

УДК 621.9

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ТОЧНОСТЬ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ

© 2012 В. В. Головкин, М. В. Дружинина

Самарский государственный технический университет

Приведены результаты исследования влияния вынужденных ультразвуковых колебаний на точность нарезаемой резьбы. Показано, что применение ультразвука при резьбонарезании позволяет повысить точность нарезаемых резьб.

Резьба, точность, средний диаметр, ультразвуковые колебания, резьбонарезание.

В настоящее время при механической обработке, особенно материалов с высокими механическими характеристиками, всё чаще применяются вынужденные ультразвуковые колебания. Наложение на инструмент ультразвуковых колебаний позволяет повысить производительность процесса и работоспособность инструмента [1]. Также ультразвуковые колебания влияют на качество поверхностного слоя и точность обработки.

Так как при механической обработке одним из основных требований является точность, то были проведены исследования влияния ультразвуковых колебаний на точность нарезаемой резьбы.

Наружная резьба нарезалась резьбовым резцом с тангенциальными и радиальными ультразвуковыми колебаниями. В связи с тем, что наиболее часто наружные резьбы нарезаются круглыми плашками, то были проведены исследования при нарезании резьб круглыми плашками с наложением осевых колебаний. Нарезание резьб осуществлялось при помощи специальных ультразвуковых резьбонарезных устройств [2].

Измерение точности резьбы осуществлялось дифференцированным методом.

При дифференцированном контроле точность каждого элемента резьбы определяется отдельно. Затем по полученным данным рассчитывают диаметральные компенсации и определяют значение приведённого среднего диаметра резьбы, который должен находиться в пределах допуска, установленного стандартом.

При дифференцированном контроле резьбы измерялся средний диаметр резьбы, шаг резьбы и угол профиля резьбы. Эти элементы резьбы измерялись различными методами. Для измерения среднего диаметра наружной резьбы использовался вертикальный длинномер ИЗВ - 1 и проволочки по ГОСТ 2475-88.

Шаг резьбы и угол профиля резьбы измерялись на микроскопе БМИ - 1.

Измерялись следующие параметры резьбы: средний диаметр резьбы на вертикальном длинномере методом трёх проволок, угол наклона боковой стороны резьбы и накопленное отклонение шага резьбы на большом инструментальном микроскопе проекционным методом.

Исследование проводилось на образцах из титанового сплава ВТ3-1 с резьбами М5 – М12, нарезанными резьбовым резцом с твёрдосплавной пластиной ВК8 на токарном станке 1К62. Резьба нарезалась за три прохода с глубиной резания при последнем проходе 0,2 мм. Например, нарезание резьбы М6 производилось при следующих режимах: $t_1 = 0,27$ мм; $t_2 = 0,2$ мм; $t_3 = 0,2$ мм; скорость резания $V = 1,2$ м/мин. При этом осуществлялось наложение на резец тангенциальных и радиальных ультразвуковых колебаний.

Измерение точности резьбы осуществлялось следующим образом: сначала проводилось измерение точности отклонения угла наклона боковой стороны резьбы на большом инструментальном микроскопе БМИ - 1. Для измерения этого параметра используются сплошные линии сетки окуляра, угол между которыми равен 60° . Эти линии последовательно совмещают с левой и правой сторонами профиля резьбы, снимая показания в отсчётном микроскопе (рис. 1). Измерение угла проводилось через один виток резьбы.

За отклонение угла наклона боковой стороны резьбы принимается среднее арифметическое значение абсолютных величин отклонений угла наклона каждой стороны резьбы ($\Delta\beta_{\text{м}}$).

Анализ данных показал, что максимальное отклонение получено при обработке без ультразвука, а при обработке с ультразвуковыми колебаниями минимальное отклонение наблюдалось при обработке с тангенциальными, максимальное - с радиальными колебаниями.

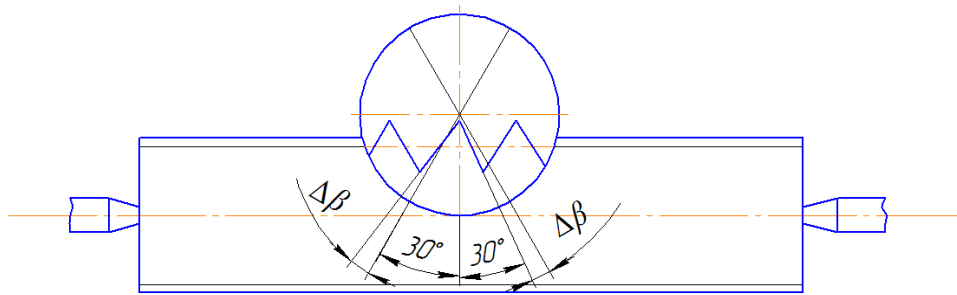


Рис.1. Измерение точности отклонения угла наклона боковой стороны резьбы

Таблица 1. Средние арифметические значения отклонений угла наклона боковой стороны резьбы

$\Delta\beta_{\text{ит}}$, мин

Резьба	M5	M6	M8	M10	M12
Нарезанная без ультразвуковых колебаний	25	28	31	35	40
С тангенциальными ультразвуковыми колебаниями	9	15	19	23	25
С осевыми ультразвуковыми колебаниями	14	18	23	28	30
С радиальными ультразвуковыми колебаниями	19	22	26	30	36

После измерения отклонения угла наклона боковой стороны резьбы были проведены измерения накопленного отклонения шага резьбы.

Для измерения этого параметра перекрестие штриховой сетки микроскопа устанавливаются на середине стороны профиля (рис. 2, точка 1) и совмещают центральную пунктирную линию со стороной профиля. После этого производят первый отсчёт по основной и круговой шкалам продольного микрометрического устройства микроскопа БМИ - 1 или по индикаторному табло цифрового отсчётного устройства микроскопа БМИ - 1ц. Для определения накопленного отклонения шага резьбы на нормальной длине свинчивания N составляется блок из плоскопараллельных концевых мер длины (длины свинчивания определяли по ГОСТ 16093-81).

Блок устанавливается между торцом микровинта продольного перемещения стола и измерительной поверхностью каретки. При отсутствии погрешности шага резьбы центральная пунктирная линия совпадает с одноименной (правой или левой) стороной профиля резьбы.

При несовпадении центральной пунктирной линии с боковой стороной профиля контур резьбы из точки 2 подводится в точку 3 (см. рис. 2) с помощью винта продольной микроподачи. В этом положении производится второй отсчёт.

По разности отсчётов определяется накопленное отклонение шага резьбы на рассматриваемом участке $E_{pl\max}$. Результаты измерения накопленного отклонения шага резьбы приведены в табл. 2. Анализ данных показал, что минимальное отклонение накопленного шага резьбы получено при обработке с тангенциальными колебаниями, а максимальное – при обработке без ультразвука.

Средний диаметр резьбы измеряется методом трёх проволок. Этот косвенный метод измерения заключался в следующем. Значения действительной величины среднего диаметра определялись по результатам измерения размера M (рис. 3), связанного с искомой величиной d_{2r} зависимостью

$$d_{2r} = M_m - 3d_n + 0.866P,$$

где M_m - среднее арифметическое значение размера M , мм; d_n - наимыгоднейший диаметр проволок (ГОСТ 2475-88), мм.

Средний диаметр определялся в трёх точках на длине свинчивания. Результаты измерения приведены в табл. 3. Приведённый средний диаметр резьбы рассчитывался по формуле

$$d_{2np} = d_{2r} - f_p + f_\alpha,$$

где f_p - диаметральная компенсация отклонения шага резьбы, мм; f_α - диаметральная компенсация отклонения угла наклона боковой стороны резьбы, мм.

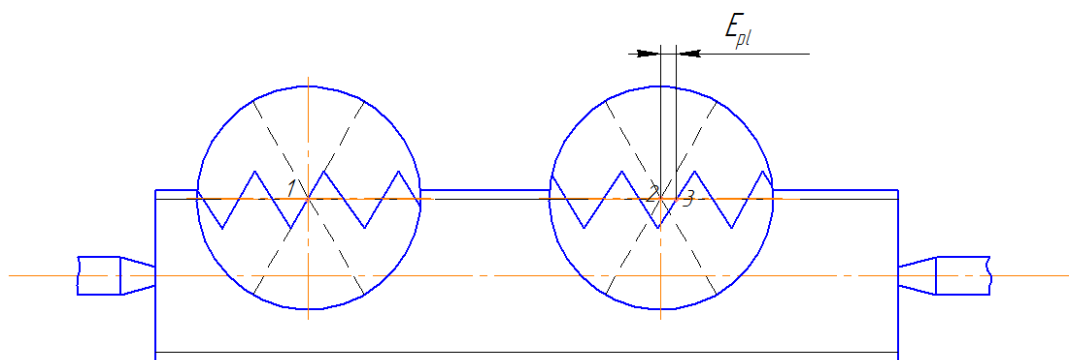


Рис.2. Измерение накопленного отклонения шага резьбы

 Таблица 2. Максимальные значения накопленного отклонения шага резьбы $E_{pl\max}$, мм

Резьба	M5	M6	M8	M10	M12
Нарезанная без ультразвуковых колебаний	0,027	0,030	0,036	0,040	0,045
С тангенциальными ультразвуковыми колебаниями	0,008	0,010	0,012	0,015	0,019
С осевыми ультразвуковыми колебаниями	0,013	0,015	0,018	0,021	0,025
С радиальными ультразвуковыми колебаниями	0,017	0,021	0,026	0,029	0,034

Диаметральные компенсации определялись по формулам:

$$f_p = 1,732E_{pl\max};$$

$$f_\alpha = 0,36P \cdot \Delta\beta_{\gamma m},$$

где $E_{pl\max}$ - максимальные значения накоп-

ленного отклонения шага резьбы (табл. 2), мкм; $\Delta\beta_{\gamma m}$ - среднее арифметическое значение отклонений угла наклона боковой стороны резьбы (табл. 1) $\Delta\beta_{\gamma m}$, мин.

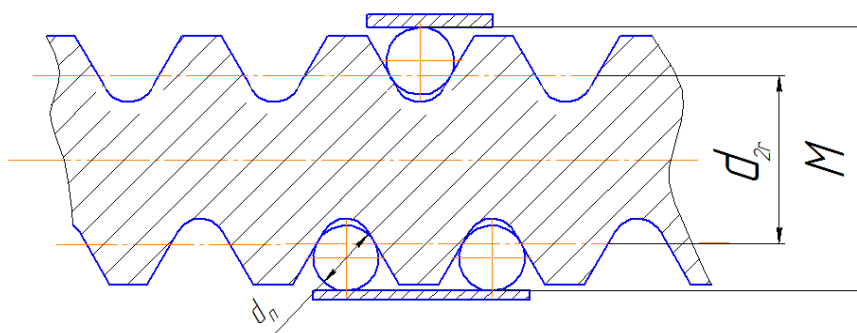


Рис. 3. Измерение среднего диаметра резьбы методом трёх проволочек

 Таблица 3. Значения действительной величины среднего диаметра d_{2r} , мм

Резьба	M5	M6	M8	M10	M12
Нарезанная без ультразвуковых колебаний	4,266	5,326	7,396	8,902	11,487
С тангенциальными ультразвуковыми колебаниями	3,385	4,479	6,551	8,820	10,665
С осевыми ультразвуковыми колебаниями	3,413	4,482	6,524	8,842	10,680
С радиальными ультразвуковыми колебаниями	3,563	4,627	6,577	8,874	10,721

Данные резьбовые детали соответствуют восьмой степени точности, удовлетворяют условиям свинчиваемости и точности:

$$d_{2np} \leq d_{r\max};$$

$$d_{2r} \geq d_{r\min},$$

где $d_{r\max}$ и $d_{r\min}$ - наибольший и наименьший допускаемые предельные размеры среднего диаметра резьбы болта (ГОСТ 16093-81). По полученным значениям d_{2r} , d_{2np} построена схема полей допусков, например для резьбы M10 (рис. 4).

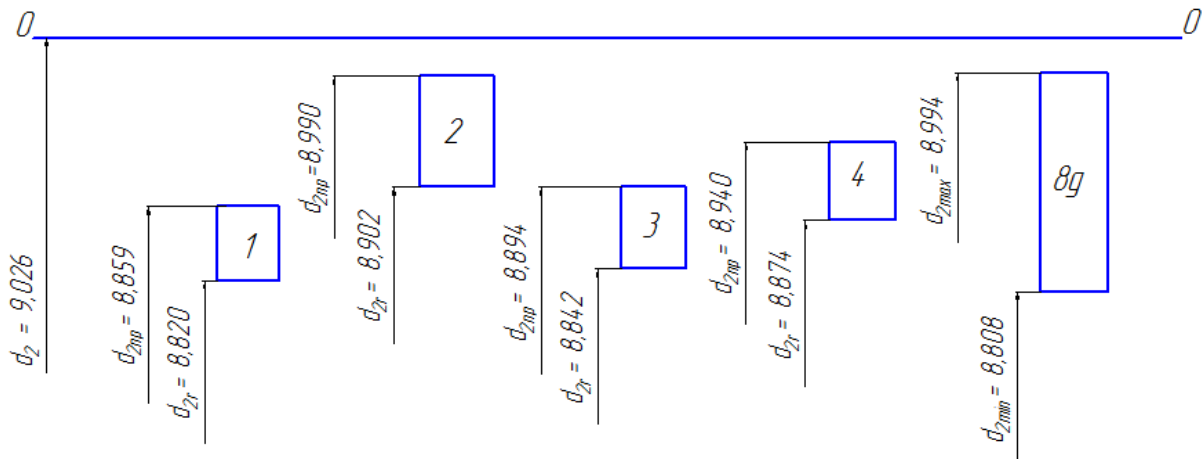


Рис. 4. Схема полей допусков для резьбы M10, степень точности – 8g:
 1 - резание с тангенциальными колебаниями; 2 - обычное резание;
 3 - резание с осевыми колебаниями; 4 - резание с радиальными колебаниями

Таким образом, установлено, что введение в зону резания ультразвуковых колебаний различного направления позволяет повысить точность нарезаемых резьб. Наибольший эффект проявляется при обработке с тангенциальными колебаниями, а наименьший – при обработке с радиальными колебаниями.

Библиографический список

1. Марков, А.И. Ультразвуковая обработ-

ка материалов [Текст] / А.И. Марков. - М.: Машиностроение, 1980. - 237 с.

2. Головкин, В.В. Прогрессивное оборудование для обработки резьбовых деталей с использованием энергии ультразвуковых колебаний [Текст] / В.В. Головкин, М.В. Дружинина, В.А. Смыслов. // Высокие технологии в машиностроении: Матер. всерос. науч.-техн. интернет - конф. с междунар. участием. – Самара: СамГТУ, – 2009. - С. 98-100.

EFFECT OF ULTRASOUND ON PRECISION WHEN CUTTING THREADS

© 2012 V. V. Golovkin, M. V. Druzhinina

Samara State Technical University

Results of research of influence of the compelled ultrasonic fluctuations on accuracy of a cut carving are given. It is shown that ultrasound application at a rezbonarezaniye allows to increase accuracy of cut carvings.

Thread, the accuracy, the average diameter, ultrasonic vibration, tapping.

Информация об авторах

Головкин Валерий Викторович, кандидат технических наук, Самарский государственный технический университет. E-mail: isap@samgtu.ru. Область научных интересов: механическая обработка с применением вынужденных ультразвуковых колебаний.

Дружинина Марина Владимировна, аспирант, Самарский государственный технический университет. E-mail: druzhinina41@yandex.ru. Область научных интересов: нарезание внутренних резьб с наложением на метчик ультразвуковых колебаний.

Golovkin Valeriy Viktorovich, Candidate of Engineering Science. Samara State Technical University. E-mail: isap@samgtu.ru. Area of research: machining with application of the compelled ultrasonic fluctuations.

Druzhinina Marina Vladimirovna, assistant, Samara State Technical University. E-mail: druzhinina41@yandex.ru. Area of research: cutting of female threads with imposing on a tap of ultrasonic fluctuations.