

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЧАТЫХ МУФТ КОНСТРУКТОРСКИМИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

Шинакова Е.С., Польченко В.В. (кафедра ТМ, ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Зубчатые муфты широко применяют в современном машиностроении для соединения элементов, предающих вращающий момент в различных механизмах.

С развитием техники большое значение приобретает проблема повышения износостойкости и надежности работы деталей машин, в том числе и зубчатых муфт, на всем их жизненном цикле: на этапе проектирования, изготовления и эксплуатации.

Главной особенностью зубчатой муфты является то, что их используют для компенсации перекоса осей соединяемых валов. То есть, муфта работает при несовпадении осей втулки и обоймы в условиях кромочного контакта зубьев.

С увеличением угла перекоса соединяемых валов наблюдается значительное увеличение давлений на площадке контакта (рис. 1), в результате возрастают напряжения в зубе, а следовательно возрастает и его износ.

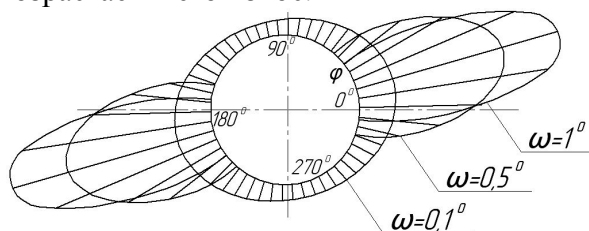


Рис. 1. Распределение нагрузки на зубьях муфты в зависимости от угла перекоса соединяемых валов

Большинство отказов машин связано с износом зубьев зубчатых муфт, их поломкой или увеличением выше допустимого предела вибраций машин, вызванных увеличением зазора в зацеплении муфты.

Известно, что в процессе работы зубчатой муфты вся нагрузка воспринимается ограниченным количеством диаметрально противоположных зубьев, что сказывается на их контактной прочности, а также на увеличении нагрузок на опорах соединяемых валов. Для решения этой проблемы необходимо увеличивать число зубьев передающих нагрузку.

Износ зубьев муфт, являясь наиболее распространенным видом отказа, не только снижает изгибную прочность зубьев (в связи с уменьшением их толщины в опасном сечении), но и перераспределяет нагрузку между ними в процессе приработки. Постепенно в работу включается все большее количество зубьев и, как следствие, снижается величина нагрузки на каждый зуб.

Таким образом, одним из конструкторских методов повышения износостойкости зубчатых муфт может быть увеличение податливости ступицы обоймы или втулки. Податливость обоймы можно повысить уменьшив ее толщину, что дополнительно обеспечит снижение нагрузок на опорах валов [1].

Увеличения податливости втулки добиваются за счет изменения конструкции ступицы (рис. 2). При этом необходимо учитывать, что нагрузка со стороны двух торцов при смещении валов распределяется неравномерно (со стороны внутреннего торца она больше), и для выравнивания нагрузки между зубьями необходимо внешний торец втулки выполнять более податливым, чем внутренний.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

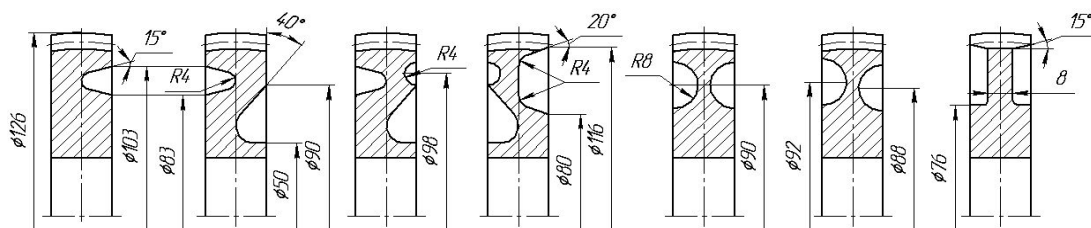


Рис. 2. Конструкции зубчатых втулок

Эксперимент по исследованию распределения нагрузки между зубьями втулок, имеющих различную конструкцию [2] показал, что изменением жесткости ступицы можно увеличить число зубьев, передающих нагрузку без снижения изгибной прочности.

Распределение нагрузки между большим количеством зубьев может быть также достигнуто уменьшением ширины зуба втулки (а) и увеличением расстояния между зубчатыми венцами втулок (в) (рис. 3).

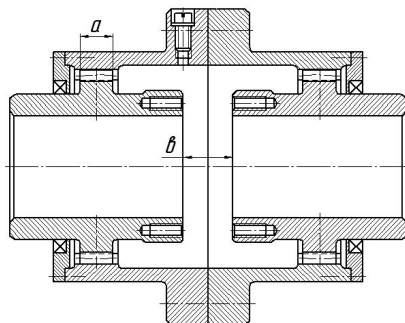


Рис. 3. Конструкция зубчатой муфты

Зубчатые муфты изготавливают, главным образом, из конструкционной улучшаемой стали 45, имеющей низкую контактную прочность. Для повышения надежности и долговечности работы зубчатой муфты возможно использование более износостойких сталей легированных, например марганцем.

Возможно сочетание различных видов материалов, например, втулку изготовить из стали, а обойму – из полиамида. Это позволит снизить коэффициент трения, а следовательно уменьшить износ. Такое конструкторское решение использовано для зубчатых муфт фирмы VoWex, которые не требуют смазывания благодаря такому сочетанию материалов.

В процессе износа важную роль играют состояние и свойства тонкого поверхностного слоя деталей машин, который формируется при их окончательной механической или термической обработке.

К основным способам формирования поверхностного слоя, обеспечивающим повышение износостойкости деталей машин можно отнести поверхностно-пластическую обработку (ППО), химико-термическую обработку (ХТО), а также наплавку и напыление более износостойких материалов.

В работе [4] описывается опыт, в результате которого было установлено, что износостойкость зубьев упрочненных методом ионного азотирования увеличилась по сравнению с зубьями, упрочненными закалкой ТВЧ в 3-4 раза.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В качестве термообработки можно применять поверхностную закалку зубьев. При этом сердцевина детали остается такой же, как и до закалки, а наружный слой приобретает высокую прочность и твердость (до 65 HRC).

Наиболее распространенными видами поверхностной закалки является закалка токами высокой частоты (ТВЧ), нагрев в электролите, лазерный нагрев.

Шероховатость рабочих поверхностей деталей при трении со временем изменяется и после некоторого периода работы возникает, так называемая, равновесная шероховатость. В процессе приработки происходит сглаживание наиболее выступающих неровностей, их частичное или полное уничтожение. В результате выступы микронеровностей приобретают оптимальную кривизну, обеспечивающую увеличение фактического пятна контакта и большую устойчивость маслянистой пленки. Эта шероховатость является оптимальной для данных условий трения и обеспечивает минимальное изнашивание.

Большое значение в вопросе снижения износа зубьев зубчатых муфт имеет правильный выбор смазки, которая должна сводить к минимуму образование частиц износа, тем самым уменьшая абразивный износ. Кроме того, смазка должна предупреждать появление контактной коррозии, а впоследствии схватывание и заедание.

Одним из основных эксплуатационных методов повышения износостойкости зубчатых муфт является применение смазочных материалов по физическим и химическим свойствам соответствующим условиям работы зубчатых муфт. Параметры трения между зубьями муфты не обеспечивают создания устойчивой граничной пленки, которая могла бы разделять трущиеся поверхности и препятствовать непосредственному и контакту. Прочные граничные пленки, снижающие интенсивный износ и предотвращающие заедание при высоких нагрузках, создают путем применения различных химически активных соединений – присадок.

Действие присадок заключается в химическом взаимодействии продуктов их разложения с металлом при высоких температурах трения. В результате образуются соединения, имеющие меньшее сопротивление срезу и более низкую температуру плавления, чем чистые металлы, вследствие чего предотвращается заедание и схватывание соприкасающихся поверхностей.

В большинстве присадок в основном содержится сера, фосфор и галогены, наиболее часто хлор, возможно использование свинца, сурьмы, молибдена и др.

Наиболее сильные противозадирные свойства имеют присадки содержащие хлор, серу и фосфор в различных сочетаниях или всех трех элементов одновременно [3].

Немаловажное значение для повышения ресурса работы зубчатых муфт имеют профилактические осмотры, позволяющие вовремя выявить повреждение уплотнения или раскручивание соединительного болта, что может вызвать течь смазки.

Список литературы: 1. Польшенко В.В., Вобликов С.А. Выравнивание нагрузки между зубьями зубчатых муфт. ИНЖЕНЕР: студенческий научно-технический журнал. - Донецк: ДонНТУ, 2007, с. 2. Польшенко В.В, Соловей А.В. Распределение нагрузки между зубьями зубчатой муфты. Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сборник научных трудов. – Донецк: ДонГТУ, 1998, №5, с. 177-181. 3. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. – Л.: Химия, 1985. 4. Айрапетов Э.Л., Уткин Б.С., Лагутин С.А., Робер А.И. Совершенствование зубчатых муфт и шпинделей конструкции ЭЗТМ. – Тяжелое машиностроение, 2000, № 12, с. 10-12.