

УДК 621.882

**Ф.Н. Канареев, доцент, канд. техн. наук**

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

tm@sevntu.com.ua

**РАСЧЁТ АКСИАЛЬНЫХ РЕЗЬБОНАКАТНЫХ ГОЛОВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА РАБОЧЕЙ ЧАСТИ МЕТЧИКОВ**

*Рассматривается построение методики проектирования резьбонакатных головок для получения затылованной резьбы на рабочей части.*

**Ключевые слова:** резьбонакатная головка, затылование, погрешность, точность.

Используемая в настоящее время технология изготовления рабочей части метчиков (М2-М6) – резьбошлифование не может обеспечить требуемую номинальную резьбовую поверхность детали [1]. Максимальное приближение номинальной резьбовой поверхности рабочей части метчика к номинальной резьбовой поверхности метчика может быть обеспечена при уменьшении диаметра производящего инструмента. Это возможно при переходе от процесса шлифования к процессу пластического деформирования – накатывание резьбы на рабочей части метчиков. Однако, профиль резьбонакатных роликов определён из условий накатывания наружных резьб и отличается по номинальным размерам и высоте от номинального профиля резьб метчика. Поэтому необходимо разработка конструкций резьбонакатных головок и методика расчёта геометрических параметров резьбонакатных роликов.

Погрешности профиля резьбы деталей, получаемой такими головками, определены в [2] при условии, что с образуемой резьбой контактирует только один кольцевой элемент роликов и не учитывается контактирование элементов при накатывании и «свинчивании».

1. Резьбонакатные головки предназначены для получения наружных резьб, профиль которых регламентирован стандартом СЭВ 9-72. Рабочая часть метчиков должна обеспечить получение резьб, высота профиля которых больше высоты профиля наружных резьб, то есть высота профиля концевых канавок роликов должна быть равна высоте профиля резьбы метчика.

2. Профиль кольцевых канавок роликов получают дисковым шлифовальным кругом с углом  $60^\circ$  между образующими. В процессе образования резьбы происходит искажение ее профиля, так как ролики развернуты на угол подъема образуемой резьбы.

3. Шаг резьбы роликов выполняется равным шагу резьбы детали. Так как ролики наклонены под углом подъема образуемой резьбы, то шаг полученной резьбы детали отличается от требуемого. При «свинчивании» боковые стороны профиля кольцевых элементов роликов контактируют с профилем резьбы детали, в результате чего на боковой стороне последнего образуются характерные ступеньки или вершина профиля отклоняется.

Целью настоящей работы является повышение точности рабочей части деформирующих метчиков и снижение затрат на их изготовление.

Рассмотрим механизм образования погрешностей профиля резьбы при получении ее стандартными конструкциями аксиальных резьбонакатных головок. Воспользуемся теорией винтовых поверхностей. При образовании винтовых поверхностей резьбонакатными роликами отклонения формы профиля от прямолинейного – незначительны. Поэтому достаточно рассмотреть величины отклонений формы профиля по трем точкам, лежащим на винтовых линиях впадин, среднего диаметра и вершин.

Системы координат расположим так, [3] чтобы ось  $OZ$  совпадала с осью обрабатываемой детали, ось  $OX$  проходила через впадину резьбы и вершину нулевого кольца, относительно которого отсчитывается разворот ролика на угол подъема резьбы.

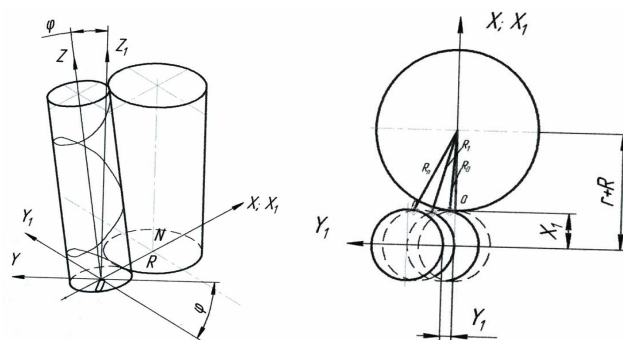


Рисунок 1 – Схема расположения систем координат

На рисунке 1 показана схема расположения координат. В системе координат  $OX_1Y_1Z_1$ , повернутой на угол  $\gamma_c$ , уравнение винтовой линии имеет вид:

$$x_1 = r \times \cos V, \quad (1)$$

$$z_1 = r \times \sin V \times \cos \gamma_c + r \times \operatorname{tg} \gamma_c \times \sin \gamma_c \times V, \quad (2)$$

$$z_2 = -r \times \sin V \times \sin \gamma_c + r \times \operatorname{tg} \gamma_c \times \cos \gamma_c \times V, \quad (3)$$

где  $r$  – радиус окружности впадин резьбы полного треугольного профиля, который определяется из выражений (1–3) сечениями его плоскостями  $OX_1Y_1$ , расположенными через  $V=2\pi n$ ,  $n$  – номер кольца, начиная с нулевого;  $p$  – винтовой параметр;  $\gamma$  – угол подъема винтовой линии.

Для наружного диаметра кольца:

$$R_{Tn} = \sqrt{R^2 + (r \times \sin \gamma_c \times \operatorname{tg} \gamma_c \times 2\pi \times n)^2}, \quad (4)$$

$$z_{1n} = r \times \operatorname{tg} \gamma_c \times \cos \gamma_c \times 2\pi \times n. \quad (5)$$

Для среднего диаметра:

$$R_{Tnc} = \sqrt{R_c^2 + \left[ r_c \times \sin \gamma_c \times \operatorname{tg} \gamma_c \times \left( 2\pi n + \frac{\pi}{2} \right) \right]^2}. \quad (6)$$

$$z_{1nc} = r \times \cos \gamma_c \times \operatorname{tg} \gamma_c \times \left( 2\pi n + \frac{\pi}{2} \right). \quad (7)$$

Для внутреннего диаметра кольца (диаметра выступов):

$$R_{Tne} = \sqrt{R_e^2 + \left[ r_e \times \sin \gamma_e \times \operatorname{tg} \gamma_e \times \pi(1 + 2n) \right]^2}, \quad (8)$$

$$z_{1ne} = r \times \cos \gamma_e \times \operatorname{tg} \gamma_e \times \pi(1 + 2n). \quad (9)$$

Величины коррекций радиусов и шага колец накатных роликов:

$$\Delta_{Rn} = \frac{\Delta_p \times n}{0,5777}, \quad (10)$$

$$\Delta_p = z_{1n} - P \times n. \quad (11)$$

В таблице 1 приведены примеры величины коррекций радиусов и шага накатных роликов, вычисленные по вышеприведенным зависимостям. На рисунке 2 показано искажение профиля при обработке существующими конструкциями накатных роликов, которое характеризуется образованием на образующих профиля ступенек. Наибольшее влияние на величину искажения формы оказывают кольца № 5, 4, 3, выполняющие роль заборного участка и первыми вступающими в контакт с обрабатываемой деталью.

Таблица 1 – Примеры расчетов для резьбы М2 и М6

| Размер резьбы | Номер кольца ролика | Величина коррекции, мм      |            |                            |              |                               |              |
|---------------|---------------------|-----------------------------|------------|----------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
|               |                     | На наружном диаметре ролика |            | На среднем диаметре ролика |              | На внутреннем диаметре ролика |              |
|               |                     | $\Delta P$                  | $\Delta R$ | $\Delta P_c$               | $\Delta R_c$ | $\Delta P_B$                  | $\Delta R_e$ |
| М2            | 1                   | 0,0009                      | 0,00066    | 0,0012                     | 0,00020      | 0,0015                        | 0,0029       |
|               | 2                   |                             | 0,0082     |                            | 0,00052      |                               | 0,0059       |
|               | 3                   |                             | 0,00119    |                            | 0,00111      |                               | 0,0091       |
|               | 4                   |                             | 0,00175    |                            | 0,00191      |                               | 0,0126       |
|               | 5                   |                             | 0,00252    |                            | 0,00991      |                               | 0,0163       |



Рисунок 2 – Схема образования искажения профиля

При накатывании резьб эти погрешности устраняются 0 – кольцом. При свинчивании резьбонакатной головки участки профиля колец 3, 4, 5 контактируют с образованным профилем и также искажают его. Для устранения этих погрешностей необходимо производить коррекцию геометрических

размеров накатных роликов: по шагу, радиусу колец и углу профиля канавок. Однако, величина коррекции шага колец мала (таблица 1) и практическая реализация ее нецелесообразна.

При образовании резьб накатными роликами с цилиндрической заборной частью каждое из колец работает в различных условиях. Кольца, вступающие в контакт с обрабатываемой деталью первыми, наиболее нагружены и чаще выходят из строя. Для профилирования ролика по методике [2] предусматривается одинаковый шаг по вершинам колец. При таком выполнении заборной части роликов, у которых толщины деформируемого материала детали по сторонам профиля колец различны и имеет место смещение вершин резьбы детали, образуемых каждым кольцевым элементом относительно последующих. На рисунке 3 изображена схема образования со смещением вершины. Величина смещения определяется шагом и углом заборного конуса накатного ролика.



Рисунок 3 – Схема образования профиля резьбы метчика со смещением вершины

Для обеспечения одинаковых условий работы колец необходимо профилировать ролики так, чтобы они формировали образуемую резьбу по профильной схеме и глубина внедрения вершин каждого из колец в материал детали должна быть одинаковой. При этом образуемые вершинами колец впадины на детали должны быть расположены без их относительного смещения. На рисунке 4 изображена схема образования без смещения вершины. Принимаем, что нулевые кольца окончательно формируют профиль резьбы метчика. Глубина внедрения каждого ролика определяется высотой образуемого профиля резьбы детали и количеством колец, образующих заборный участок по формуле:

$$a = \frac{P \times \sin \alpha}{2n_3} \quad (12)$$

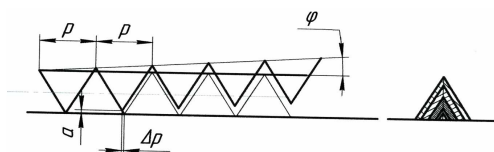


Рисунок 4 – Схема образования профиля резьбы метчика без смещения вершины

Радиусы колец накатных роликов рассчитываются по формуле:

$$R_m = R - ka, \quad (13)$$

где  $k$  – номера колец, образующих заборный участок.

Номера колец отсчитываются от первого кольца одного из накатных роликов с учетом последовательности контактирования колец с обрабатываемой деталью. Максимально допустимый диаметр накатывающих роликов принимаем по методике  $R=6,5r$ .

Предложенная методика позволяет определять геометрические размеры резьбонакатных роликов и погрешности при проектировании резьбонакатных головок для накатывания резьбы на рабочей части деформирующих метчиков. На основе разработанной методики возможно проектирование аксиальных резьбонакатных головок с использованием принудительного затыловочного движения роликов или использование для реализации этого движения упругих деформаций корпусов головок. При дополнительном радиальном возвратно-поступательном движении роликов для осуществления процесса затылования и при использовании других схем образования резьбы на рабочей части метчиков, например, плоскими плашками, на накатных станках потребуется уточнение и развитие предложенной методики.

#### Библиографический список

1. Канареев Ф.Н. Определение рациональных условий технологии изготовления рабочей части метчиков (М2 – М6) / Ф.Н. Канареев // Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. СевНТУ. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. — Вып. 11. — С. 131 – 136.
2. Султанов Т.А. Резьбонакатные головки / Т.А. Султанов. — М.: Машиностроение, 1966. — 135 с.
3. Люкшин В.С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов / В.С. Люкшин. — М.: Машиностроение, 1968. — 370 с.

Поступила в редакцию 10.03.2010 г.