

3. Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672с.
4. Теория и практика газопламенного напыления / П.А. Витязь [и др.]. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 295 с.
5. Газопламенное напыление и металлизация [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ecm-zink.ru/info/stati/gazoplammenoe-napylenie-i-metallizacziya.html>. Дата доступа: 30.10.2021.

УДК 621.91.04

АНАЛИЗ СХЕМ ТОЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ С РЕГУЛЯРНЫМ ПРОФИЛЕМ

Данилов А.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Традиционные схемы обработки некруглых цилиндрических и конических поверхностей с регулярным профилем основаны на сообщении инструменту (резцу, фрезе или др.) возвратно-поступательного движения, согласованного с вращением заготовки. Поэтому обработанная поверхность имеет регулярный профиль с равномерно расположенными по окружности выступами, количество которых равно отношению частот указанных движений. Недостатком таких схем обработки является наличие возвратно-поступательного движения инструмента, что отрицательно влияет на условия работы механизмов станка, точность и производительность обработки. В большей степени этот недостаток проявляется при некруглом точении призматическим резцом из-за совмещения движений профилирования и резания. Поэтому более эффективны схемы обработки поверхностей с регулярным профилем без возвратно-поступательного движения инструмента. К ним относится схема точения установленным с эксцентриситетом e относительно оси вращения круглым резцом (а.с. 982845 СССР), частота n_2 вращения B_2 которого (рисунок 1 а) в m раз больше частоты n_1 вращения B_1 заготовки I , где m – число выступов формируемого профиля, что ухудшает условия резания по сравнению с точением круглых поверхностей.

Указанное соотношение частот вращения заготовки и резца обуславливает повышенную скорость результирующего движения резания v , которая в рассматриваемой схеме равна геометрической сумме окружных скоростей вращения заготовки, тангенциального (вращательного) движения резца и движения подачи. Без учета (из-за малости) скорости движения подачи $v = 2\pi n_1 \sqrt{r^2 + (m(R + e))^2}$ (1), где R – радиус круглого резца; r – радиус вписанной в формируемый профиль окружности, а расчетная частота вращения заготовки при заданной скорости резания v составляет

$$n_1 = \frac{v}{2\pi\sqrt{r^2 + (m(R + e))^2}} \cdot (2)$$

Высокая скорость тангенциального (вращательного) движения резца в рассмотренной схеме обработки отрицательно влияет на его стойкость и производительность по сравнению с ротационным точением круглых поверхностей. Повышение производительности точения поверхностей с регулярным профилем возможно за счет уменьшения скорости тангенциального движения резца.

На этом основан способ точения поверхностей с регулярным профилем круглым резцом (патент ВУ 21958), отличающийся от рассмотренного отсутствием жесткой связи между частотами вращения резца и заготовки, т.е. схемой резания. Поверхность 1 (рисунок 2), имеющую m равномерно расположенных по окружности выступов высотой h над вписанной в его поперечное сечение окружностью радиусом r , обрабатывают резцом 2 с режущей кромкой в виде окружности, центр C которой совмещен с осью 3, совпадающей с геометрической осью резца 2. Его устанавливают на оси 3 с возможностью свободного вращения B_4 вокруг нее. Ось 3 жестко связана с параллельной ей осью 4 и отстоит от нее на расстояние e в 2 раза меньшее высоты выступа h .

В процессе обработки заготовке сообщают вращение B_1 с частотой n_1 , а оси 4 – вращение B_2 с частотой n_2 , согласованное с вращением B_1 заготовки в соответствии с числом выступов m : $n_2/n_1 = m$.

Центр C окружности, ограничивающей режущую кромку круглого резца 2, вращаясь совместно с осью 4, движется по окружности радиусом, равным e , вследствие чего точка A режущей кромки, формирующей обработанную поверхность, совершает гармоническое возвратно-поступательное движение O_4 перпендикулярно оси 5 с амплитудой, равной h . В результате сочетания движений B_1 и O_4 формируется регулярный профиль обработанной поверхности с равномерно расположенными по окружности выступами высотой h .

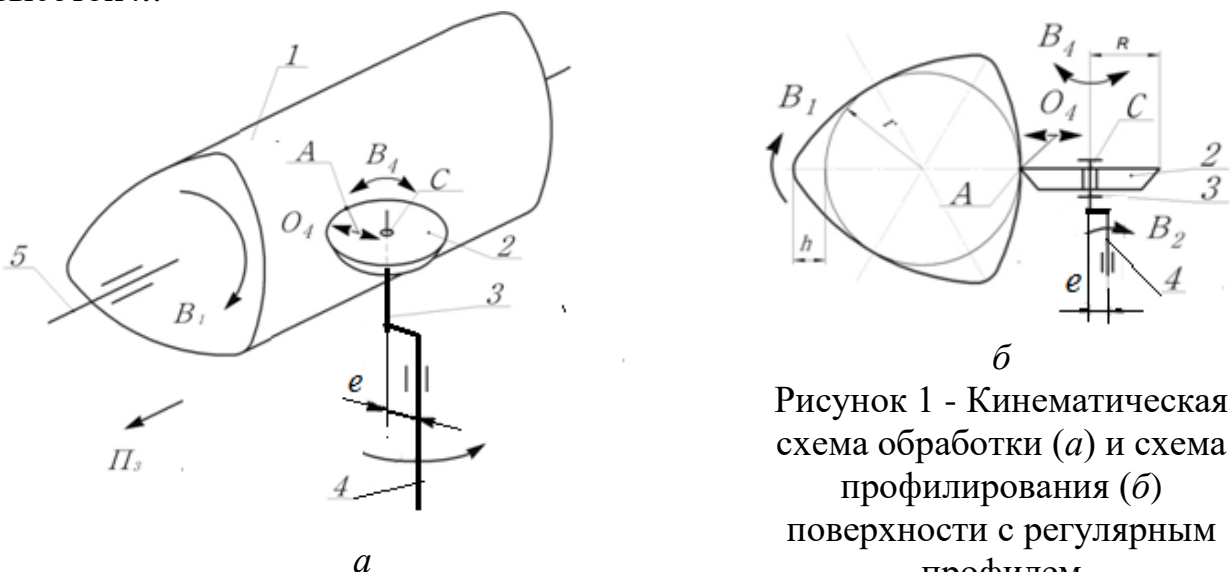


Рисунок 1 - Кинематическая схема обработки (а) и схема профилирования (б) поверхности с регулярным профилем

Частота вращения заготовки n_1^* в этом случае при той же скорости резания v составляет $n_1^* = \frac{v}{2\pi r}$ (3). Следовательно, при одинаковой скорости резания частота вращения заготовки и, соответственно, производительность в $\sqrt{1 + \left(m \frac{R+e}{r}\right)^2}$ раза больше, чем при обработке той же поверхности по первой схеме. Рассмотренная схема обработки реализуется на широкоуниверсальном станке модели ВС 50 и шлицефрезерных станках.

УДК 621.91.04

СРАВНЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ МОМЕНТОПЕРЕДАЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Данилов А.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Сложность станка для обработки моментопередающей поверхности (МП) существенно зависит от ее профиля, поэтому его обоснование имеет важное практическое значение. В неподвижных моментопередающих соединениях (МПС) обычно применяют самоцентрирующиеся под нагрузкой самотормозящие трехгранные профили (равноосный *PK-3* и синусоидальный *C-3*), а в подвижных соединениях – несамотормозящийся четырехгранный профиль типа *K* (Краузе). Поэтому руководящим документом РД 23.800.2.02-89 и стандартами Германии (DIN 32711-79, DIN 32712-79) рекомендуются профили типов *PK-3* и *K-4*, соответственно для неподвижных и подвижных ПМС. Технологическим преимуществом *PK-3* профиля, ограниченного кривой постоянной ширины (рисунок 1 *a*), является неизменность расстояния D между двумя любыми параллельными касательными T_1-T_1 , T_2-T_2 к нему, что позволяет использовать стандартные средства измерения диаметральных размеров. Несущественно отличается от *PK-3* профиля неравноосный и потому более сложный в контроле *C-3* профиль.

В полярных координатах *PK-3* профиль описывается уравнением $\rho = \sqrt{(R - e \cdot \cos t)^2 + (me \cdot \sin t)^2}$ (1), где ρ , R , e , m – соответственно радиус-вектор, средний радиус, эксцентриситет, число сторон профиля; t – независимый параметр. Уравнение синусоидального профиля в полярных координатах ρ , φ имеет вид $\rho = R - e \cos m \varphi$ (2). Уравнения контурных кривых позволяют сравнить соответствующие профили по сложности формирования и контроля. Например, из (1) и (2) следует, что *C-3* профиль является более технологичным по сравнению с *PK-3* профилем, так как для его формирования требуется меньшее количество настраиваемых параметров, т.е. более простой станок.