

УДК 621.771.67

И.В.Сухих (4 курс, каф. МиТОМД), В.Н.Востров, д.т.н., проф.

ГОРЯЧЕЕ КАЛИБРОВАНИЕ ШЕСТЕРЕН ВНУТРЕННЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Целью данной работы является повышение точности обработки зубчатых колес с внутренним зацеплением.

Черновую обработку зубчатого венца осуществляют накатыванием или зубодолблением. Параметры чернового зубчатого венца соответствуют параметрам калиброванного зуба. Однако высота головки зуба выбирается из расчета получения большей высоты, обеспечивающей необходимый объем металла для формирования требуемого профиля зуба в процессе калибрования.

Процесс калибрования осуществляется следующим образом. Заготовку с черновым зубчатым венцом нагревают до полугорячего состояния, так как полугорячий режим является оптимальным для процесса калибровки. Нагретую заготовку одевают на зубчатый калибр. В процессе охлаждения, толщина зуба заготовки уменьшается за счет тепловой усадки металла. Впадины зубьев калибра приходят в соприкосновение с вершинами зубьев заготовки, деформируя их в радиальном направлении и подавая металл в лежащие выше сечения зубьев. В результате увеличивается толщина зубьев, осуществляется контакт с формообразующими боковыми поверхностями зубьев калибра и происходит перераспределение металла по высоте. При калибровании исправляются погрешности черновой обработки, повышаются кинематическая точность зубчатых колес и параметры, характеризующие плавность работы зубьев.

Требуемая скорость остывания детали при калибровании определяется выражением [1]:

$$V_{ост} = \frac{T_{нк} - T_{кк}}{t_{ост}} \frac{K}{c}, \quad (1)$$

где $T_{нк}$ – температура заготовки в момент начала калибрования зубчатого венца (1300, ..., 1400 К), $T_{кк}$ – температура заготовки в момент начала калибрования зубчатого венца (500, ..., 600 К), $t_{ост}$ – время остывания детали, сек.:

$$t_{ост} = \frac{\Delta d}{2S_{кал}},$$

где $S_{кал}$ – скорость подачи деформируемой поверхности заготовки на накатник в процессе тепловой усадки металла, мм/с, $S_{кал} = 0,075 m$, m – модуль зацепления, Δd – разность делительных диаметров зубчатого венца заготовки при изменении температур в диапазоне $\Delta d = \alpha t (T_{нк} - T_{кк}) dt$, мм, αt – коэффициент линейного расширения металла, $dt = d (1 + \alpha t \Delta t)$, d – делительный диаметр зубчатого венца при температуре 293 К.

Окончательно, выражение для скорости остывания детали при калибровании принимает вид:

$$V_{ост} = \frac{47,8mV}{\alpha_t (d_t)^2} \frac{K}{c}. \quad (2)$$

Высота зубьев накатника на чистовом участке рекомендуется равной $h_{ач} = 1,35 m$, а для калибрующего участка $h_{ак} = 1,35 m$.

Разработанная технология повысила производительность обработки зубчатых колес внутреннего зацепления в 1,5, ..., 2,0 раза и уменьшила энергетические затраты связанные с повторным нагревом заготовки под чистовую обработку на 20, ..., 25%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Овчинников А.Г. Основы теории штамповки выдавливанием на прессах // М.: Машиностроение, 1983. 200 с.