

УДК 621.83.06

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВИНТОВОЙ ПЕРЕДАЧИ СКОЛЬЖЕНИЯ
ПО КОНТАКТНЫМ НАПРЯЖЕНИЯМ

А. П. ПРУДНИКОВ, К. А. ЦЫГАНОВА
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Работоспособность винтовой передачи скольжения для преобразования параметров вращательного движения за счет сил трения определяется контактными напряжениями, что обусловлено значительными величинами сил, действующих в зацеплении витков резьбы, необходимых для создания требуемой силы трения. Основным видом разрушения рабочих поверхностей является усталостное выкрашивание, вызванное циклическим характером действующих контактных напряжений.

Условие для предотвращения усталостного выкрашивания:

$$\sigma = \frac{\sqrt{F_{t1}^2 + F_{z1}^2 + F_{x1}^2}}{n \cdot S} \leq [\sigma], \quad (1)$$

где F_{t1} , F_{z1} , F_{x1} – окружная, осевая и радиальная силы соответственно, возникающие в зацеплении, Н; n – число витков резьбы ведущего винта, взаимодействующих с ведомым винтом; S – площадь поверхности контакта, м²; $[\sigma]$ – допускаемое контактное напряжение, Па.

При определении площади поверхности контакта двух взаимодействующих витков резьбы необходимо учесть, что радиус кривизны витков в осевом направлении можно принять равным бесконечности (рис. 1).

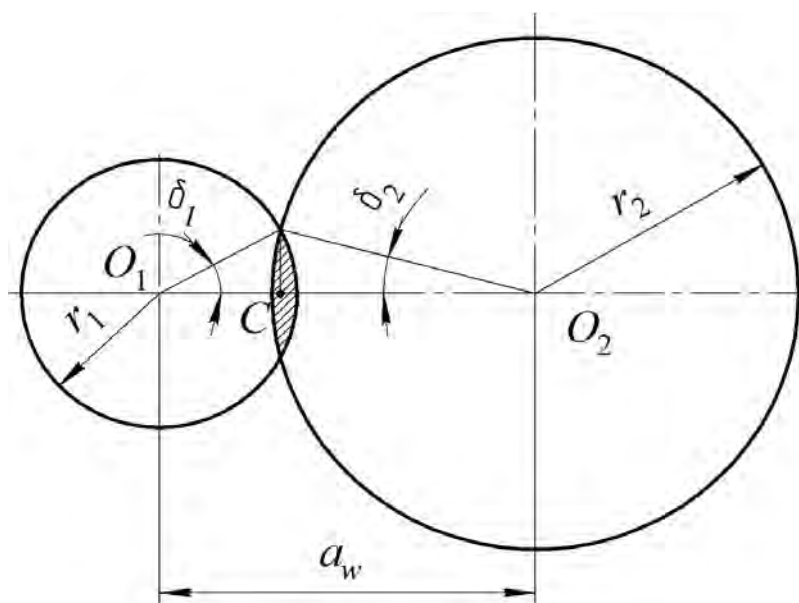


Рис. 1. Схема для определения площади поверхности контакта витков резьбы

Площадь поверхности контакта витков резьбы определяется по формуле

$$S = \frac{2 \cdot \left[\left(\pi \cdot r_1^2 \cdot \frac{\delta_1}{2 \cdot \pi} - 0,5 \cdot O_1 C \cdot \sqrt{r_1^2 - O_1 C^2} \right) + \left(\pi \cdot r_2^2 \cdot \frac{\delta_2}{2 \cdot \pi} - 0,5 \cdot O_1 C \cdot \sqrt{r_1^2 - O_1 C^2} \right) \right]}{\cos(\beta)}, \quad (2)$$

где r_1, r_2 – радиусы наружных поверхностей резьбы ведущего и ведомого винтов, м; β – угол наклона профиля резьбы, град.

Для проверки адекватности полученных зависимостей в САПР Ansys был выполнен компьютерный эксперимент по определению контактных напряжений. Анализировалась передача с наружным зацеплением со следующими параметрами:

- число заходов винтовых линий, образующих резьбу, расположенных на ведущем и ведомом звеньях передачи соответственно: $Z_1 = 1$; $Z_2 = 2$;
- средний диаметр резьбы ведущего и ведомого винтов соответственно: $d_1 = 20$ мм; $d_2 = 40$ мм;
- шаг резьбы ведущего винта и ведомого винтов соответственно: $p_1 = 5$ мм; $p_2 = 10$ мм;
- угол наклона профиля резьбы $\beta = 10^\circ$ (рассматривается трапецеидальный профиль резьбы).

На рис. 2 приведены ограничения, накладываемые при моделировании, и эпюра контактных напряжений, полученная в САПР Ansys.

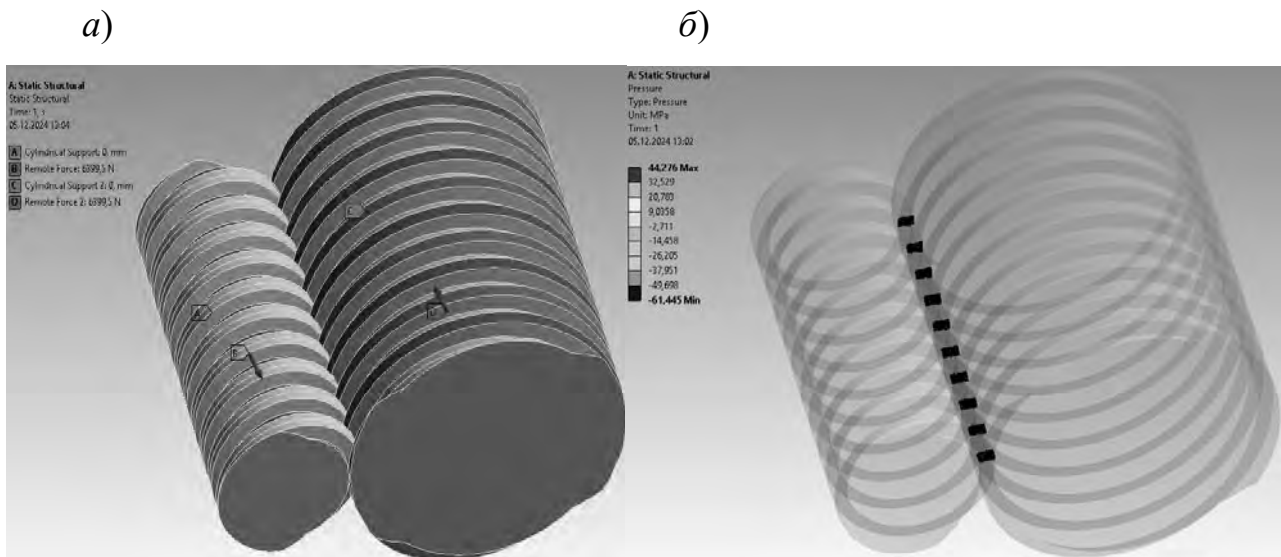


Рис. 2. Результаты моделирования винтовой передачи скольжения передачи в САПР Ansys: *а* – ограничения, накладываемые при моделировании; *б* – эпюра контактных напряжений

Полученные результаты подтверждают адекватность зависимостей (1) и (2). Для снижения контактных напряжений и обеспечения компактных размеров передачи необходимо повышать твердость поверхностного слоя рабочих поверхностей звеньев.