

УДК 621.7

П.Э. Букин, И.Н. Фролова

**СОЗДАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КАК ШАГ  
К АВТОМАТИЧЕСКОМУ ПОСТРОЕНИЮ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

ОАО ПКО «Теплообменник», г. Нижний Новгород

Решение проблемы ускорения выпуска новой продукции на промышленном предприятии напрямую связана с заменой ручного труда работников на автоматическую работу современных программ. Одним из наименее изученных элементов являются технологии автоматического создания элементов технологической оснастки.

*Ключевые слова:* поверхность, станочное приспособление, автоматизация, классификация поверхностей, анализ поверхностей.

Современные тенденции в мире все больше и больше требуют от промышленности повышения гибкости производства, снижения сроков выпуска новой продукции и улучшения эффективности планирования на всех стадиях жизненного цикла машиностроительного изделия.

На данный момент одной из главных технологий, позволяющих достичь серьезного прорыва в заданном направлении, является автоматизация. Автоматизация позволяет не только повысить эффективность труда инженерно-технического персонала предприятия, но и во многом заменить труд инженеров на автоматическую работу программного модуля. Примерами удачно внедренных технологий автоматизации могут служить программные модули САПР по автоматическому расчету зубчатых колес, прочностному анализу, анализу штампуемости и многие другие системы, заменившие кропотливый, монотонный и длительный труд инженера.

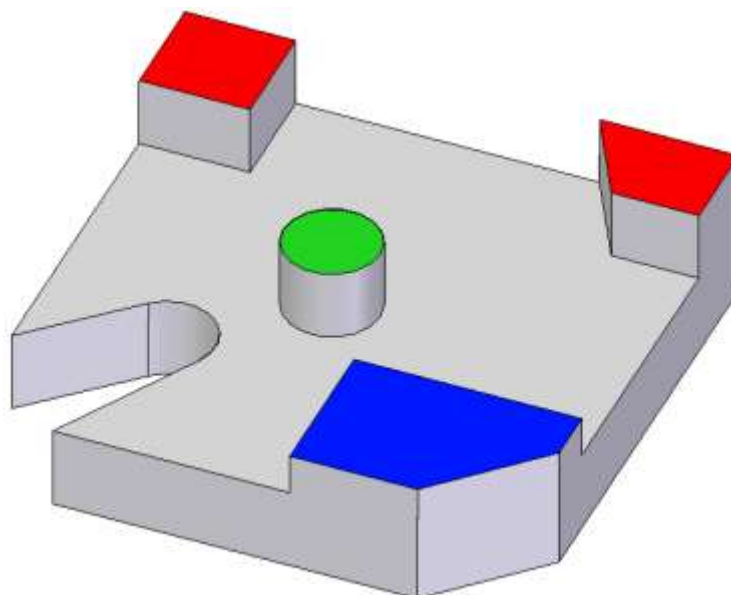


Рис. 1. Деталь для анализа

Но все перечисленные системы можно отнести к системам, которые действуют по уже разработанным, известным алгоритмам и просто заменяют ручной проход по этим алгорит-

мам на автоматическую обработку исходных данных. При этом на любом предприятии машиностроительной отрасли остается много задач, которые не имеют столь серьезной формализации. Одной из таких задач является задача автоматического построения элементов технологического оснащения производственного процесса.

Одним из первых шагов для решения проблемы автоматического создания станочного приспособления является анализ поверхностей детали, передаваемых из САД-системы в модуль построения оснастки. По возможности, должны производиться группировка и упрощение поверхностей с целью последующего повышения эффективности алгоритмизации создания станочного приспособления. Еще одной важной задачей, решаемой с помощью преобразования поверхностей из геометрического в матричный вид, является задача расширения базизирующих поверхностей для повышения площади опоры.

Проведем анализ расширения базизирующих поверхностей на примере детали, представленной на рис. 1.

1. В первую очередь необходимо определиться с классификацией поверхностей, например, в простейшем варианте можно предложить классификацию, приведенную в табл. 1.

Таблица 1

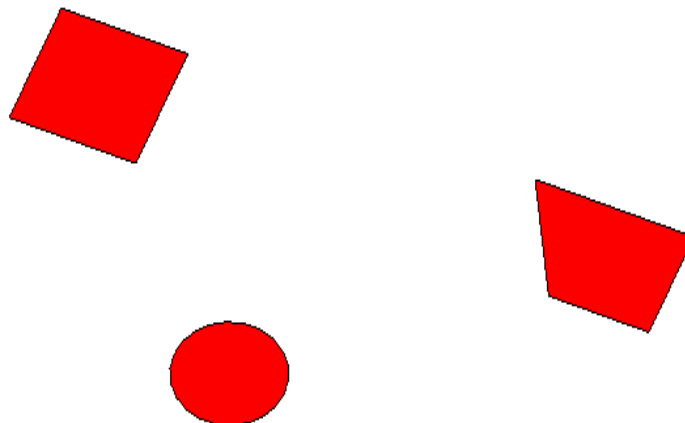
Пример классификации поверхностей

Присваиваемый код поверхности	Тип поверхности
01	Плоская
02	Цилиндрическая
03	Коническая
04	Сферическая
...	...

По данному признаку проводим первую сортировку поверхностей. По нашей детали можно сделать вывод, что она имеет поверхности только 01 и 02 типов.

2. Для продолжения работы понадобится извлечение из конкретных поверхностей определенных данных, Например, необходимо знать, к какому типу поверхностей по отношению к обработке на интересующей операции относится та или иная поверхность (базизирующая, обрабатываемая или прочая), точностные параметры поверхности и методы получения поверхностей. Так, если поверхности перед данной операцией имеют различную точность, то данные поверхности недопустимо рассматривать как единую связку.

Для анализа выберем поверхность торца цилиндрической бобышки (в центре рис. 1). Пусть условно все поверхности имеют одинаковые точностные показатели, значит, в нашем примере по данному признаку с целью упрощения задачи мы разделять поверхности не будем.



### Рис. 2. Искомые копланарные плоскости

3. Далее в зависимости от типа поверхностей определяем, могут ли получившиеся группы быть объединены в одну единую поверхность. Собственно задача сводится в нашем случае к определению, какие из поверхностей с одинаковой точностью, попавшие в группу «плоские поверхности», могут быть копланарны выбранной нами для примера (рис. 2). В результате перебора получилось, что в данной детали имеются две поверхности, копланарные выбранной для анализа поверхности. В качестве математического аппарата можно использовать проверку на принадлежность трех произвольно выбранных точек проверяемой поверхности к интересующей нас поверхности.

4. Определив копланарные плоскости, переходим к шагу преобразования данных поверхностей к модифицированному типу. В качестве модифицированной понимается поверхность или группа поверхностей детали, преобразованная в единую поверхность. Наиболее рационально, если единой поверхностью будет поверхность, представленная в виде простейшей сетки кривых  $u$ - $v$ . Эта схема широко используется во всех CAD-системах для упрощения математических расчетов. Данная сетка для нашей плоской поверхности примет вид поверхностного прямоугольника. Рассмотрим основные шаги построения модифицированной поверхности.

Для начала определяется расстояние между точками, принадлежащими исходным поверхностям путем перебора всех возможных вариантов. Из данного списка определяется наибольшее расстояние и объявляется одной из главных направляющих, например  $v_n$  (рис. 3).

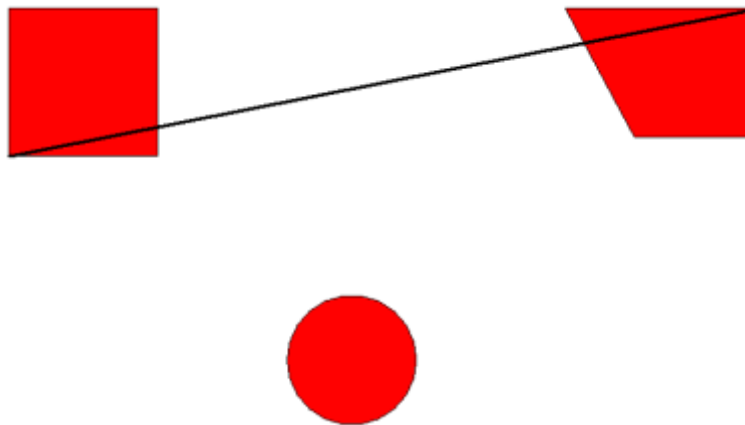
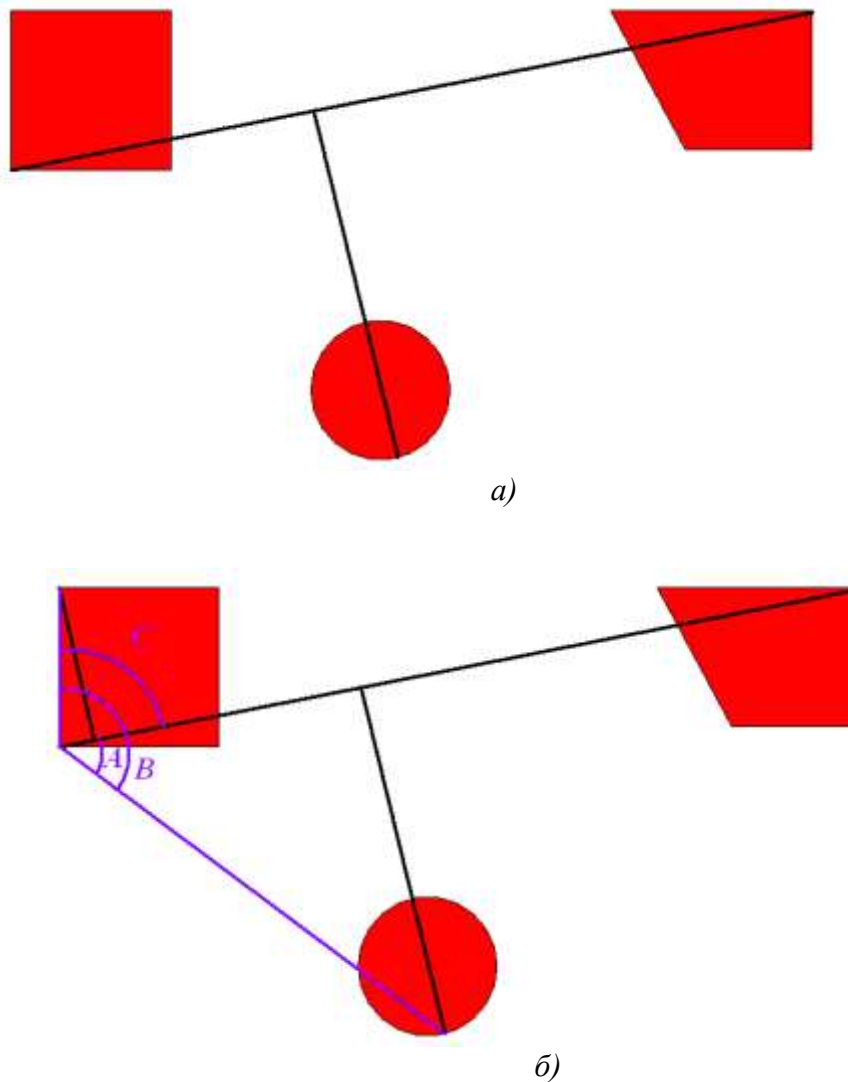


Рис. 3. Определение наибольшего расстояния между точками поверхностей

После этого определяется вторая направляющая  $u_n$ . Определить вторую направляющую таким же методом невозможно, так как возникает сразу несколько проблем при определении ее тем же методом, связанных в первую очередь со сложностью констатации факта, что данные направляющие при построении по ним поверхности охватят все интересующие поверхности, поэтому она определяется суммой из двух частей.

Определение первой части во многом схоже с определением первой направляющей, только в качестве основного параметра для выбора выступает катет треугольника, так же производится перебор всех возможных вариантов, в каждом подсчитывается значение катета, и, в конечном счете, выбирается максимальное значение. Эта точка и будет первой точкой второй направляющей (рис. 4, а). По сути, первая часть второй направляющей является рассчитанным нами катетом. На данном этапе будет целесообразно определить и вторую точку данного катета, так как ее координаты понадобятся нам при нахождении точек модифицированной поверхности. Учитывая, что нам известны координаты обеих точек первой направляющей и мы можем рассчитать расстояние от данных точек до точки пересечения катета с

первой направляющей, данная задача достаточно легко решается составлением математической пропорции.



**Рис. 4. Определение:**

*a* – первой части второй направляющей; *б* – второй части второй направляющей

Вторая часть выбирается из того же списка, что и первая, путем перебора всех точек в последовательности убывания значения их катетов. При этом каждый раз производится проверка на местоположение данной точки, чтобы исключить возможность выбора двух точек со стороны одной направляющей. Проверка производится путем расчета угла, образованного одной из точек первой направляющей, первой точкой второй направляющей и перебираемой точкой (угол *B*, рис. 4, б) и сравнением его с углом, образованным первой направляющей и первой точкой второй направляющей (угол *A*, рис. 4, б).

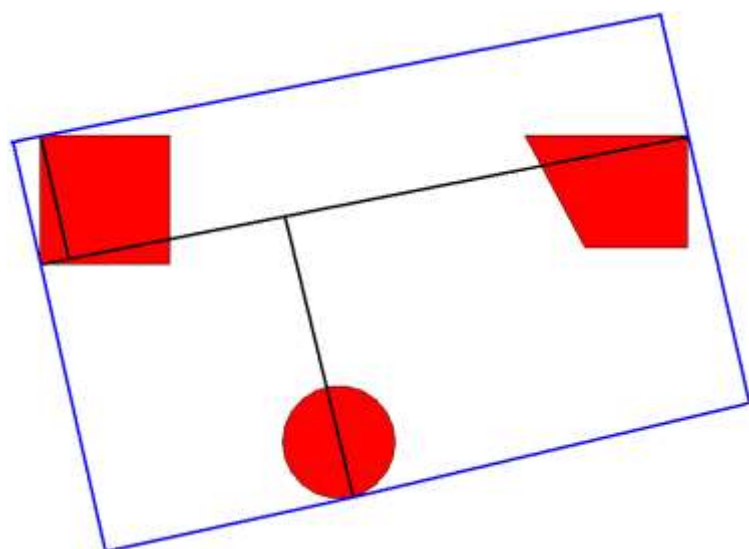
Если угол *A* получается больше угла *B*, то производится переход к следующей точке перебора. Так же параллельно проводится проверка на условие выполнения равенства суммы углов *A* и *C* углу *B* (рис. 4, б), что окончательно исключает возможность выбора двух точек с одной стороны первой направляющей.

$$\begin{cases} B > A \\ A + C = B \end{cases}$$

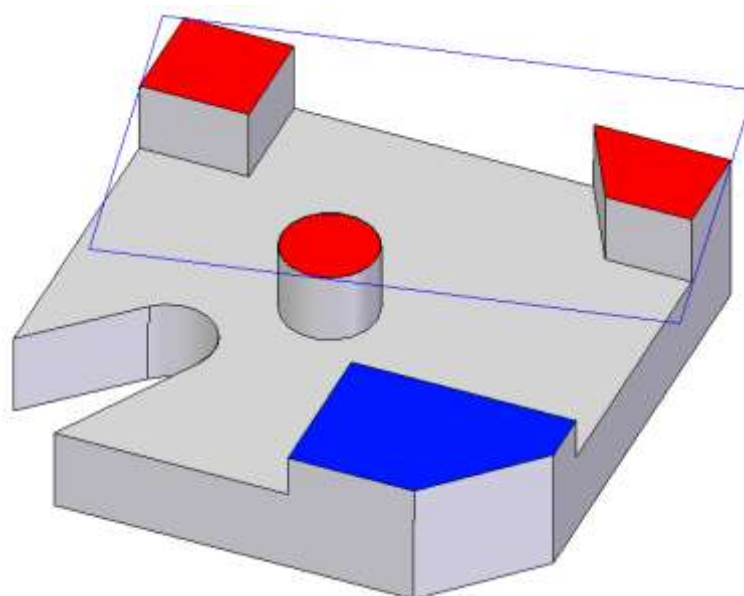
В результате перебора всех точек может оказаться, что второй составляющей направляющей не будет существовать: в этом случае она принимается равной нулю, и первая часть второй направляющей становится полноценной направляющей. Тогда первая направляющая фактически становится ребром модифицированной поверхности.

Если же вторая часть направляющей существует, то также рационально будет на данном этапе определить точку пересечения катета и первой направляющей.

Как только будут определены все три (две) составляющие каркаса создаваемой поверхности, можно перейти к последнему шагу создания модифицированной поверхности. Данные направляющие описываются прямоугольником, таким образом, что все четыре (три) определенные точки лежат на ребрах прямоугольника а два его ребра параллельны первой направляющей (рис. 5).



а)



б)

**Рис. 5.** Создание модифицированной поверхности (а), модифицированная поверхность в трехмерном виде (б)

Математически данная задача решается путем определения четырех точек – вершин прямоугольника, используя известные точки направляющих (две точки первой направляющей и от двух до четырех точек второй направляющей).

Аналогично данной методике можно создавать модифицированные поверхности других типов, упрощая дальнейшую работу по построению ответных элементов.

Данное преобразование поверхностей позволяет исключить проблемы, связанные с бесконечно возможной конфигурацией поверхностей, передаваемых в модули построения оснастки. Позитивным является фактор возможности исключения малых объектов из последующей работы еще на этапе передачи поверхностей из САД-системы в модуль построения оснастки. Но в то же время передача всех поверхностей детали обязательна, так как малые или просто исключенные поверхности могут оказаться принципиально важными для дальнейшего построения элементов технологического оснащения.

*Дата поступления  
в редакцию 14.10.2011*

**P.E. Bukin, I.N. Frolova**

### **CREATION OF THE MODIFIED SURFACES AS A STEP TO AUTOMATIC CONSTRUCTION MACHINE TOOLS ADAPTATIONS**

Solution of a problem of acceleration of release of new production at the industrial enterprise directly it is connected with replacement of manual skills of workers by automatic work of modern programs. One of the least studied elements are technologies of automatic creation of elements of industrial equipment.

*Key words:* a surface, machine tools the adaptation, automation, classification of surfaces, the analysis of surfaces.