются справочные плоскости (технологические границы) и операционные размеры для конкретной операции. Также технолог может привязывать к обрабатываемым в операции поверхностям технические требования, параметры шероховатости и т.п.

На рис. 4 представлена операционная заготовка, спроектированная при помощи булевых операций. В дереве модели имена булевых операций соответствуют номерам операций механообработки, также в дерево модели помещена информация о технологических размерах. В соответствующие тела добавляются справочные плоскости (технологические границы) и операционные размеры для конкретной операции.

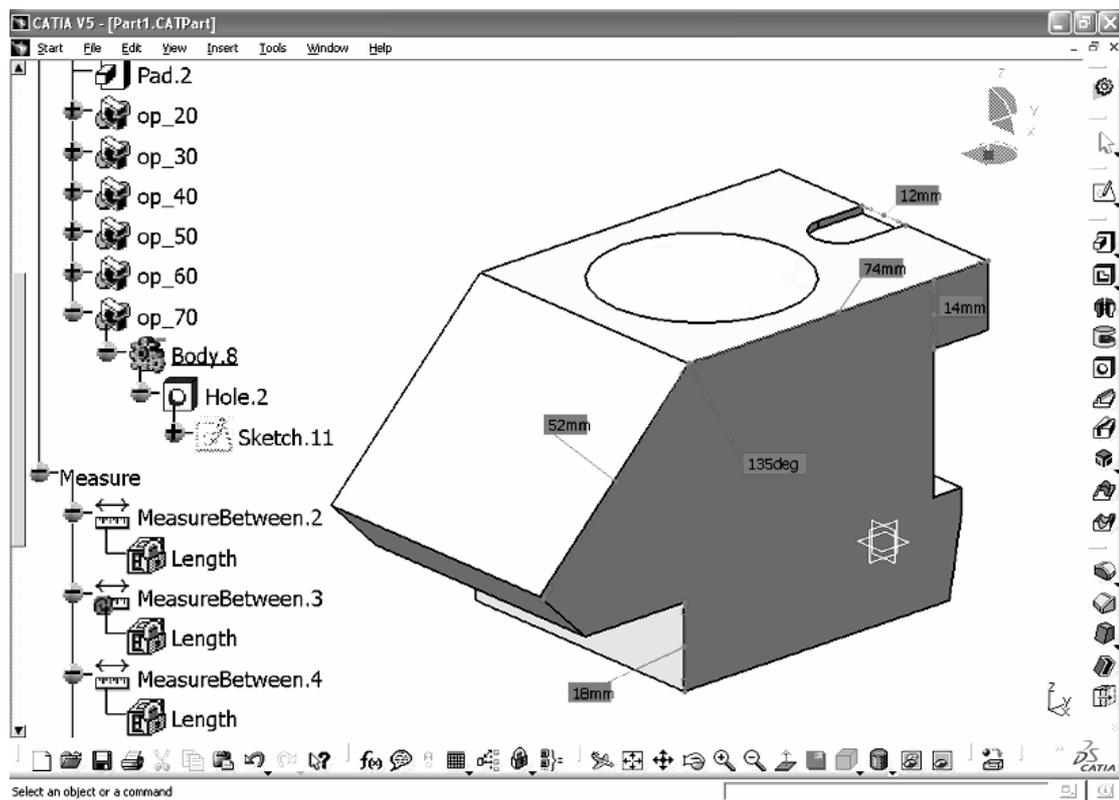


Рис. 4

Необходимо отметить, что использование булевых операций на стадии конструкторской разработки существенно облегчает процесс проектирования трехмерных моделей операционных заготовок, особенно это касается деталей сложной конфигурации с большим количеством конструктивных элементов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов Д. Д., Блаер И. Ю. Расчет операционных размеров в системах автоматизированного проектирования технологических процессов // Изв. вузов. Приборостроение. 1997. Т. 40, № 4. С. 64—69.
2. Чемоданова Т. В. Pro/Engineer: деталь, сборка, чертеж. СПб: БХВ, 2003. 548 с.
3. Karam F., Kleismit C. D. Using CATIA. Delmar Publishers. 2004. 448 p.

*Сведения об авторах**Дмитрий Дмитриевич Куликов*

— д-р техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения;  
E-mail: ddkulikov@gambler.ru

*Никита Александрович Шувал-Сергеев*

— аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; E-mail: nikich555@mail.ru

Рекомендована кафедрой  
технологии приборостроения

Поступила в редакцию  
14.12.09 г.