

УДК 621.9.08

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТАНКА НА ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБРАЗА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ

Сайдашев Александр Денисович

*Студент 4 курса,**кафедра «Металлорежущие станки»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: А.Г. Ягопольский,**старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки».*

Требования к точности формы реальных поверхностей детали, образуемых в процессе ее механической обработки, устанавливаются в соответствии с их функциональным назначением и условиями эксплуатации детали с целью обеспечения качества работы детали в составе некоторого изделия.

При выборе металлорежущего станка для реализации конкретной технологической задачи, возникает необходимость проведения предварительной оценки способности станка к обеспечению отклонения формы обрабатываемой на нем поверхности детали в пределах установленного поля допуска формы. Причем проведение рассматриваемой оценки предпочтительно проводить с использованием конкретных функциональных зависимостей, не требующих проведения эксперимента и непосредственного контакта с анализируемым оборудованием.

С использованием доступного математического аппарата аналитической геометрии в фактической системе координат  $(O_f x_f y_f z_f)$  (Рисунок 1) исследован геометрический образ наружной цилиндрической поверхности диаметром  $D$  и длиной  $l$ , обрабатываемой на универсальных токарно-винторезных станках классов точности Н, П, В, А с известными допускаемыми геометрическими отклонениями от параллельности оси вращения шпинделя относительно траектории продольного перемещения суппорта в вертикальной  $T\Delta_v$  и горизонтальной  $T\Delta_h$  плоскостях, регламентируемыми ГОСТ 18097-93 [8], а также получена функциональная зависимость между погрешностью формы обрабатываемой поверхности и соответствующими классу точности станка геометрическими отклонениями его элементов.

Полученное уравнение геометрического образа обрабатываемой поверхности в фактической системе координат есть уравнение однополостного гиперboloида:

$$\frac{x_f^2}{\xi^2} + \frac{y_f^2}{\xi^2} - \frac{(z_f - z_{fi})^2}{\eta^2} = 1, \quad (1)$$

где  $\xi = \xi(D, \delta\alpha_v, \delta\alpha_h)$ ,  $z_{fi} = z_{fi}(D, \delta\alpha_v, \delta\alpha_h)$ ,  $\eta = \eta(D, \delta\alpha_v, \delta\alpha_h)$  – соответственно радиус горла гиперboloида, координата горла гиперboloида и мнимая полуось гиперboloида, зависящие известным образом от диаметра номинальной поверхности  $D$ , угловых отклонений оси шпинделя в горизонтальной  $\delta\alpha_h = \delta\alpha_h(\Delta_h)$  и вертикальной  $\delta\alpha_v = \delta\alpha_v(\Delta_v)$  плоскостях.

Получены формулы для вычисления диаметра гиперboloида в произвольном поперечном сечении  $r_f(z_f)$  и седлообразности  $EFP$  [9] обрабатываемой поверхности для четырех основных случаев.

$$r_f(z_f) = \frac{\xi}{\eta} \cdot \sqrt{\eta^2 + (z_f^2 - z_{fi}^2)} \quad (2)$$

$$EFP = \frac{D_{max} - D_{min}}{2} = EFP(D, \delta\alpha_v, \delta\alpha_h), \quad (3)$$

где  $z_{fA}$  и  $z_{fB}$  – соответственно координаты начала и конца траектории режущей кромки резца в фактической системе координат,  $D_{max}$  и  $D_{min}$  – соответственно наибольший и наименьший диаметр гиперboloида в пределах обрабатываемой длины  $l_f = z_{fA} - z_{fB}$ .

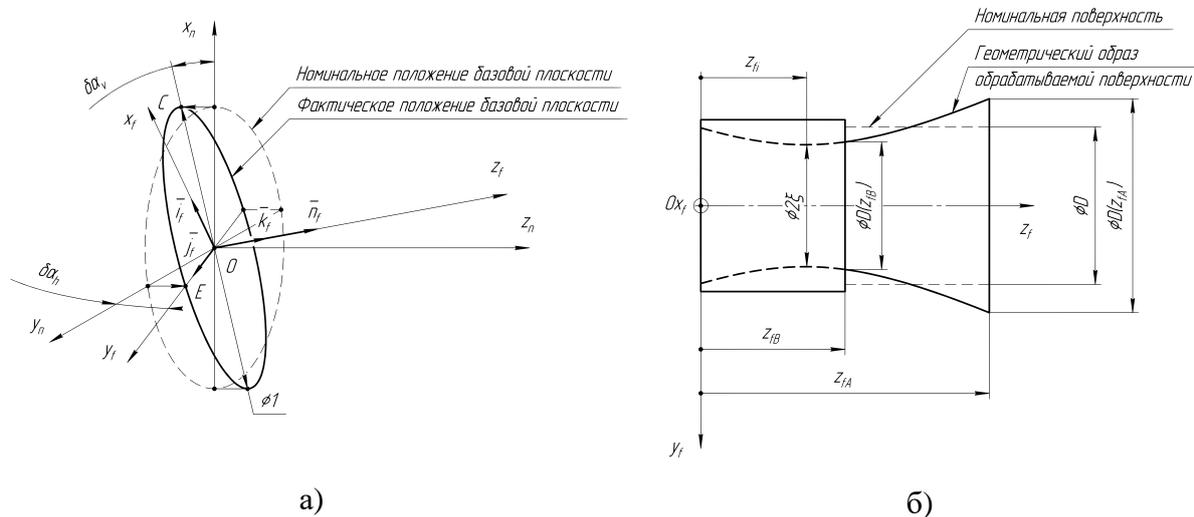


Рис. 1. Анализ геометрического образа обрабатываемой цилиндрической поверхности. а) Положение номинальной и фактической систем координат; б) Геометрический образ обрабатываемой поверхности

$$z_{fB} < z_{fi} < z_{fA} \Rightarrow D_{max} = 2 \cdot \max\{r_f(z_{fB}); r_f(z_{fA})\}, D_{min} = 2 \cdot \xi. \quad (4)$$

$$0 \leq z_{fi} < z_{fB} \Rightarrow D_{max} = 2 \cdot r_f(z_{fA}), D_{min} = 2 \cdot r_f(z_{fB}). \quad (5)$$

$$z_{fi} = z_{fB} \Rightarrow D_{max} = 2 \cdot r_f(z_{fA}), D_{min} = 2 \cdot \xi. \quad (6)$$

$$z_{fi} = z_{fA} \Rightarrow D_{max} = 2 \cdot r_f(z_{fB}), D_{min} = 2 \cdot \xi. \quad (7)$$

Наибольшее и наименьшее отклонение формы обрабатываемой поверхности на станках классов точности Н, П, В, А:

$$EFP_{min}^{(H, \Pi, B, A)} = EFP(D; 0; 0), EFP_{max}^{(H, \Pi, B, A)} = EFP(D; \delta\alpha_v(T\Delta_v); \delta\alpha_h(T\Delta_h)). \quad (8)$$

Таким образом, в рассматриваемом частном случае использование полученных в настоящей работе формул позволяет предварительно оценить способность станка определенного класса точности к обеспечению отклонения формы обрабатываемой на нем поверхности детали в пределах установленного поля допуска формы. В перспективе развития предлагаемый подход может быть распространен на другие частные случаи по сформулированному в настоящей работе методу.

## Литература

1. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. 496 с.
2. Проников А.С. Металлорежущие станки и автоматы. М.: Машиностроение, 1981. 479 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. 656 с.
4. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. В 3 т. Т. 1 / под общ. ред. А.С. Проникова. М.: Изд-во МГГУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1994. 444 с.

5. *Канатников А. Н., Крищенко А. П.* Аналитическая геометрия: Учеб. для вузов. 3-е изд. / под ред. В.С. Зарубина, А. П. Крищенко. М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 388 с.
6. *Металлорежущие станки.* В 2-х т. Т. 1 / под ред. Н. С. Ачеркана. – 2-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1965. 764 с.
7. *Фролов С.А.* Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 240 с.
8. ГОСТ 18097-93. Станки токарно-винторезные и токарные. Основные размеры. Нормы точности. межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 29 июня 1995 г. № 337 : дата введения 01.07.1996. - М.: Стандартиформ, 2005. - 19 с.
9. *Плуталов В. Н.* Метрология и техническое регулирование. М.: изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 415 с.