

Гребенников В. Н.

**ПОГРЕШНОСТИ ОБРАБОТКИ
НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ
СО СЛЕДЯЩИМИ ПРИВОДАМИ**

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Фидарова В. Х.

*ТГТУ, Кафедра «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»*

Следящие приводы применяются в металлорежущих станках при копировальной обработке и реагирует на расхождение положений копирующего органа и инструмента, стараясь устранить это расхождение. Таким образом в самом принципе следящего управления процессом копирования заложены неизбежные искажения поверхности обрабатываемого изделия. Эти искажения могут быть уменьшены путем надлежащего выбора системы управления, но полностью устранить их невозможно.

Искажение обработанной поверхности определяются статическими, кинематическими и динамическими погрешностями (ошибками) следящей системы. Статическими погрешностями мы будем называть расхождения положений копирующего органа и инструмента в неподвижном состоянии при выключенной задающей подаче. Кинематические погрешности характеризуют расхождения копирующего органа и инструмента при установившихся значениях скоростей задающей и следящей подач. Наконец, динамические погрешности возникают в переходных режимах при изменении скоростей подачи. Погрешности следящей системы определяются структурой выбранной схемы и значениями ее параметров. Первоначально рассмотрим искажения, возникающие под влиянием статических и кинематических погрешностей.

При применении копировального прибора контактного типа траектория движения инструмента, представленная на рис.1, имеет ступенчатый характер.

Величина отдельных ступеней зависит от формы профиля копира в данном месте, а также от скорости подачи и от величины инерции следящей системы.

Рассмотрим первоначально процесс движения по наклонной плоскости, схематически показанный на рис. 1, а. Движение по линии, наклонной к оси X , может происходить только при попеременном включении обеих подач. Пусть в исходный момент система занимает положение 0, представленное на рис. 1, а и включена подача вниз.

В точке 1 копировальный палец, идущий впереди инструмента, касается поверхности копира, разрывает свой контакт и подача по оси Y затормаживается. При этом считаем, что выбег системы при торможении $S_t < \delta_n$ — перемещение копировального пальца, необходимое для переключения контактов и, следовательно, процесс соприкосновения протекает аperiodически.

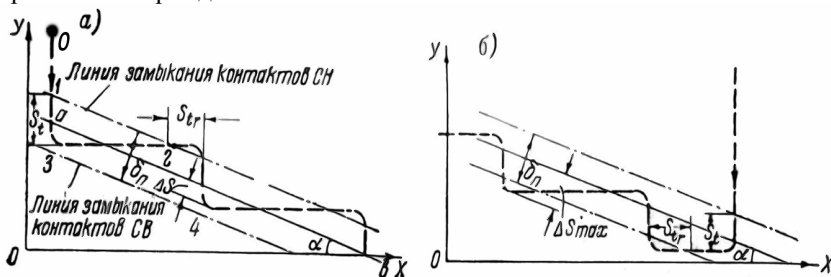


Рис. 1. Траектория инструмента при движении по наклонной плоскости:
 а — вниз; б — вверх:

Спустя время t_r после соприкосновения начинается разгон системы вдоль оси X . В точке 2 контакт вновь замкнется.

Вследствие этого затормаживается подача вдоль оси X и восстанавливается подача вниз по оси Y . Траектория движения центра фрезы представляет собой ступенчатую линию с закругленными углами. Величина горизонтальной ступеньки

$$\Delta s_r = \frac{s_t}{\operatorname{tg} \alpha} + s_{tr}, \quad (1)$$

вертикальной

$$\Delta s_g = s_{tr} \operatorname{tg} \alpha + s_t, \quad (2)$$

а также расстояние между впадинами на поверхности

$$a = \sqrt{(\Delta s_r)^2 + (\Delta s_g)^2} \quad (3)$$

совершенно не зависят от величины контактных зазоров копировального прибора и полностью определяются величиной инерционных выбегов системы. Расстояние между ступеньками не превышает при точных работах на малой скорости 0,5—1 мм, а минимальный радиус фрезы обычно не меньше 5 мм, то при движении фрезы эти ступеньки будут почти полностью срезаться.

На поверхности изделия останутся только незначительные гребешки, величина которых H :

$$H = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}, \quad (4)$$

где R — радиус закругления фрезы.

При $R=5$ мм и $a=1$ мм.

$$H = 5 - \sqrt{25 - 0,25} = 5 - 4,972 = 0,028 \text{ (мм)}$$

Максимальные отклонения контура изделия от контура копира в точках 3 и 4:

$$\Delta S_{\max} = S_t \cos \alpha - \frac{\delta_n}{2} \quad (5)$$

Процесс движения вверх по прямой, наклоненной к оси X (рис.1, б) отличается от предыдущего тем, что движение происходит благодаря попеременному включению подач вверх и влево.

Величины ступенек сохраняют в этом случае прежнее значение, но максимальная ошибка значительно увеличивается.

$$\Delta S_{\max} = S_{tr} \sin \alpha + \frac{\delta_n}{2} \quad (6)$$

Движение по вогнутой поверхности (рис.2, а) так же, как и движение по любой другой криволинейной поверхности, характеризуется непрерывным изменением величины вертикальных и горизонтальных ступенек.

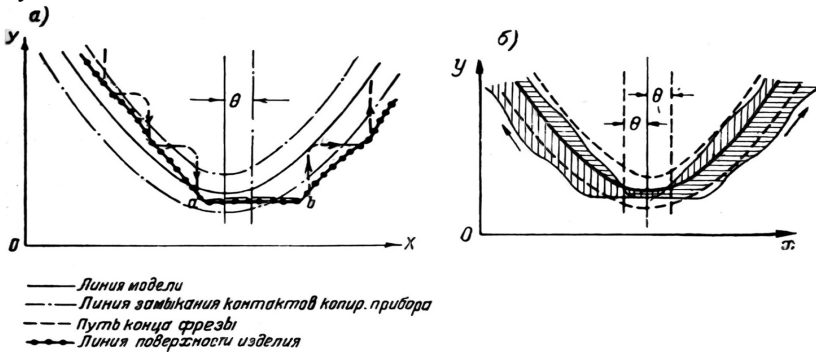


Рис. 2. Искажения вогнутой поверхности при различном направлении задающей подачи:
а – постоянное направление; б – переменное направление.

Левая часть кривой обходится благодаря чередованию подачи вниз и подачи вправо. Обход правой части кривой производится путем сочетания подачи вверх и подачи вправо, сопровождающегося замыканием и замыканием другого контакта. В нижней части кривой

при переходе одного контакта к другому образуется горизонтальная площадка $a-b$, размеры которой зависят от расстояния между контактами. Кроме этого, по этой же причине контур поверхности изделия смещается на величину по направлению горизонтальной подачи относительно контура модели. Результирующие отклонения полученного изделия от копира при обоих направлениях обхода представлены на рис. 2, б.

Так как обработка поверхности изделий производится „построчно” с переменной направления задающей подачи при переходе с одной строчки на другую, то результирующий контур изделия охватывает все заштрихованные участки на рис.2, б и, следовательно, будет значительно полнее контура копира. Для компенсации получающихся при этом ошибок радиус копировального пальца должен быть на величину ΔS_{\max} больше радиуса фрезы. Количественное значение ΔS_{\max} зависит от скорости подачи и состояния станка. Для скорости подачи менее 200 м/мин хорошо отрегулированного станка $\Delta S_{\max} < 1$ мм.

При управлении бесконтактными копировальными приборами они должны реагировать на незначительное расхождение в положении копировального пальца и рабочего инструмента. Их применение уменьшает искажения, вызванные наличием контактного зазора. Траектории фрезы при различных направлениях задающей подачи представлены для этого случая на рис. 3.

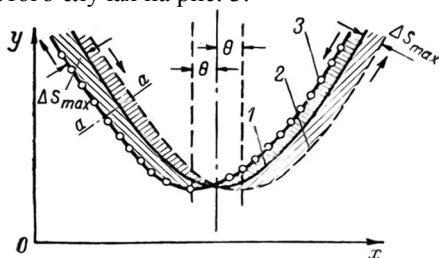


Рис. 3. Траектория инструмента при управлении бесконтактным копировальным прибором:

- 1- контур копира; 2- траектория инструмента при задающей подаче вправо;
3- траектория инструмента при задающей подаче влево

Список литературы

1. Соколов Т.Н. Дружинский И.А., Автоматическое управление процессами копирования, Машгиз.
2. Лещенко В.А. Гидравлические следящие приводы для автоматизации станков, Машгиз.