

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ТОЧНОСТЬ ПРОФИЛЯ РЕЗЬБЫ ВИНТОВ ШАРИКО-ВИНТОВЫХ ПЕРЕДАЧ

Богуцкий В.Б.

Севастопольский государственный университет, г.Севастополь

Ключевые слова: шлифование, шарико-винтовая передача, профиль шлифовального круга, точность профиля резьбы.

Аннотация. В статье выполнен анализ факторов, влияющих на точность профиля резьбы шарико-винтовых передач. Показано, что точность профиля резьбы при шлифовании винтов ШВП зависит от стабильности профиля круга в процессе обработки и для обеспечения требований к точности профиля резьбы на всей длине винтовой канавки, круг должен иметь соответствующую стойкость профиля в течение как минимум одного рабочего хода, что может быть достигнуто за счет снижения интенсивности съема металла.

ANALYSIS OF FACTORS THAT DETERMINE THE ACCURACY OF THE THREAD PROFILE OF BALL SCREW GEARS

Bogutskiy V.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: grinding, ball screw transmission, the profile of the grinding wheel, the accuracy of thread profile.

Abstract. In the article performed the analysis of the factors influencing the accuracy of the thread profile of ball screws. It is shown that the accuracy of the thread profile when grinding ball screws depends on the stability of the wheel profile during machining and to ensure the requirements for the accuracy of the thread profile along the entire length of the helical groove, the wheel must have the appropriate profile durability for at least one working stroke, which can be achieved by reducing the rate of metal removal.

Для выявления факторов, влияющих на точность профиля резьбы шарико-винтовых передач (ШВП), рассмотрим схему шлифования винтов (рис. 1, а), представляющую собой частный случай обработки винтовой поверхности дисковым инструментом. Теоретический правильный профиль в нормальном сечении резьбы полукруглого профиля обеспечиваются только в том случае, если производящая поверхность инструмента является огибающей шара радиусом r , центр которого совпадает центром профиля резьбы. На практике формирование резьбы осуществляется торцовой поверхностью шлифовального круга, профиль которого соответствует требуемому профилю канавки. В этом случае облегчается настройка станка, а точность профиля резьбы можно оценивать по размерам и форме профиля круга. Однако, в связи с тем, что обработанная винтовая поверхность представляет собой огибающую семейства поверхностей образованных кругом, профиль резьбы отличается от профиля круга и в профиль резьбы вносятся погрешности, обусловленные схемой обработки. Величина этих отклонений (подрезание профиля) зависит от диаметра круга D и угла его установки δ относительно винтовой канавки, а также от шага p и диаметра резьбы d [1-4 и др.].

Результаты исследования факторов влияющих на подрезание профиля резьбы [2, 5, 6 и др.] показывают, что при шлифовании ходовых винтов ШВП при угле установки круга, равном углу подъема резьбы, влияние диаметра круга, шага и диаметра резьбы на подрезание профиля практически отсутствует (рис. 1, б).

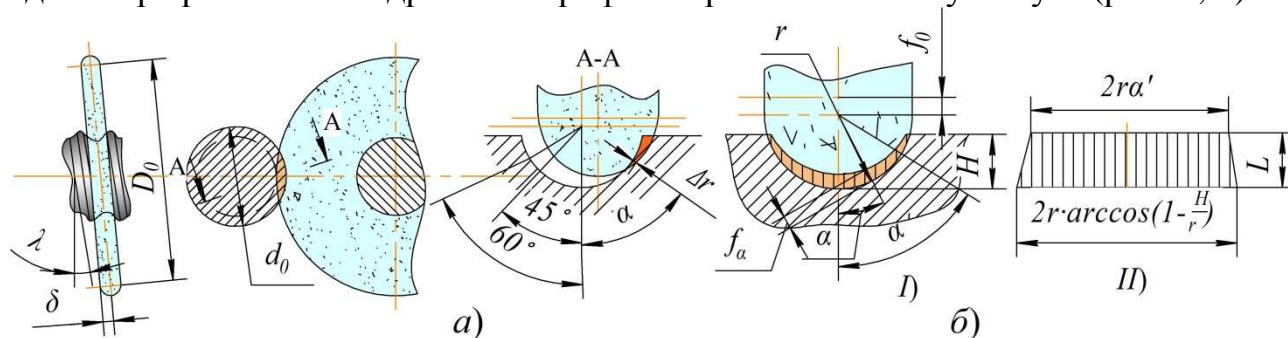


Рис. 1. Шлифование резьбы винтов ШВП: а – схема шлифования; б – изменение глубины резания $t_\alpha(I)$ и длины дуги контакта $L_\alpha(II)$

Однако с увеличением рассогласования между углами поворота круга и подъема резьбы подрезание профиля увеличивается и достигает при обработке резьбы с шагом 10 мм при разности углов $20'$ величины 0,3 мкм. Так как погрешность поворота шлифовальной бабки на требуемый угол в современных резьбошлифовальных станках не превышает $10...15'$, то влиянием погрешности угла установки круга на подрезание профиля резьбы можно пренебречь [1-3, 5 и др.] и профиль резьбы при шлифовании винтов ШВП практически полностью соответствует профилю производящей поверхности инструмента, а точность профиля резьбы определяется точностью профиля круга.

Формирование профиля круга осуществляется путем его правки. В настоящее время на операции финишного шлифования резьбы ходовых винтов качения используются главным образом два способа правки – обтачивание алмазной иглой по копиру и шлифование алмазным роликом методом врезания.

Правка алмазной иглой по копиру применяется для электро- и монокорундовых абразивных кругов. Данный метод правки отличается высокой точностью получения профиля, т.к. в этом случае практически отсутствует погрешность правящего инструмента. Погрешность профиля круга определяется погрешностью изготовления копира, его масштабом и в условиях серийного производства винтов ШВП не превышает $2...3$ мкм, что составляет $13...20\%$ поля допуска на радиус профиля резьбы [2, 4].

Точность профиля круга при правке алмазным роликом определяется точностью профиля самого ролика и точностью его установки на станке. К точности изготовления и установки ролика предъявляются высокие требования, так как его перекося и осевое биение относительно шлифовального круга приводит к искажению воспроизводимого профиля. Отклонение от параллельности осей ролика и круга не должно превышать 5 мкм/50 мм, а осевое биение $\leq 2...3$ мкм. Профиль ролика доводят алмазными кругами [2, 6, 7] ($\Delta R \pm 3$ мкм; отклонение от круглости – $\leq 2...3$ мкм).

Следует отметить, что правящие устройства и инструменты, применяемые при шлифовании резьбы винтов ШВП, позволяют получить требуемую точность профиля круга. Однако в процессе шлифования вследствие трения, силовых и

тепловых воздействий происходит износ абразивных зерен круга, приводящий к изменению его размеров и формы профиля, а следовательно, и профиля резьбы. Поэтому точность профиля резьбы при шлифовании винтов ШВП зависит от стабильности профиля круга в процессе обработки. Для обеспечения требований к точности профиля резьбы на всей длине винтовой канавки, круг должен иметь соответствующую стойкость профиля в течение как минимум одного рабочего хода, что может быть достигнуто за счет снижения интенсивности съема металла.

Таким образом, при использовании рассмотренной схемы шлифования винтов ШВП, профиль резьбы практически полностью определяется профилем производящей поверхности абразивного круга. Однако в процессе обработки в результате износа профиль круга изменяется, приводя к изменению профиля резьбы по длине винта. Поэтому для повышения точности профиля резьбы необходимо повышать стойкость профиля круга в процессе шлифования.

Список литературы

1. Русавский Ю.П., Соболева Н.В., Шкапенюк М.Б. Технология производства шариковых передач винт–гайка качения – М.: Машиностроение, 1985. – 128 с.
2. Соболева Н.В. Исследование технологических возможностей повышения производительности обработки резьбы ходовых винтов качения длиной до 2500мм: Дисс. ... канд. техн. наук. – Одесса, 1981. – 209 с.
3. Богуцкий В.Б. Анализ методов обеспечения точности профиля резьбы шарико-винтовых передач // Журнал технических исследований. 2020. Т.6, №1. С. 50-55.
4. Дубовик Н.П., Кравченко Л.Е., Соболева Н.В. Фасонная правка эльборовых кругов при шлифовании прецизионных винтов // Сверхтвердые материалы. 1980. №3. С. 64-66.
5. Мухортов В.Н. Влияние угла поворота круга на точность профиля и качество поверхности резьбы винтов качения // Прогрессивная технология изготовления и сборки резьбовых соединений. – Пенза: ПДНТП. 1982. С. 34-35.
6. Перевозников В.К., Иванов В.А., Коротаев Ю.А. Оптимизация параметров установки инструментов, обрабатывающих винтовые стружечные канавки. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 95 с.
7. Богуцкий В.В., Братан С.М., Богуцкий В.Б. Анализ способов правки алмазных кругов на металлических связках // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2019. № 1 (63). С. 232-239.

Сведения об авторе:

Богуцкий Владимир Борисович – к.т.н., СевГУ, г. Севастополь.