ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտութ. սերիա XXXVIII, № 1, 1985 Серия технических наук

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Г. А. НАЛЯН

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКВИДИСТАНТНОГО КОПИРОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Механическая обработка сложнопрофильных деталей связана со значительными трудностями, обусловленными кинематическими особенностями формообразования таких поверхностей, а также применением специального оборудования. Электрические методы обработки профилированным инструментом (электроэрозионная — ЭЭО, электрохимическая — ЭХО) существенно упрощают процесс формообразования сложнопрофильных изделий благодаря возможности одновременного копирования всего профиля инструмента на детали. Схемы механической обработки, построенные на таких способах, позволяют существенно повышать производительность обработки сложнопрофильных изделий. Одной из разновидностей таких схем явилась «вихрекопировальная обработка» сложнопрофильных углеграфитовых электродов, основанная на поступательном круговом движении (ПКД) между инструментом и обрабатываемым изделием [1], [2]. В [3] и [4] показано, что эта схема обработки может применяться и для других материалов — естественных камней различной твердости, а также металлов. Однако применение ПКД и поступательного движения с разнообразными траекториями (плоскими, вписываемыми в круг, и объемными, расположенными внутри или на поверхности сферы) позволяет осуществить разнообразные процессы механической обработки.

Все процессы механической обработки, при которых происходит эквидистантная передача формы инструмента детали, назовем эквидистантным копированием и подразделим на два основных вида:

— с поступательным круговым движением (ПКД);

— с поступательным сферическим движением (ПСД).

Рассмотрим основные принципы эквидистантного копирования с ПКД (ЭК с ПКД).

Известно, что механическое формообразование эквидистантных кривых сводится к тому, что исходной кривой 1 (рис. 1) сообщается ПКД. При этом каждая точка кривой описывает круги одинакового диаметра, а сама исходная кривая занимает ряд последовательных положений 2. Огибающая 3 к этим последовательным положениям одно-

временно будет и огибающей к семейству окружностей, описываемых точками исходной кривой, т. е. эквидистантной к исходной кривой.

Эквидистантная кривая описывается следующими известными аналитическими выражениями:

$$x_э = x_и + r\cos\varphi; \qquad y_э = y_и + r\sin\varphi,$$

где $x_э$, $y_э$ и $x_и$, $y_и$ — координаты точек эквидистантной и исходной кривых; r — радиус круга ПКД; φ — угол нормали в точке касания с осью координат.

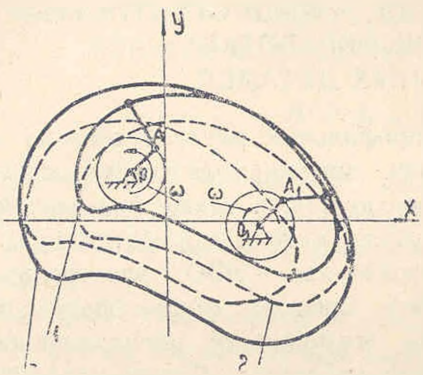


Рис. 1. Схема формообразования эквидистантных кривых при ПКД. *1*—исходная кривая; *2* — последовательные положения исходной кривой; *3* — эквидистантная (огибающая) кривая.

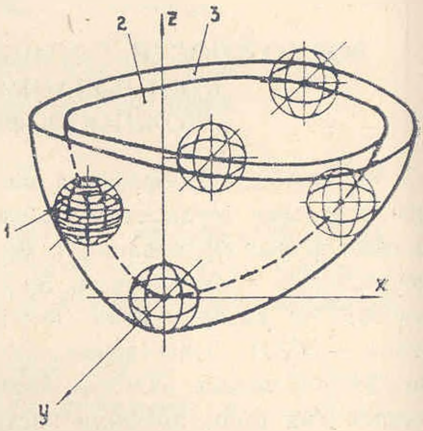


Рис. 2. Построение эквидистантной поверхности при ПСД. *1* — траектория относительного движения; *2* — исходная поверхность; *3* — эквидистантная поверхность.

Если аналитическое построение эквидистантных поверхностей сводится к построению семейства сфер 1 с центрами на исходной поверхности 2 и построению огибающей 3 к семейству сфер (рис. 2), то механическое формообразование эквидистантных поверхностей сводится к сообщению исходной поверхности ПСД, вследствие чего каждая ее точка совершает движение по одинаковым траекториям, лежащим на сферах одинакового диаметра, а сама исходная поверхность занимает ряд последовательных положений. Огибающая поверхность к этим последовательным положениям будет огибающей семейства сфер, т. е. эквидистантной исходной поверхности.

Математическое выражение эквидистантной поверхности будет:

$$x_э = x_и + r\cos\alpha; \qquad y_э = y_и + r\cos\beta; \qquad z_э = z_и + r\cos\gamma,$$

где $x_э$, $y_э$, $z_э$ и $x_и$, $y_и$, $z_и$ — координаты точек эквидистантной и исходной поверхностей; r — радиус ПСД; $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ — направляющие косинусы углов нормали к данной точке исходной поверхности с осями координат.

ЭК с ПКД или с ПСД может применяться для осуществления технологических процессов как абразивной обработкой, так и обработкой лезвийным инструментом. В первом случае режущие инструменты могут быть со связанным абразивом или безабразивными (суспензии, пасты и т. д.). Лезвийные режущие инструменты могут быть с неподвижными или подвижными режущими элементами относительно корпуса инструмента.

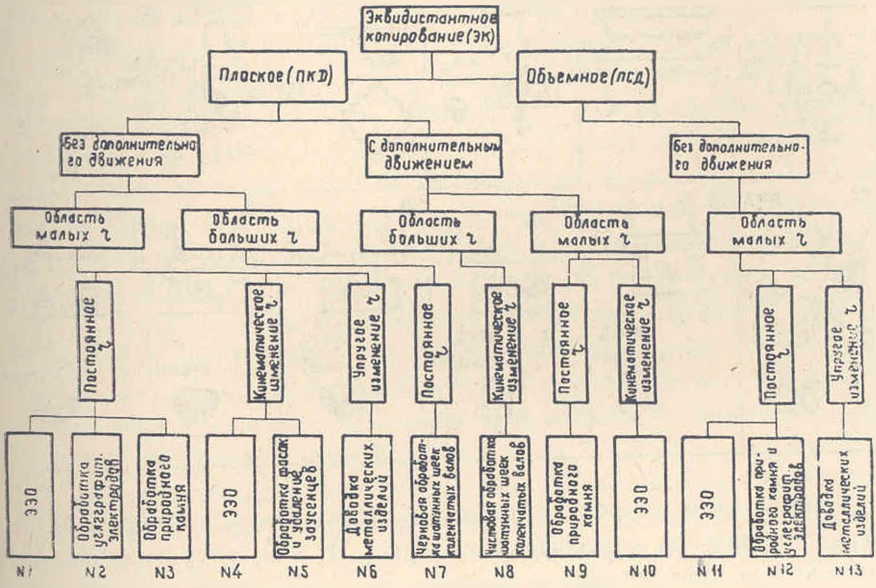


Рис. 3. Классификация способов обработки эквидистантным копированием.

На рис. 3 приведена классификация возможных областей применения ЭК при обработке сложнопрофильных изделий, а в таблице приведены принципиальные схемы реализации процессов обработки по этой классификации. Схемы обработки представлены в зависимости от целесообразности их реализации по АПКД или ОПКД. Указан и характер изменения величины радиуса ПКД или ПСД:

$r = \text{const}$ — радиус ПКД или ПСД постоянен в процессе обработки;

$r \neq \text{const}$ — радиус ПКД или ПСД меняется в процессе обработки по определенному закону (кинематически);

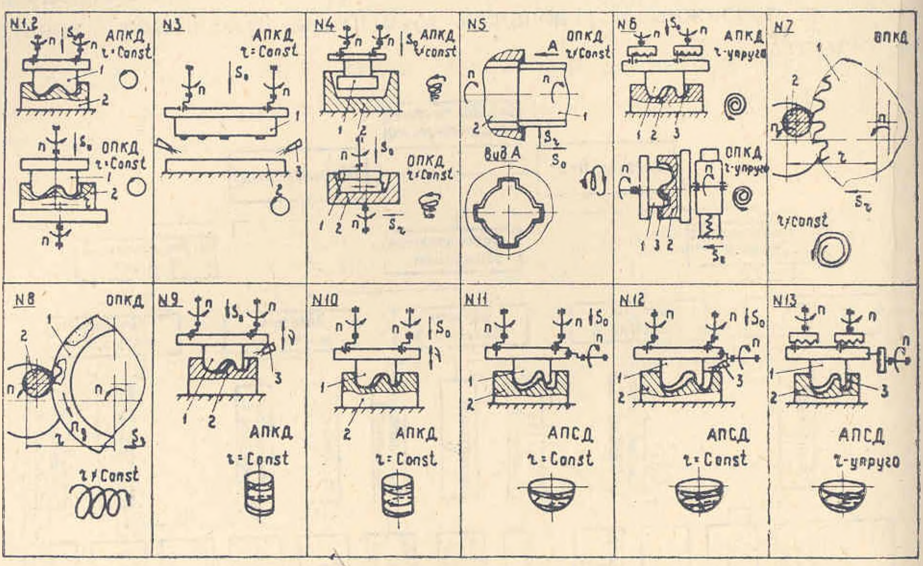
упругое изменение r — радиус ПКД или ПСД меняется в процессе обработки по мере снятия припуска изделия или износа инструмента благодаря их непрерывному поджатию в зоне контакта.

В таблице указаны также форма траектории относительного движения инструмента и детали.

На схемах приняты следующие обозначения:

1. Формообразующий инструмент;
2. Обрабатываемое изделие;
3. Абразивная среда (суспензия или паста);

n — число оборотов эксцентриков (при АПКД) или планшайб (при ОПКД); s_0 и s_2 — осевая и радиальная подачи; ν — частота дополнительного колебательного движения; $n_д$ — число оборотов дополнительного вращательного движения.



Номера схем обработки таблицы соответствуют номерам технологических процессов классификации (рис. 3). Рассмотрим основные характеристики приведенных в таблице схем обработки сложнопрофильных изделий эквидистантным копированием.

1. Электроэрозионная обработка сложнопрофильных изделий может осуществляться при сообщении инструменту ПКД с r = const (схема № 1). Траектория относительного движения — окружность. Процесс может осуществляться с переменным r (схема № 4). Траектория относительного движения — спираль по конической или криволинейной поверхности. При сообщении инструменту осевых колебаний при r = const (схема № 10) траектория относительного движения расположена на цилиндрической поверхности. Процесс может протекать также и при ПСД (схема № 11). Траектория относительного движения расположена на поверхности сферы. Величина радиуса ПКД и ПСД — 0—5 *мм*.

2. Обработка сложнопрофильных углеграфитовых электродов. Осуществляется при сообщении инструменту или изделию ПКД при r = const (схема № 2). Траектория относительного движения — окружность. Обработка углеграфитовых электродов может осуществляться и по схеме № 12. Траектория относительного движения при этом расположена на поверхности сферы. Величина радиуса ПКД и ПСД — 0—5 *мм*.

3. Обработка орнаментов на изделиях из природного камня. Обработка пород мягкой и средней твердости осуществляется по схеме № 3 с подачей абразивной суспензии в зону обработки. Обработку твердых

пород камня целесообразно производить по схеме № 9 наложением осевых колебаний на ПКД или по схеме № 12 при ПСД. Величина радиуса ПКД и ПСД — 0—5 *мм*.

4. Доводка сложнопрофильных поверхностей жесткими притирами. Процесс может осуществляться при ПКД с упругим изменением величины r (схема № 6). Абразивная среда подается в зону обработки в виде пасты или суспензии. Траектория относительного движения — спираль. Процесс может осуществляться и при ПСД (схема № 13). Величина радиуса ПКД и ПСД — 0—5 *мм*.

5. Обработка фасок и удаление заусенцев по сложному контуру. Процесс осуществляется при сообщении инструменту ПКД с переменным радиусом (схема № 5). Траектория относительного движения расположена по конической поверхности с углом при основании, равном углу обрабатываемой фаски. Величина радиуса ПКД — 0—5 *мм*.

6. Обработка эксцентричных поверхностей типа шатунных шеек коленчатых валов. Черновая обработка может осуществляться при относительном ПКД между инструментом и коленчатым валом (схема № 7). Траектория относительного движения — спираль. Чистовая обработка осуществляется при дополнительном перемещении режущих элементов вдоль контура инструмента (схема № 8). Траектория относительного движения — циклоида с переменным радиусом. Величина радиуса ПКД выбирается более 100 *мм*.

Исходя из вышеизложенного, можем заключить, что ЭК имеет широкие возможности формообразования при обработке сложнопрофильных изделий, может обеспечить широкую механизацию ручного труда и повышение производительности обработки.

НПО «Армстанок»

25. VI. 1984

Գ. Ա. ՆԱԼՅԱՆ

ՀԱՎԱՍԱՐԱՀԵՒ ՊԱՏՃԱՆԱՀԱՆՄԱՆ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԲԱՐԴ ՊՐՈՖԻԼԻ ԴԵՏԱԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Բերված են բարդ պրոֆիլ ունեցող դետալների հավասարահեռ պատճանահանմամբ ձևագոյացման հիմնական սկզբունքները։ Այդպիսի ձևագոյացման էությունը կայանում է նրանում, որ գործիքին մշակվող դետալի նկատմամբ հաղորդվում է համընթաց շրջանային կամ գնդային մակերևույթով շարժում։ Այդ դեպքում գործիքի ձևը հավասարահեռ է մշակվող դետալի ձևին։ Կազմված է հավասարահեռ պատճենահանմամբ մշակման սխեմաների դասակարգումը և դիտարկվում են մշակման պրոցեսների իրականացման սխեմաները՝ կախված տեխնոլոգիական պրոցեսից, մշակվող դետալի ձևից, նյութից և այլն։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кандаян С. Г.* Вопросы точности обработки и теории проектирования вихрекопировальных станков. Автореф. Дис... канд. тех. наук.— Ереван, 1971.— 17 с.
2. *Геворкян Э. П.* Исследование процесса вихрекопирования и расширение области его применения. Автореф. Дис... канд. тех. наук.— Ереван, 1971.— 19 с.
3. *Мнджоян К. Г.* Разработка и исследование процесса сложнопрофильной объемной обработки природного камня. Автореф. Дис... канд. тех. наук.— Киев, 1980.— 19 с.
4. *Налян Г. А.* Исследование процесса резания металлов вихревым копированием. Автореф. Дис... канд. тех. наук.— Ереван, 1974.— 20 с.