

# НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ МУФТ

Финиченко В.А., Водолажченко А.Г., Осадчий А.С. (ДонНСА г. Макеевка Украина)

*In the article experimental researches are resulted on determination of contact tensions and tensions of bend in toothed muffs with rectilinear and curvilinear formative.*

Зубчатые муфты предназначены для компенсации погрешностей соединения валов технологических систем и машин. Они позволяют исключать радиальные и угловые смещения соединяемых валов агрегатов в условиях больших скоростей и нагрузок. В настоящее время исследования, связанные с особенностями работы зубчатых муфт, приведены в множестве работ ученых [1, 2, 3, 4]. Вместе с тем, проблема, связанная с исследованиями напряженно-деформируемого состояния зубьев зубчатых муфт требует дальнейшего глубокого изучения.

Целью данной работы является исследования напряженно-деформируемого состояния зубьев зубчатых муфт на базе изучения процесса расположения пятна контакта зубьев по углу поворота муфты. При этом процесс исследования характера распределения напряжений изгиба по ширине зуба втулки выполнялся поляризационно-оптическим методом на составных моделях зубчатых муфт.

В эксперименте использовались три модели зубчатых втулок, причем один из зубьев каждой модели имел оптически активную прослойку толщиной  $b=2\text{мм}$ , с относительным смещением по ширине зуба. Три модели позволяют получить пять значений напряжений по ширине зуба.

Модели втулки с прямолинейной образующей зуба в осевом направлении имели параметры:  $t=6\text{мм}$ , число зубьев  $z=20$ , ширина зуба  $b=20\text{мм}$ .

Экспериментальные кривые распределения напряжений изгиба по длине зуба приведены на рис.1.а.

Результаты эксперимента показывают, что при угле перекоса осей втулки и обоймы  $\omega \neq 0^\circ$  наблюдается значительная неравномерность распределения напряжений изгиба по ширине зуба. При  $\omega \neq 1^\circ$  наблюдаются напряжения обратного знака на растянутой стороне зуба.

Экспериментальные модели муфт с криволинейной образующей зуба втулки вдоль оси (бочкообразный зуб) имели параметры:  $t=6\text{мм}$ , число зубьев  $z=20$ , ширина зуба  $b=20\text{мм}$ , радиус смещения исходного контура  $R_K = 1\text{мм}$

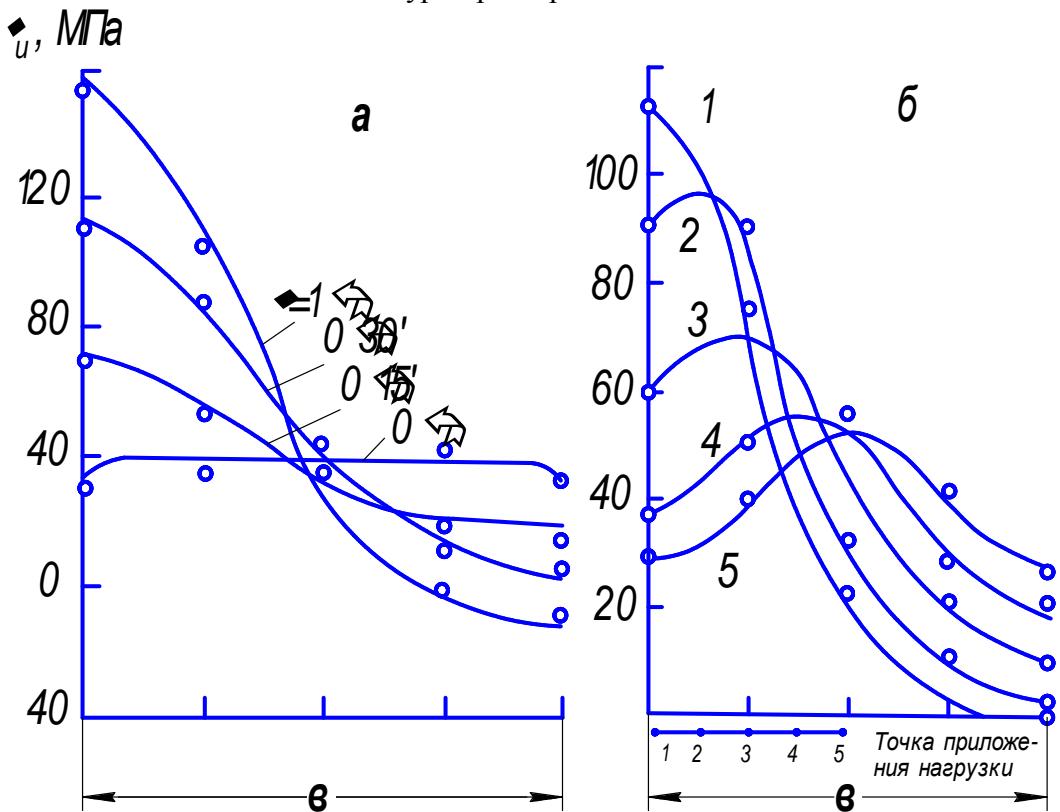
Результаты эксперимента приведены на рис.1. б. Сравнение распределения напряжений изгиба в зубьях с прямолинейной и криволинейной образующими показывает, что при одних и тех же углах взаимного перекоса и одинаковой нагрузке на зуб, максимальные напряжения изгиба в зубе втулки с криволинейной образующей на 20-30% меньше.

Муфта с прямолинейной образующей зуба втулки работает в условиях кромочного контакта зубьев, обусловленного погрешностями изготовления и монтажа.

Для определения распределения давлений по площадке контакта, были проведены исследования по изучению формы и размеров пятна контакта. Пятно контакта определялось по отпечатку на зубе втулки, на рабочую поверхность которого наносился слой сажи. На рис.2. показаны пятна контакта для различных углов перекоса осей обоймы и втулки.

Анализ полученных отпечатков показывает, что даже при  $\omega \neq 0^\circ$  не наблюдается контакта по номинальной боковой поверхности зуба, что объясняется как погрешно-

стью формы рабочих поверхностей зубьев, так и тем, что зубья обоймы и втулки имеют различное смещение исходного контура при нарезании.



*Рис.1. Расположение напряжений изгиба  $\Delta_u$  по длине зубьев*  
*а- с прямолинейной образующей;*      *б- с криволинейной образующей*

Пространственная эпюра давления прямых зубьев(при  $\omega \neq 0^\circ$ )имеет форму полуэллиптического цилиндра с максимальной ординатой по эпюре [2]

$$p_0 = \frac{2q}{\pi a} \quad (1)$$

где  $q=p/b$ - нагрузка на единицу длины первоначального контакта.

При  $\omega \neq 0^\circ$ , пространственной эпюры распределения давления по полуэллиптической площадке имеет форму четверти эллипсоида. Максимальная ордината определяется зависимостью [2]

$$p_0 = \frac{3p}{\pi ab} \quad (2)$$

Зависимости (1) и (2) позволяют с помощью экспериментальных данных определить величину максимального давления на площадках контакта.

Форма и размеры площадок контакта для муфт с криволинейной образующей показаны на рис.2. б.

Анализ полученных отпечатков показывает, что контакт зубьев следует рассматривать как контакт тел двойной кривизны. Пространственные эпюры распределения давления по площадке контакта представляются в виде полуэллипсоида. Максимальное давление в центре площадки контакта определяется по зависимости [2]

$$p_0 = \frac{3p}{2\pi ab} \quad (3)$$

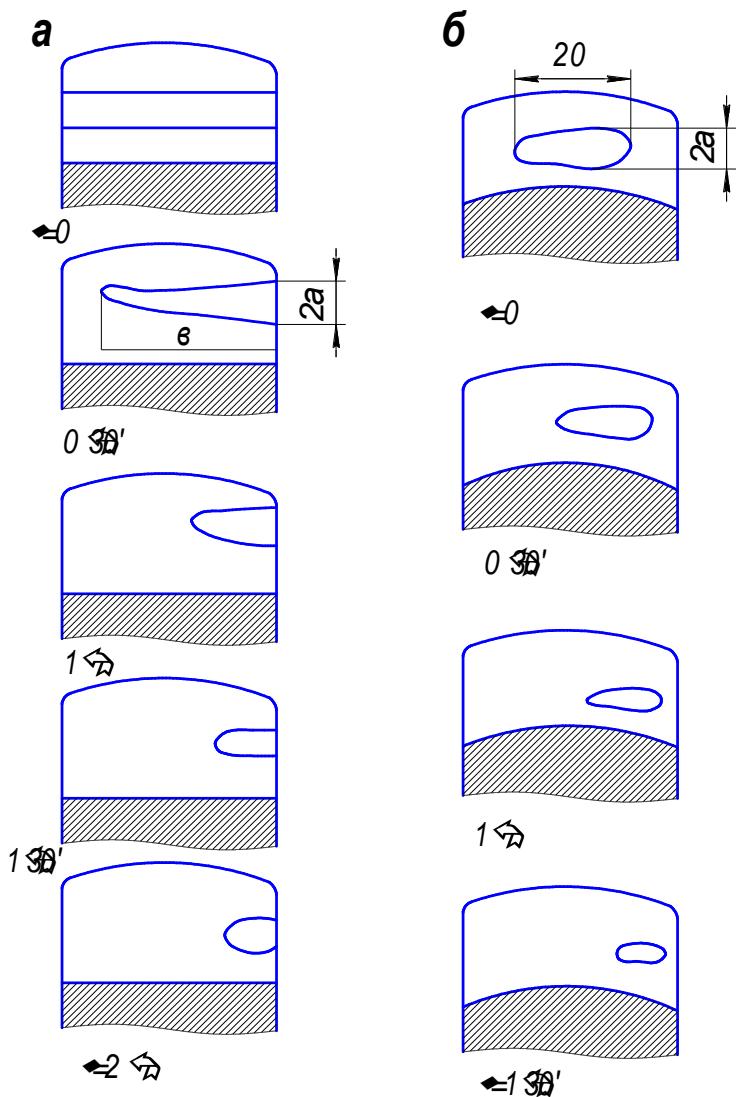


Рис.2. Расположение пятен контакта на зубьях при различных углах перекоса

а- с прямолинейной образующей;

б - с криволинейной образующей

Ре-

зультаты экспериментальных исследований показывают, что придание криволинейной формы зубу втулки приводит к росту давлений на контактных площадках при малых углах перекоса  $\omega$ , и только с приближением площадки контакта к торцу зуба контактные давления становятся меньше, по сравнению с зубьями с прямолинейной образующей.

**Список литературы:** 1. Айрапетов Э.Л. Косарев О.И. Расчет податливости элементов зубчатых муфт. - Вестник машиностроения, 1972, №3. С. 17-21. 2. Пинегин С.В. Контактная прочность и сопротивление качению. - М. Машиностроение , 1969 3. Финиченко В.А. Исследование некоторых вопросов расчета и проектирования зацепления соединительных зубчатых муфт. Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Донецк: ДПИ, 1974. 4. Михайлов А.Н., Гитуни А., Лахин А.М., Грубка Р.М. Методология и принципы совершенствования технологического обеспечения для повышения качества и эффективности изготовления пространственно-модифицированных зубьев муфт //Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ. 2008. Вип. 35. С. 136-151.

Сдано в редакцию 01.06.08