

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПОВЕРХНІ ОПРАВИ ІНСТРУМЕНТУ

Розглянемо напружено-деформований стан, який виникає при обкатці заготовки оправкою із кульками, що пластично деформують поверхню заготовки.

Найбільш напруженими з точки зору контактних напружень є три ділянки:

- у місці контакту кульки із поверхнею оброблюваної деталі;
- у місці контакту кульки із сепаратором;
- у місці контакту кульки із поверхнею оправки.

У першому випадку, який досліджено вище, напруження деформування розподілені по значній площі контакту і рівні напруженням пластичної деформації оброблюваної деталі. За умови вибору кульок відповідної міцності $\sigma_{вк} \gg \sigma_{вд}$, можна вважати, що напруження деформування не перейдуть межу міцності матеріалу кульки, і вона працюватиме лише у пружній області. В іншому випадку кулька буде роздавлена і не виконає своєї функції.

У місці контакту кульки із сепаратором контактні напруження матимуть значно меншу величину внаслідок того, що, як показано вище, осьова сила у $\frac{1}{\mu}$ разів менша за силу деформації поверхні деталі. При змащуванні поверхонь коефіцієнт тертя $\mu < 0,1$, тому відповідні зусилля на порядок менші за ті, що виникають у місці деформації деталі чи контакту кульки з оправкою.

Тому найбільш небезпечною є третя ділянка - контакт кульки з оправкою. Напруження у цій точці будуть визначатись за формулою:

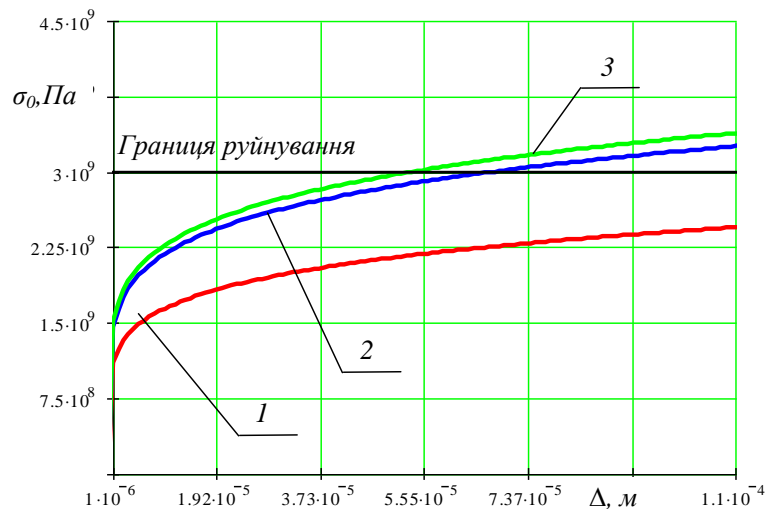
$$\sigma_0 = 1,523 \times 10^8 \times \sqrt{R_1} \times \sqrt[3]{2\sigma_s \sqrt{2\Delta} \arccos\left(1 - \frac{h}{R_1}\right)}. \quad (1)$$

Як слідує із цієї формули, напруження контакту у деталі при всіх інших сталих пропорційні кореню кубічному із напружень пластичності деталі, що свідчить про відносно малу залежність контактних зусиль від міцності оброблюваної деталі. Залежність напружень від глибини деформації Δ ще менша - корінь шостого степеня. Збільшення радіуса кульки збільшує контактні напруження за рахунок значного збільшення площі деформування заготовки.

За границю руйнування поверхні оправки інструменту приймаємо найбільше допустиме навантаження на поверхні контакту $[\sigma]_{\text{конт}} = 3 \times 10^9 \text{ Па}$, що відповідає матеріалу оправки інструменту – сталь ШХ15.

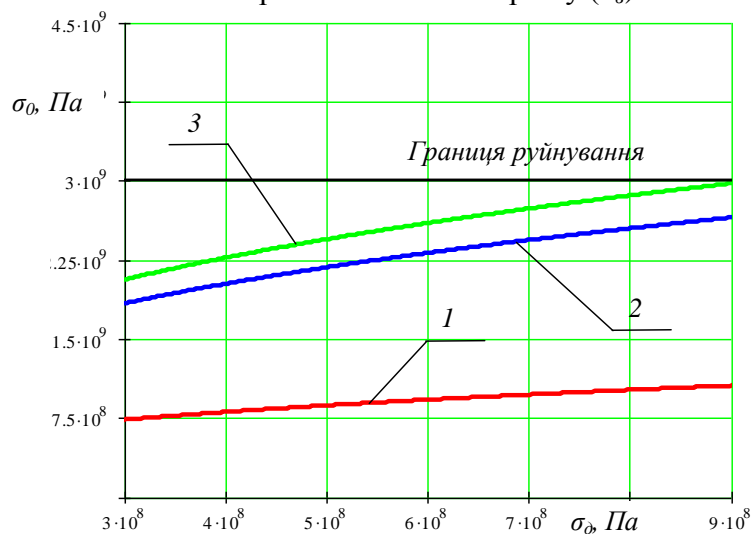
На рис.1 зображено вплив натягу при обробленні півкруглих шліцевих канавок деталей машин на напруження, що виникають на поверхні оправки інструменту.

Як видно з отриманих залежностей матеріал оброблюваної деталі не сильно впливає на величину напружень на поверхні оправки (криві 1–3). Зате величина натягу в межах $\Delta = 0,001 - 0,025 \text{ мм}$ на одну кульку значно зменшує напруження на поверхні оправки.



1 – $\sigma_s=340$ МПа(Сталь40); 2 – $\sigma_s=800$ МПа(Сталь40Х); 3 – $\sigma_s=900$ МПа(Сталь18ХГТ)
Рис. 1. Графік залежності напружень на поверхні оправи від натягу на одну кульку
($R=6,35$ мм; $h=2$ мм)

На рис.2 представлено графік залежності напружень на поверхні оправи від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу (σ_s).



1 – $\Delta=0,001$ мм; 2 – $\Delta=0,025$ мм; 3 – $\Delta=0,05$ мм

Рис.2. Графік залежності напружень на поверхні оправи від властивостей оброблюваного матеріалу ($R=6,35$ мм; $h=2$ мм)

Як видно з наведених залежностей матеріал оброблюваної деталі немає значного впливу на величину напружень, що виникають на поверхні оправи інструменту. Величина впливу зменшується з зменшенням значення σ_s , що характеризує властивості матеріалу.

Оскільки напруження на поверхні оправи є значними за величиною і можуть призвести до утворення лунок на поверхні оправи внаслідок спастичного деформування поверхні контакту, то для збільшення ресурсу роботи інструменту пропонуємо здійснювати наступні операції.