

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ ПРИ ПЛАНЕТАРНОМ
ФОРМООБРАЗОВАНИИ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ
ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ**

В. А. Косарев, В. Ф. Иванов

*Московский государственный технологический университет «Станкин»,
Москва, Российская Федерация*

Наиболее современным и перспективным способом получения внутренних резьбовых поверхностей с повышенной производительностью при высоком качестве изделий является обработка пластическим деформированием. Главное преимущество данного способа наряду с традиционным нарезанием резьбы заключается в том, что структура материала не разрушается, а сдавливается и упрочняется [1, 2].

В разработке и исследовании предлагаемого способа планетарного формообразования резьбовых поверхностей в отверстиях пластическим деформированием можно отметить следующую специфику. Данный способ дает возможность вести обработку при вращении инструмента с круговой подачей без жесткой связи с шагом обрабатываемой резьбы. Благодаря удароподобному процессу накатки материал постепенно все время в пределах малых отрезков профиля резьбы вытесняется от основания профиля к его вершине, что приводит к значительному снижению усилий накатывания. Данное обстоятельство дает основание предполагать, что формообразование этим способом существенно снижает нагрузку на инструмент [3].

Для разработки модели расчета составляющей силы $P_{окр}$, действующей на рабочую часть накатника, был выполнен ряд экспериментальных исследований. В результате получены зависимости, описывающие изменение сил в процессе планетарного формообразования пластическим деформированием, а также проведен сравнительный анализ изменения составляющих сил, полученных при планетарном резьбофрезеровании.

При сравнительных экспериментах учитывались следующие факторы:

- параметры инструмента-модели и форма профиля рабочей части применяемого в экспериментах инструмента соответствовали как при резании, так и при пластическом деформировании;
- за доминирующую силу при резании планетарным формообразованием резьбовой фрезой, влияющую на радиальное отклонение режущей кромки инструмента, была принята составляющая сила P_y ;

– за доминирующую силу при планетарном формообразовании пластическим деформированием раскатником принята составляющая сила $P_{рад}$ (рис. 1).

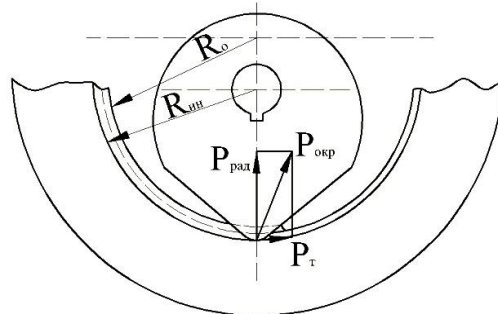


Рис. 1. Схема распределения сил

Экспериментальные исследования силовых зависимостей и качество заполнения профиля резьбы производились с использованием образцов из маркированного материала в состоянии поставки стали 40ХФА ГОСТ 4543-71 ($HВ = 241$, $\sigma_s = 880$ МПа), а также из сплава АЛ4 ГОСТ 1583-93 ($HВ = 70$, $\sigma_s = 160$ МПа) при обработке внутренней метрической резьбы М30 с шагом 1...3,5 мм.

Анализируя полученные зависимости, можно отметить, что при обработке внутренних метрических резьб пластическим деформированием деталей из материала 40ХФА с шагом до 1...1,5 мм. $P_{рад} = (1,1...1,3)P_y$ с шагом резьбы до 3...3,5 мм. $P_{рад} = (1,7...2)P_y$. При дальнейшем увеличении шага обрабатываемой резьбы пластическим деформированием происходит существенное увеличение $P_{рад}$ по отношению к P_y . В этом случае должна быть обеспечена достаточная жесткость инструмента за счет увеличения диаметра его корпуса или введения передней направляющей. При обработке более мягких материалов, например, сплав АЛ4, наблюдается обратная закономерность. Это объясняется тем, что при обработке резанием планетарным способом мягких материалов при малой толщине срезаемого слоя и при малых кинематических задних углах на боковых сторонах профиля рабочей части инструмента возникает повышенное давление на заднюю поверхность зуба фрезы.

Таким образом, можно сделать вывод, что для формообразования внутренних резьб планетарным движением инструмента для вязких материалов в ряде случаев целесообразно применять способ обработки пластическим деформированием. При этом, учитывая пониженную радиальную нагрузку на инструмент с целью повышения качества получаемой резьбы, возможна обработка закрытым контуром формообразования.

После статической обработки результатов экспериментальных исследований для установления вида функциональной зависимости составляющей силы $P_{рад}$ от переменной величины площади пятна контакта F_o рабочей части инструмента с деталью получены формулы следующего вида:

$$P_{рад} = 35,71F_o(\text{HB281, 40XФА}),$$

$$P_{рад} = 9,5F_o(\text{HB100, АЛ4}),$$

где численное значение представляет собой фактический коэффициент сопротивления деформации, полученный опытным путем для данных экспериментальных параметров инструмента, детали и условий обработки планетарным пластическим деформированием.

Таким образом, полученные зависимости дают возможность определять радиальную нагрузку на инструмент, возникающую в процессе раскатывания внутренней резьбы планетарным формообразованием, которую необходимо определять во многих случаях: при определении мощности, требуемой для раскатывания с целью выбора необходимого оборудования; при конструировании инструментальной оснастки и расчета ее жесткости для определения необходимой силы зажима инструмента и детали; при проектировании и расчете самих раскатников; для объяснения ряда явлений, протекающих в процессе планетарного раскатывания.

Литература

1. Маслов, А.Р. Конструкции прогрессивного инструмента и его эксплуатация / А.Р. Маслов. – М.:ИТО, 2006. – 166 с.
2. Гречишников, В.А. Инновационные конструкции металлообрабатывающего инструмента для высокотехнологичных машиностроительных производств / В.А. Гречишников, В.А. Косарев // Справочник. Инженерный журнал. – 2011. – № 12. – С. 38 – 43.
3. Киричек, А.В. Резьбонакатывание / А.В. Киричек, А.Н. Афонин. – М.: Машиностроение, 2009. – 311 с.

УДК 621.91.04

СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В. А. Данилов

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Формообразование поверхности методами механической и физико-технической обработки возможно при определенных функциональных свя-