

УДК 621.3

В.О. Мерзлов

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТИСК В КОНТАКТІ РОЛИКА З ДЕТАЛЛЮ ПРИ ОБКАТУВАННІ РОЛИКАМИ

O.V. Merzlov

THE PRESSURE IN THE CONTACT OF A ROLLER ROLL WITH A DETAIL IN ROLLING

Деформація металу при обкатуванні починається з втискування ролика в поверхню деталі. Початковий контакт ролика з деталлю може бути точковим або лінійним залежно від форми контактуючих тіл. Під дією прикладеної сили ролик вдавлюється в деталь, утворюючи на її поверхні відбиток, форма якого відіграє важливу роль в подальшому процесі пластичної деформації при обкатуванні.

Відбиток еліптичної форми утворюється при обкатуванні деталі довільної форми роликком кругового профілю, якщо радіус його кривизни не рівний радіусу кривизни деталі, взятому із зворотним знаком. Ролики з робочим профілем, виготовленим у формі тора, бочки або сфери (зокрема кульки), мають переваги, що забезпечують їм широке застосування у виробничій практиці. При їх використанні постійність форми відбитку зберігається незалежно від точності встановлення ролика і жорсткості системи верстат–інструмент–деталь. Ролики кругового профілю широко використовуються при чистовій обкатці і служать основним інструментом для зміцнення. Прямокутний відбиток створюється при лінійному початковому контакті ролика з деталлю.

Умовою утворення лінійного контакту служить рівність абсолютних величин кривизни профілю ролика і деталі. Прямокутний відбиток створює якнайкращі умови деформації при обкатці без подовжньої подачі коротких поверхонь, коли ширина ролика перекидає довжину обкатуваної ділянки (повноконтатні ролики).

Застосування роликів, що мають лінійний контакт з деталлю, для обкатування з подовжньою подачею вимагає вживання заходів, що знімають концентрацію контактних напружень на краю відбитку, протилежному напрямую подачі; у цьому місці припиняється контакт деталі з роликком і остаточно формується обкатана поверхня.

Пружний напружений стан, в якому ролик і деталь знаходяться під дією робочої сили, залежить від їх пружних властивостей і форми поверхні контакту деталі, що утворилася в результаті пластичної деформації. При точковому початковому контакті, що перетворюється під навантаженням в еліптичний, теорія Герца припускає розподіл контактного тиску по еліпсоїду з максимальним тиском в центрі:

$$P_{max} = \frac{3P}{2\pi ab}, \quad (1)$$

де P – сила втискування;

a і b – піввісь еліптичного контакту в осьовому і поперечному перетинах.

Утворення пластичного відбитку, як буде показано нижче, призводить до істотного збільшення розмірів контакту, але через пружне відновлення розвантажених деталі і ролика їх початковий контакт залишається точковим. Кут втискування ролика при обкатці звичайно не перевершує 10° .

У випадку лінійного початкового контакту двох циліндричних поверхонь просторова епюра тиску є еліптичним циліндром в осьовому перетині, постійним по довжині контакту:

$$P_{max} = \frac{P}{\pi ab} . \quad (2)$$

Проте теорія Герца у разі лінійного контакту визначає напружений стан в точках, віддалених від країв (контакт безкінечної довжини). При обмеженій довжині контакту тиск можна вирахувати, враховуючи, що напружений стан в будь-якому січенні є плоским:

$$p(x) = \frac{P}{\pi \sqrt{a^2 - x^2}} . \quad (3)$$

Біля країв ролика, які мають нульовий радіус кривизни, тиск прямує до нескінченності. При кінцевій кривизні заокруглень профілю ролика у торців концентрація знижується. Чим більшу частку довжини контакту займають заокруглені ділянки, тим більшою мірою знижується концентрація. Дотримуючись цієї методики, можна побудувати профіль роликів, що створюють в умовах пружного контакту будь-яку задану епюру тиску, зокрема $p(x) = const$.

Передуючи стабілізуючій пружній взаємодії пластична деформація деталі істотно впливає на епюру контактних напружень, головним чином за рахунок спотворення кривизни поверхні в крайніх зонах. На краю пластичного відбитку кривизна деталі може досягати значної величини, що приводить до відповідного зростання концентрації напружень і посиленої деформації біля країв відбитку. В результаті на обкатаній поверхні залишається слід подачі ролика і з'являються дефекти, пов'язані з коливаннями подачі.

Практичним засобом боротьби з небажаною концентрацією є обмеження кута втискування ролика в осьовому перетині. Це досягається збільшенням радіусів кривизни, обмеженням робочої сили або установкою ролика під малим фіксованим кутом до обкатної поверхні, причому відбиток набуває каплеподібної форми, що звужується в протилежну подачі сторону.

Література

1. Паливода Ю. Є., Капаціла Ю. Б., Ткаченко І. Г. Технологія оброблення зубчастих коліс : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 136 с.
2. Гевко, Б.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра спеціальності 8.090202 [Текст] / Б. М. Гевко, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко — Тернопіль : ТДТУ, 2002. — 35 с.
3. Технологія оброблення корпусних деталей : Навчальний посібник [Текст] / Укладачі: Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. — Тернопіль : ТНТУ, 2016 — 156 с.