

УДК 621.914.2

КОНУСНОСТЬ РЕЗЬБЫ ПРИ РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИИ

Илья Дмитриевич Лагойский

*Студент 5 курса,**кафедра «Инструментальная техника и технологии»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: И. А. Павлюченков,**ассистент кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

В последнее время, резьбофрезерование становится всё более часто применяемым методом для изготовления резьб. Следовательно, появилась потребность в исследовании параметров процесса и инструмента, влияющих на точность получаемой резьбы [1-4]. Анализ литературы показывает, что конусность является органической погрешностью при резьбофрезеровании, т.к. во время обработки происходит радиальный отгиб инструмента вследствие возникающей силы резания [5]. Закладывая оптимальные, с точки зрения получаемой конусности, геометрические параметры в инструмент при его конструировании, либо режимные параметры при обработке, можно добиться снижения конусности получаемой резьбы.

Проведены экспериментальные исследования по фрезерованию резьбы в заготовках из прутков 40Х квадратного сечения 140 мм на предприятии ООО «Сандвик» (российское подразделение «Сандвик групп»). Использовались Врезьбовые фрезы, предоставленные предприятием: R217.15-140100AC26N 1630, R217.13-060100AC12N, R217.14-080100AC16N, R217.14-100100AC20N. Отверстия под резьбу были предварительно подготовлены (длина отверстия превышает длину резьбы для сохранения измерительной базы), а резьба выполнялась за тот же установ. Параметры варьирования: подача на зуб ($S_z=0,05\dots0,089$ мм/зуб), диаметр резьбы ($D=16\dots36$ мм). Для возможности измерения полученных резьбовых отверстий, их разрезали в осевых плоскостях на электроэрозионном вырезном станке. Разрезанные заготовки измеряли на УИМ 21 по предварительно составленной методике, которая заключается в нахождении координат точек вершин и впадин резьбового профиля на входе и выходе резьбы.



Рис. 1. Гистограмма распределения углов конусности резьбы.

Обработка полученных данных для выявления угла конусности резьбы происходила по точкам впадин профиля. Рассчитывался угол конусности левой и правой части резьбового профиля, а общий угол находился как их сумма. Полученные данные были проверены на грубые ошибки и на нормальность распределения полученных углов ко-

нустности резьб по критериям границ, среднего абсолютного отклонения и др. Проведенный анализ показал, что экспериментальные данные распределены по нормальному закону. Проведена аппроксимация данных для получения математической зависимости угла конусности внутренней резьбы от ее номинального диаметра и подачи на зуб инструмента. Использовалась программа «Аппроксимация данных», разработанная на кафедре МТ2.

По полученным данным, были найдены эмпирические зависимости угла конусности от наружного диаметра внутренней резьбы D и от подачи на зуб S_z . Эмпирическая формула, имеющая коэффициент корреляции $R=0,938$, для угла конусности θ , [град] от диаметра обрабатываемого отверстия D , [мм] имеет следующий вид:

$$\theta = 0,238 + 1,2728 \cdot 10^{-9} \cdot D^{5,1}$$

Как видно из полученной зависимости, с увеличением наружного диаметра внутренней резьбы D , растёт и угол конусности θ , причём, в сторону обратной конусности (увеличение диаметра с увеличением глубины отверстия). Эмпирическая формула, имеющая коэффициент корреляции $R=0,819$, для угла конусности θ , [град] от подачи на зуб, [мм/зуб] имеет вид:

$$\theta = \frac{1}{38462655 \cdot S_z^2 - 4902153 \cdot S_z + 160434}$$

Анализ данной зависимости показывает, что с увеличением подачи на зуб, увеличивается и угол конусности до определённого, максимального значения $\theta = 0,24^\circ$ при подаче $S_z = 0,064 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$, и дальше идёт на уменьшение угла при росте подачи.

В итоге, имея данные зависимости, можно варьируя параметры резбозерования, добиться наименьшего угла конусности резбового отверстия, который влияет, насколько получаемый профиль резьбы будет отклоняться от номинального. Также, при конструировании инструмента, зная какая конусность будет получаться, возможно заложить в инструмент такую конусность, которая будет компенсировать получаемую и тем самым повысить точность изготавливаемой резьбы.

Литература

1. Древаль А.Е., Мальков О.В., Литвиненко А.В. Точность обработки внутренних резьб комбинированным инструментом // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 2011.- №12.- С. 44-52. DOI: 10.18698/0536-1044-2011-12-44-52
2. Мальков О.В. Обеспечение точности резьбы при фрезеровании на этапе проектирования инструмента // Вестник МГТУ. Машиностроение.- 2018.- №3.- С. 89-104 DOI: 10.18698/0236-3941-2018-3-75-90
3. Мальков О.В., Головки И.М., Карельский А.С. Теоретический расчет параметров сечения срезаемого слоя при резбозероении // Известия ВУЗов. Машиностроение.- 2018.- № 10 [703].- С. 24-36. DOI: 10.18698/0536-1044-2018-10-24-36.
4. Мальков О. В., Древаль А. Е., Павлюченков И. А., Виноградов Д. В. Определение диаметра резьбообразующей части резбовых фрез // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 10. С. 74–87. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/821197.html> (дата обращения 24.10.2015). DOI: 10.7463/1015.0821197.
5. Мальков О.В. Основные направления исследования резбозероения и проектирования резбовых фрез. Инженерный журнал: наука и инновации, 2016, вып. 4. <http://engjournal.ru/articles/1487/1487.pdf>.