

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 621.91.04

АНАЛИЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ МАКРОГЕОМЕТРИЕЙ СЛОЖНЫХ МНОГОГРАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ

*д-р техн. наук, проф. В.А. ДАНИЛОВ; А.А. ДАНИЛОВ
(Полоцкий государственный университет)*

Объектом исследований являются схемы кинематического профилирования сложных многогранных поверхностей методом следа при непрерывном движении деления. Проанализированы кинематический, геометрический и комбинированный методы управления макрогеометрией указанных поверхностей с конгруэнтными и различными по форме гранями при обработке резцовыми головками по встречной и попутной схемам резания. Установлено влияние кинематического, конструктивного и компоновочного факторов на макрогеометрию многогранных поверхностей и количество формируемых граней при совмещении процессов формообразования и деления. Рассмотрены кинематическая структура и компоновка станка для обработки цилиндрических и конических многогранных поверхностей, а также многогранных поверхностей с винтовыми гранями, обеспечивающие реализацию различных методов управления макрогеометрией их профиля. Показана возможность комплексной обработки на таком станке изделий с многогранными, круглыми и другими поверхностями.

Введение. Управление формообразованием поверхностей при обработке резанием с целью повышения точности и производительности формообразования возможно геометрическим, кинематическим, цикловым и комбинированными методами [1].

Кинематические методы основаны на формировании траектории сложного исполнительного движения в соответствии с геометрией номинальной поверхности за счет согласования скоростей и направлений составляющих его элементарных движений, введения дополнительного движения для коррекции траектории исполнительного движения и т.д.

Геометрические методы обеспечивают управление характеристическим образом инструмента за счет количества и относительного расположения производящих элементов и придания им определенной формы, а также соответствующей ориентации инструмента относительно заготовки.

Цикловые методы позволяют управлять формообразованием за счет рациональной организации цикла обработки, например, путем совмещения в одном цикле двух процессов частичного формообразования или частичного и полного формообразования поверхности, что позволяет формировать требуемую топологию обработанной поверхности [2].

Кинематические, геометрические и цикловые методы являются основой синтеза комбинированных методов управления формообразованием, обеспечивающих комплексное решение задач управления. Например, кинематическим методом обеспечивается форма конгруэнтных участков обработанной некруглой поверхности, а геометрическим – их количество при совмещении процессов профилирования и деления.

Рассмотрим применение и реализацию кинематических и геометрических методов управления в технологиях формообразования сложных многогранных поверхностей.

Управление формообразованием многогранных поверхностей кинематическим методом. Формирование некруглого профиля, образованного несколькими равномерно расположенными по окружности конгруэнтными участками, возможно различными по структуре исполнительными движениями. В этой связи универсальным из кинематических методов управления формообразованием является сообщение дополнительного перемещения инструменту или его элементам для управления траекторией движения формообразования [3]. Однако в этом случае усложняется кинематическая схема обработки и соответственно конструкция станка, снижается его жесткость. Заслуживают внимания методы управления формообразованием, не требующие усложнения кинематической схемы обработки.

Рассмотрим рациональную с точки зрения реализации традиционную схему профилирования многогранных поверхностей с циклоидальным профилем методом следа, основанную на сообщении производящей точке двух согласованных вращательных движений вокруг параллельных осей [4]. Указанные движения могут сообщаться либо инструменту, либо заготовке, либо одновременно этим элементам. Последний вариант проще в реализации и обеспечивает более широкие технологические возможности станка, представленного на рисунке 1, для схем встречного (рис. 1, а) и попутного (рис. 1, б) резания. Обе схемы обработки многогранных поверхностей реализованы на широкоуниверсальном станке модели ВС 50 производства Витебского станкостроительного завода «Вистан» [5].

В первом случае некруглый профиль, вписанный в окружность радиусом R_0 , образуется при сообщении заготовке 1 и режущему инструменту 2 в виде резцовой головки с равномерно расположенными по окружности режущими зубьями 3 согласованных вращательных движений B_1 и B_2 с угловыми скоростями соответственно ω_1 и ω_2 вокруг параллельных осей L_1 и L_2 . Расстояние между этими осями $l = R + r$ (R – расстояние от вершины C резца до оси L_2 вращения инструмента; r – радиус вписанной в профиль некруглой поверхности окружности).

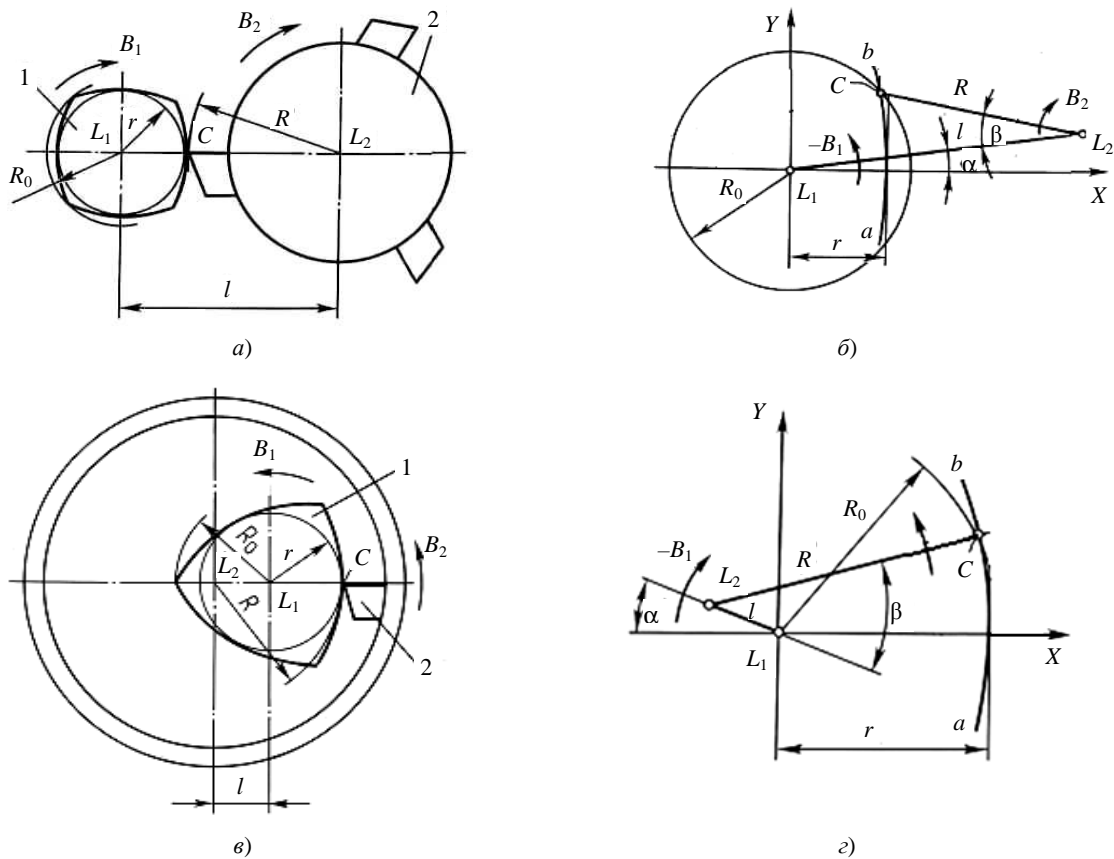


Рис. 1. Формирование профиля многогранной поверхности вращающимся многолезвийным инструментом по встречной (а, б) и попутной (в, г) схемам резания:
а, в – кинематические схемы обработки; б, г – схемы профилирования

Производящая точка C инструмента в относительном движении перемещается по траектории ab (рис. 1, б), параметрические уравнения которой имеют вид

$$\begin{cases} x = l \cos \alpha - R \cos(\beta - \alpha), \\ y = l \sin \alpha + R \sin(\beta - \alpha), \end{cases} \quad (1)$$

где β – угол поворота точки C вокруг оси L_2 , соответствующий углу α поворота заготовки.

Из зависимости (1) следует, что форма траектории при одинаковых параметрах схемы профилирования l, R зависит от отношения угловых скоростей заготовки и инструмента, то есть от β/α .

Например, при $\beta = \alpha$ грани поверхности профилируются по окружности, так как в соответствии с (1) траектория производящей точки C описывается уравнением

$$(x + R)^2 + y^2 = l^2, \quad (2)$$

согласно которому радиус этой окружности равен межосевому расстоянию l .

При $\beta = 2\alpha$ траектория движения профилирования описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} x = r \cos \alpha, \\ y = (r + 2R) \sin \alpha, \end{cases} \quad (3)$$

или

$$\frac{x^2}{r^2} + \frac{y^2}{(r+2R)^2} = 1, \quad (4)$$

то есть представляет эллипс и т.д.

Таким образом, за счет параметра β/α обеспечивается управление профилем граней, что позволяет одним инструментом обрабатывать поверхности с выпуклыми, вогнутыми и приближающимися с определенной погрешностью к плоским гранями.

В частности, для образования плоских граней точка C должна перемещаться по прямой, что в соответствии с рисунком 1, b возможно при выполнении условия:

$$(R+r)\cos\alpha - R\cos(\beta-\alpha) - r = 0. \quad (5)$$

При замене в уравнении (5) функции косинус двумя членами разложения ее в ряд справедлива следующая зависимость [4]:

$$\beta/\alpha = 1 + \sqrt{1+r/R}. \quad (6)$$

При меньших, чем по (6), значениях параметра β/α формируются выпуклые, а при больших – вогнутые грани, что позволяет управлять их формой путем настройки этого параметра.

Следует отметить, что при обработке некруглых поверхностей с равномерно расположенными по окружности конгруэнтными гранями отношение β/α должно обеспечивать одновременно с профилированием и процесс деления, то есть непрерывный переход к обработке следующей грани, что ограничивает множество возможных значений параметра β/α . Совмещение процессов формообразования и деления возможно, если

$$i = m/Pz, \quad (7)$$

где m – количество граней поверхности; z – число резов в головке; P – целое число, задающее последовательность обработки граней.

Возможности кинематического метода управления формообразованием существенно расширяются за счет изменения порядка формирования граней, который может быть как последовательным, так и с пропуском определенного числа P граней. В первом случае $P = 1$, поэтому, например, участки a, b, c, d, e профиля пятигранной поверхности формируются в последовательности $a-b-c-d-e$. Во втором случае последовательность формирования граней зависит от числа пропускаемых граней, например, при $P = 2$ грани обрабатываются в последовательности $a-c-e-b-d$, а при $P = 3 - a-d-b-e-c$ и т. д.

Как следует из (7), для заданного значения z каждой последовательности формирования граней соответствует определенное значение передаточного отношения i , а следовательно и профиль грани. Например, для рассмотренных вариантов обработки пятигранной поверхности ($m = 5$) двухрезцовой головкой ($z = 2$) при $P = 1$ обрабатываются вогнутые грани, так как $i = 5/2$, а при $P = 2 -$ выпуклые грани, так как $i = 5/4$. Поэтому, задавая различную последовательность обработки граней, можно управлять их формой.

Зависимость (7) устанавливает связь между кинематическим i и конструктивными z и m параметрами схемы профилирования поверхности при принятой последовательности формирования ее граней. Например, профиль некруглой поверхности с 5 выпуклыми гранями, форма которых создается по схеме согласно рисунку 1 (a) при $i = 5/4$, может быть получен по трем вариантам: 1) $z = 1, p = 4$; 2) $z = 2, p = 2$; 3) $z = 4, p = 1$. Третий вариант обеспечивает максимальную производительность, так как за один оборот инструмента формируются 4 стороны профиля, тогда как в первом – только одна. Соответственно, технологическая производительность третьего варианта больше, чем первого, что позволяет интенсифицировать процесс обработки за счет кинематики схемы профилирования.

При обработке плоских граней одновременно должны выполняться условия (6) и (7), поэтому число резов в головке и связь между геометрическими параметрами инструмента и заготовки выражаются зависимостями:

$$z = m / \left(P \left(1 + \sqrt{1 + r/R} \right) \right), \quad (8)$$

$$r/R = m \left(mP^{-1}z^{-1} - 2 \right) / (zP). \quad (9)$$

Переход к попутной схеме резания обеспечивается путем настройки расстояния между осями L_1 и L_2 , равного разности значений R и r , то есть $l = R - r$, и применения охватывающего инструмента (см. рис. 1, b).

В этом случае траектория вершины C резца 3 в относительном движении (рис. 1, z) описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} x = -l \cos \alpha + R \cos(\beta - \alpha), \\ y = l \sin \alpha + R \sin(\beta - \alpha). \end{cases} \quad (10)$$

При $\beta = \alpha$ формируемая линия также представляет собой окружность, радиус которой отличается от радиуса окружности, образуемой при встречной схеме резания. При $\beta = 2\alpha$ грани профилируются по эллипсу

$$\frac{x^2}{r^2} + \frac{y^2}{(2R-r)^2} = 1, \quad (11)$$

который по форме отличается от эллипса, описываемого уравнением (4).

Таким образом, макрогеометрия обработанной многогранной поверхности зависит от реализуемой схемы резания.

Рассмотренный кинематический метод позволяет управлять не только формой профиля, но и производительностью формообразования. При одинаково направленных движениях B_1 и B_2 скорость резания в средней точке грани (скорость перемещения производящей точки C относительно заготовки) определяется уравнением

$$v = 2\pi n_1 (Ri \pm r), \quad (12)$$

где знак «плюс» соответствует встречной, а «минус» – попутной схеме резания.

Поэтому частота вращения заготовки

$$n_1 = v / (2\pi(Ri \pm r)). \quad (13)$$

Из (13) следует, что при равной для обеих схем скорости резания v частота вращения заготовки и, соответственно, технологическая производительность в

$$(i + r/R) / (i - r/R) \quad (14)$$

раз больше при обработке по попутной схеме резания. При этом улучшаются условия резания и уменьшается динамическая нагрузка.

Формообразование многогранных поверхностей с винтовыми гранями возможно при согласовании движения профилирования $\Phi_v(B_1B_2)$ и движения формообразования поверхности по длине $\Phi_s(I_3)$ и совмещении их в одно исполнительное движение $\Phi(B_1B_2I_3)$ при условии, что перемещение инструмента за один оборот заготовки равно шагу формируемой винтовой поверхности. В этом случае дополнительно к рассмотренным методам управления профилем граней необходимо обеспечить заданную их форму по длине, что достигается при отношении частот вращательных движений инструмента и заготовки по зависимости

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{i}{1 \pm s/t}, \quad (15)$$

где n_2 – частота вращения резцовой головки, мин^{-1} ; n_1 – частота вращения заготовки, мин^{-1} ; s – перемещение инструмента за один оборот заготовки (подача), мм/об ; t – шаг формируемой винтовой поверхности, мм ; i – число, зависящее от профиля этой поверхности.

Управление формообразованием многогранных поверхностей геометрическим и комбинированным методами. Геометрические методы управления формообразованием многогранных поверхностей основаны на зависимости их профиля от конструктивных и установочных параметров инструмента. Применительно к обработке резцовыми головками (см. рис. 1) к первым относятся радиус R инструмента, число z его производящих элементов и их относительное расположение, а ко вторым – расстояние l между осями инструмента и заготовки и их взаимное расположение (оси могут быть параллельны, пресекаться или скрещиваться).

От радиуса инструмента и расстояния между осями инструмента и заготовки зависит, как следует из (1) и (10), форма образуемых линий, что позволяет, изменяя эти геометрические параметры схемы обработки, управлять макрогеометрией многогранной поверхности.

От числа производящих элементов z зависит количество m граней обработанной поверхности, которое в соответствии с зависимостью (7) составляет $m = iPz$. Так, если $i = 2$ и $P = 1$, то при $z = 1$ осуществляется обработка изделий с двумя противоположно расположенными лысками, при $z = 2$ – четырехгранных, а при $z = 3$ – шестигранных поверхностей.

От числа производящих элементов зависит не только количество, но и форма обработанных граней, так как в соответствии с (7) при постоянных значениях параметров m и P изменение числа режущих зубьев возможно лишь при ином значении i . Это обстоятельство указывает на возможность управления формообразованием одновременно кинематическим и геометрическим методами, то есть комбинированным методом за счет сочетания кинематического и конструктивного факторов.

Если производящие элементы расположены равномерно на одной окружности, обработанная поверхность имеет конгруэнтные грани. В противном случае они имеют разную форму. На рисунке 2 показана схема обработки шестигранной поверхности на заготовке 2 резцовой головкой 1 с тремя режущими зубьями 3, которые расположены неравномерно по окружности на разных радиусах от оси вращения.

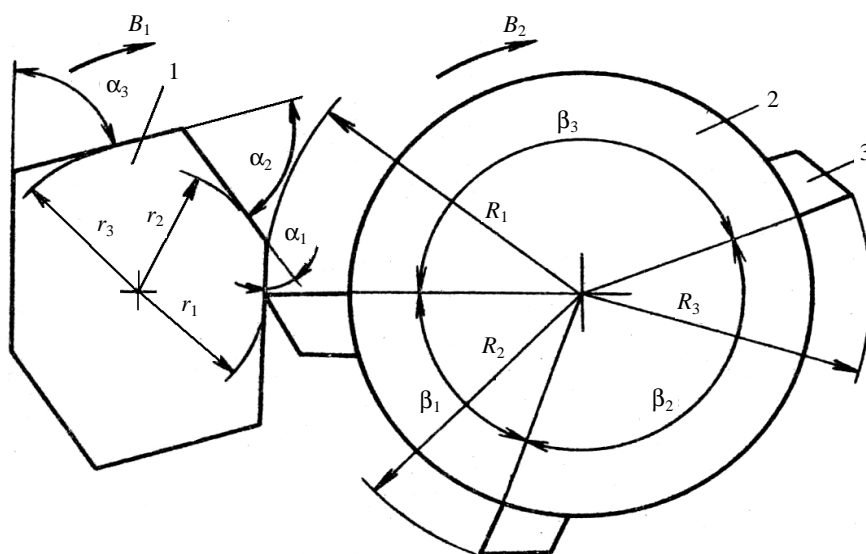


Рис. 2. Схема обработки сложной многогранной поверхности

При обработке по этой схеме многогранной поверхности центральный угол β между двумя любыми соседними режущими зубьями резцовой головки должен быть в i раз больше угла α между обрабатываемыми этими резцами гранями. В частном случае, при $i = 2$, поверхность, обработанная таким инструментом, имеет шесть граней трех различных форм, неравномерно расположенных по окружности. Указанное соотношение между углами β и α обусловлено необходимостью выполнения непрерывного деления в процессе обработки многогранной поверхности.

Разность между радиусами R_i окружностей, на которых расположены вершины режущих зубьев (производящие элементы), равна разности радиусов r_i окружностей, касательных к обработанным ими граням. Геометрические методы управления формообразованием многогранных поверхностей за счет относительного расположения осей вращательных движений инструмента и заготовки основаны на трансформации характеристического образа инструмента, форма которого может изменяться дискретно или непрерывно в процессе перемещения относительно заготовки.

Трансформация характеристического образа обусловлена его зависимостью от ориентации инструмента относительно направления движения формообразования. Например, положениям a , b , v , z режущего инструмента с равномерно расположенными по окружности производящими элементами относительно направления движения формообразования v (рис. 3) соответствует его характеристический образ в виде прямолинейного отрезка 1, окружности 2, эллипсов 3 и 4.

В первом случае при прямолинейном движении характеристического образа образуется плоская, а в остальных – цилиндрическая (круговая или эллиптическая) поверхности. Изменением формы характеристического образа инструмента за счет управления его ориентацией можно управлять макрогеометрией поверхности, например, с целью повышения ее точности.

Применительно к обработке многогранных поверхностей задача решается путем определенной ориентации оси вращения инструмента относительно оси вращения заготовки, то есть за счет компо-

вочного фактора. Оси инструмента и заготовки могут быть параллельны друг другу, пересекаться или скрещиваться, что должно учитываться при разработке компоновки станка.

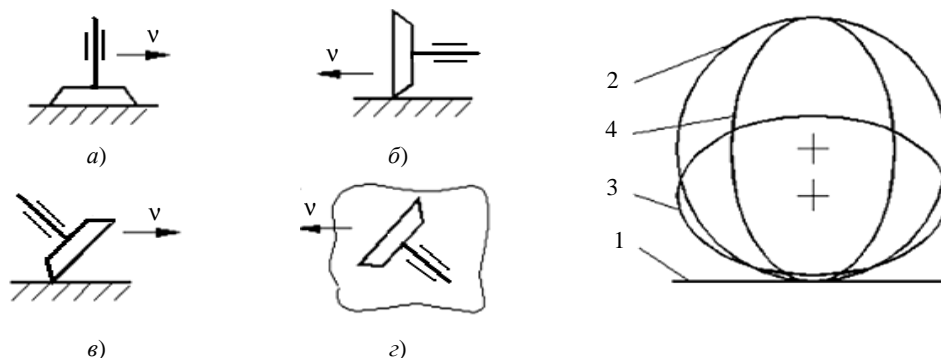


Рис. 3. Схемы а – в ориентации режущего инструмента относительно направления движения формообразования и соответствующие им формы 1–4 его характеристического образа

При параллельных осях инструмента и заготовки грани поверхности профилируются по циклоидальным кривым в соответствии с уравнениями (1). Если указанные оси пересекаются под углом φ , то проекция траектории вершины резцов на плоскость её вращения представляет собой не окружность радиусом R , а эллипс 4 (см. рис. 3), уравнение которого в системе координат X_1Y_1 , связанной с инструментом, имеет вид [5]:

$$x_1^2 / (R \cos \varphi)^2 + y_1^2 / R^2 = 1. \tag{16}$$

Кривизна эллипса во всех точках в зоне контакта с формируемым профилем меньше кривизны окружности 3, поворотом которой он образуется. В результате кривизна формируемого профиля граней больше, чем при параллельных осях инструмента и заготовки. Напротив, если оси инструмента и заготовки скрещиваются под некоторым углом γ , проекция траектории вершин резцов на плоскость вращения заготовки представляет собой эллипс 3 (см. рис. 3), который описывается уравнением

$$x_1^2 / R^2 + y_1^2 / (R \cos \gamma)^2 = 1. \tag{17}$$

С увеличением угла γ кривизна профиля уменьшается, что позволяет управлять профилем обработанных граней, например, минимизировать их отклонение от плоских без сообщения производящим элементам корректирующего движения, как это предусмотрено в известной схеме обработки многогранных поверхностей методом кинематического профилирования, согласно которой резцам кроме вращательного движения сообщается согласованное с ним перемещение в радиальном направлении [2], что усложняет обрабатывающую систему станка.

Рассмотренные выше методы модификации некруглых поверхностей обеспечивает формообразующая система станка (рис. 4) с мехатронными кинематическими связями между исполнительными органами.

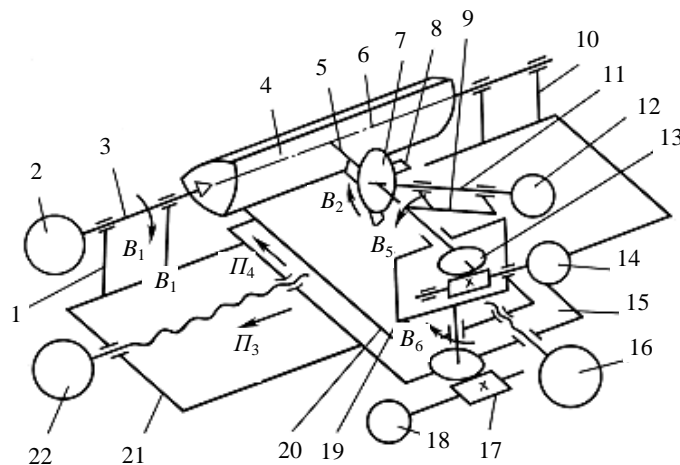


Рис. 4. Кинематическая схема станка для обработки сложных многогранных поверхностей

На станине 21 расположены передняя бабка 1, задняя бабка 10 и продольный суппорт 15. Шпиндель 3 несет заготовку 4, геометрическая ось которого совмещена с осью 6 центров станка. На поперечном суппорте 20 смонтированы стойка 19 и механизм 17 ее поворота B_6 с двигателем 18. Шпиндель 11 инструментальной бабки 9 оснащен резцовой головкой 7, вершины зубьев 8 которой расположены в одной плоскости. Инструментальная бабка установлена на стойке с возможностью поворота B_5 вокруг оси 5, которая пересекается с осью 6 центров станка. Этот поворот выполняется механизмом 13 от двигателя 14.

Движения B_1 , B_2 , P_3 и P_4 осуществляются соответственно двигателями 2, 12, 16 и 22, которые вместе с приводами 14 и 18 связаны с системой программного управления (на рисунке не показана). Двигатели 14 и 18 обеспечивают изменение углового положения шпинделей 3 и 11 как при настройке, так и в процессе обработки с целью управления формообразованием. Профиль изделия образуется согласованными системой управления движениями B_1 и B_2 , а формообразование по длине обеспечивается движением P_3 или сочетанием движений P_3 и P_4 . При переменной вдоль оси изделия кривизне профиля бабке 9 сообщается непрерывный поворот B_5 вокруг оси 5.

Станок оснащен регулируемыми в широком диапазоне двигателями, что исключает необходимость в дополнительных механических передачах и присущие им погрешности. Для поступательных перемещений и поворотов исполнительных органов служат высокомоментные электродвигатели, для вращения инструментального шпинделя 11 – асинхронный электродвигатель с частотным регулированием, а для вращения шпинделя 3 – встраиваемый моментный двигатель, например типа 1FW6 фирмы SIEMENS, ротор которого установлен непосредственно на шпинделе.

Обрабатывающая система станка обеспечивает формообразование цилиндрических, конических и фасонных поверхностей вращения, профильных и винтовых поверхностей, что позволяет выполнять на нем комплексную обработку за одну установку сложных по конструкции деталей. Необходимое согласование движений инструмента и заготовки обеспечивается системой управления, а их взаимное расположение – компоновкой станка.

Рассмотрим примеры настройки и работы станка. Обработка многогранных поверхностей осуществляется сменной резцовой головкой с определенным числом режущих зубьев, количество и расположение которых относительно друг друга и оси вращения определяется реализуемой схемой профилирования и параметрами обработанной поверхности в соответствии с приведенными выше зависимостями и схемами обработки.

При обработке цилиндрических и конических многогранных поверхностей при профилировании по схеме, изображенной на рисунке 1, а, шпиндели 3 и 11 устанавливаются параллельно друг другу. Согласование движений B_1 и B_2 этих шпинделей в соответствии с зависимостью (7), образующих сложное движение профилирования $\Phi_v(B_1B_2)$, обеспечивается системой управления. При обработке цилиндрических многогранных поверхностей резцовой головке 7 за счет перемещения продольного суппорта 15 сообщается простое движение подачи $\Phi_s(P_3)$, а при обработке конических многогранных поверхностей – сложное движение $\Phi_s(P_3P_4)$, образованное согласованными системой управления перемещениями продольного 15 и поперечного 20 суппортов. В первом случае по классификации [7] станок имеет комбинированную К23, а во втором сложную С24 структуру.

Формообразование многогранных поверхностей с винтовыми гранями осуществляется сложными формообразующими движениями $\Phi(B_1B_2P_3)$ или $\Phi(B_1B_2P_3P_4)$, частными кинематическими структурами станка соответственно типов С13 и С14.

Модификация профиля обработанных многогранных поверхностей обеспечивается поворотом B_6 стойки 19 вокруг вертикальной оси или поворотом B_5 инструментальной бабки 9 вокруг горизонтальной оси. В первом случае оси шпинделей 3 и 11 пересекаются друг с другом, а во втором скрещиваются под определенным углом для трансформации характеристического образа инструмента.

Таким образом, кинематико-компоновочная структура станка позволяет реализовать все рассмотренные выше методы управления формообразованием многогранных поверхностей. Она обеспечивает также возможность обработки других поверхностей. Например, при неподвижной резцовой головке на станке может производиться точение цилиндрической, конической или фасонной поверхности. При установке на шпинделе 11 дисковой фрезы или инструмента для вихревого точения осуществляется обработка резьбы, шаг которой задается системой управления. Благодаря этому на станке возможна комплексная обработка изделий с различными сочетаниями многогранных, круглых и резьбовых поверхностей. На базе рассмотренного станка могут быть созданы специальные станки для обработки различных поверхностей.

Заключение. Требуемая макрогеометрия многогранных поверхностей, профилируемых при обработке резцовыми головками по встречной и попутной схемам резания, обеспечивается кинематическим, геометрическим и комбинированным методами управления, что необходимо учитывать при проектировании кинематики и компоновки станка. Кинематический метод управления позволяет за счет соответст-

вующей настройки станка получать многогранные поверхности с выпуклым или вогнутым профилем граней, с прямолинейной или винтовой их формой по длине, а в сочетании с геометрическим методом управления обрабатывать изделия с заданным числом граней. Модификация их профиля возможна за счет компоновочного фактора путем изменения относительного положения инструмента и заготовки. Возможность реализации рассмотренных методов управления обеспечивается кинематикой и компоновкой станка для обработки сложных многогранных поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, В.А. Общие принципы управления формообразованием при обработке резанием / В.А. Данилов, В.А. Терентьев // Машиностроение: республ. межведомств. сб. науч. тр.: в 2-х т.; под ред. И.П. Филонова. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – Т. 1, вып. 20. – С. 21–26.
2. Данилов, В.А. Управление топологией некруглых поверхностей, обработанных по схемам неполного формообразования / В.А. Данилов, А.А. Данилов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2015. – № 4. – С. 2–9.
3. Грановский, Г.И. Кинематика резания / Г.И. Грановский. – М.: Машгаз, 1948. – 200 с.
4. Карелин Н.М. Бескопирная обработка цилиндрических деталей / Н.М. Карелин. – М.: Машиностроение, 1966. – 187 с.
5. Данилов, В.А. Новые технологии формообразования профильных и прерывистых поверхностей резанием / В.А. Данилов // Инженер-механик. – 2003. – № 3(20). – С. 26–31.
6. Данилов, В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резанием / В.А. Данилов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 264 с.
7. Федотенок, А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков / А.А. Федотенок. – М.: Машиностроение, 1970. – 403 с.

Поступила 07.07.2015

ANALYSIS AND REALIZATION OF CONTROL METHOD OF COMPLEX MULTI-FACETED SURFACE MACROGEOMETRY IN METAL-CUTTING TECHNOLOGY

V. DANILOV, A. DANILOV

The object of research is the diagrams of the kinematic profiling of complex multi-faceted surfaces by the trace method with continuous motion of pressure. Kinematic, geometry and combined control methods of macrogeometry of the mentioned surfaces with congruent and different shaped faces in the processing of cutting heads according to counter and climb cutting schemes are analyzed. The effect of the kinematic, constructive and configuration factors on macrogeometry of multi-faceted surfaces and the number of formed facets during the combining of the processes of formation and division is established. Kinematic structure and layout of the machine for the processing of cylindrical and conical multi-faceted surfaces and also multi-faceted surfaces with screw faces are considered. The possibility of complete machining of products with multi-faceted, circular and other surfaces on this machine are shown.