DOI: 10.17117/na.2016.04.03.144

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.03.144.pdf>

Поступила (Received): 01.04.2016

Никитина О.А., Слободяник Т.М. Выбор муфт для приводов общего назначения

Nikitina O.A., Slobodyanik T.M.
The selection of couplings for general purpose drives

Статья посвящена рассмотрению вопросов выбора муфт для приводов общего назначения. Если привод не содержит открытую передачу, в нем, как правило, две муфты. Одна из них соединяет двигатель и редуктор, вторая – редуктор и рабочий орган. Если двигатель и редуктор установлены на общей раме, несоосность валов небольшая, поэтому от первой муфты не требуется высоких компенсирующих свойств. Для уменьшения пусковых моментов и динамических нагрузок муфта должна иметь малый момент инерции и упругие свойства. Чаще всего применяются муфты с резиновыми упругими элементами: МУВП, с резиновой звездочкой. Вторая муфта соединяет тихоходные валы, поэтому не требуется малого момента инерции, но если привод и рабочий орган находятся не на одной раме, то необходимы хорошие компенсирующие свойства. Чаще всего применяются зубчатые или цепные муфты.
Ключевые слова: привод, муфта, редуктор, вал, динамические нагрузки, несоосность

Никитина Ольга Александровна
Кандидат технических наук, доцент
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
г. Магнитогорск, ул. Ленина, 38

Слободяник Татьяна Михайловна
Кандидат технических наук, доцент
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
г. Москва, Ленинский проспект, 4

The article is devoted to consideration of questions of the choice of couplings for General purpose drives. If the drive does not contain plain text, there are usually two clutches. One of them connects the engine and gearbox, the second gear actuator. If the motor and reducer mounted on a common frame, the misalignment is small, so from the first clutch does not require high compensating properties. To reduce the starting moments and dynamic loads, the coupler should have a small moment of inertia and the elastic properties. The most commonly used coupling with rubber elastic elements: MUVPP, with rubber asterisk. The second clutch connects the low-speed shafts, so you do not have small moment of inertia, but if the drive and the working body are not on the same frame, you need a good compensating properties. Most often used gear or chain coupling

Key words: actuator, clutch, gear, shaft, dynamic load, misalignment

Nikitina Olga Aleksandrovna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Magnitogorsk state technical university named G.I. Nosov
Magnitogorsk, Lenina st., 38

Slobodyanik Tatyana Mikhailovna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National research technological University "MISIS"
Moscow, Leninsky ave., 4

Привод включает в себя муфты. Если привод не содержит открытую передачу, в нем, как правило, две муфты. Одна из них соединяет двигатель и редуктор, вторая – редуктор и рабочий орган. Если двигатель и редуктор установлены

на общей раме, несоосность валов небольшая, поэтому от первой муфты не требуется высоких компенсирующих свойств. Для уменьшения пусковых моментов и динамических нагрузок муфта должна иметь малый момент инерции и упругие свойства. Чаще всего применяются муфты с резиновыми упругими элементами: МУВП, с резиновой звездочкой. Вторая муфта соединяет тихоходные валы, поэтому не требуется малого момента инерции, но если привод и рабочий орган находятся не на одной раме, то необходимы хорошие компенсирующие свойства. Чаще всего применяются зубчатые или цепные муфты.

Муфты упругие втулочно-пальцевые (МУВП) широко применяются для компенсации несоосности валов и улучшения динамических характеристик. Неметаллические упругие элементы делают ее простой и дешевой. МУВП изготавливают для диаметров соединяемых валов d от 16 до 150 мм. Допускаемое радиальное смещение 0,2...0,6 мм; перекося $\Delta\alpha$ до 1° . Упругие элементы подвергаются неравномерному сжатию, поэтому такие муфты не могут считаться прогрессивными. Но ввиду легкости изготовления, простоте упругих элементов и удобству их замены получили широкое применение в приводах от электродвигателей [1].

В связи с относительными смещениями осей валов и неточностями расположения осей пальцев и отверстий, муфты вызывают радиальные нагрузки на валы, равные 0,15...0,20 от суммарной окружной силы на пальцах. Рекомендуется [2] в расчетах принимать усилие от муфты $F_m = 0,25 F_t$, где F_t – окружная сила.

Зубчатые муфты изготавливают для диаметров соединяемых валов $d=40...560$ мм. Они компактны и обладают хорошей нагрузочной способностью, но компенсирующая способность их невелика. Широкое применение зубчатых муфт определяется их большой несущей способностью, допустимостью больших частот вращения и технологичностью. Допускаемые радиальные, угловые и комбинированные смещения валов, соединяемых зубчатыми муфтами, определяются условием, по которому углы между втулкой и обоймой в каждом зацеплении не должны превышать $0^\circ30'$ [1].

Вследствие сил трения между зубьями при перекосах валов зубчатые муфты оказывают на валы изгибающие воздействия. Изгибающий момент $M_{изг}$ составляет около 0,1 от крутящего момента. Рекомендуется [2] в расчетах принимать $M_{изг} = 0,15 T$, где T – крутящий момент.

Как правило, двигатель и редуктор устанавливают на общей раме, поэтому в приводах от электродвигателей вполне можно применять не только упругие втулочно-пальцевые муфты, а, например, и зубчатые. Редуктор и рабочий орган часто устанавливают не на одной раме, поэтому в данном случае необходимы лучшие компенсирующие свойства, чем у зубчатой муфты, то есть для соединения тихоходных валов целесообразно применять МУВП [3].

В данной работе проведена оценка влияния нагрузок от двух муфт – упругой втулочно-пальцевой и зубчатой на нагрузочные схемы валов привода ленточного транспортера.

Привод включает электродвигатель АИР 160S6 ТУ 16-525564-84 (мощность двигателя $P=11$ кВт, асинхронная частота вращения $n_{дв} = 973$ об/мин), од-

нотупенчатый конический (прямозубый) редуктор и две муфты. Валы электродвигателя и быстроходного редуктора соединены МУВП – 40 (длина соединяемых участков валов 110 мм). Тихоходный вал редуктора и вал рабочего органа соединены зубчатой муфтой ($d = 40$ мм, длина соединяемых участков валов 55 мм). Участки под полумуфты быстроходного и тихоходного валов редуктора одного диаметра, так как быстроходный вал спроектирован с учетом диаметра вала двигателя ($d = 0,8d_1$, где d_1 – диаметр выходного участка вала электродвигателя).

Привод имеет следующие кинематические параметры: вращающие моменты на быстроходном и тихоходном валах $T_1 = 89,27$ Нм и $T_2 = 357,08$ Нм; частоты вращения валов $n_1 = 973$ об/мин и $n_2 = 243,25$ об/мин.

Рассмотрели работу каждой из муфт на быстроходном и тихоходном валах редуктора. Заметим, что быстроходный вал имеет консольно расположенные опоры, а тихоходный вал имеет несимметрично расположенные опоры относительно средней плоскости колеса, то есть схемы валов существенно различаются. Так как плоскости действия усилия P_m от МУВП и изгибающего момента $M_{изг}$ от зубчатой муфты неизвестны, рассмотрены все вероятно возможные плоскости расположения этих силовых факторов: плоскости действия окружных сил в зацеплении (в нашем случае вертикальные), плоскости действия радиальных сил зацепления и изгибающих моментов от осевых сил (в нашем случае горизонтальные), плоскости действия суммарных усилий зацепления. Рассматривались направления P_m и $M_{изг}$ как увеличивающие, так и уменьшающие нагрузки на валы.

Исследования нагрузочных схем валов привода показали, что МУВП оказывает значительно большее влияние на нагрузочную схему вала по сравнению с зубчатой муфтой. Так, на быстроходном валу МУВП изменяет реакции в подшипниках по сравнению с реакциями от сил зацепления на 32% и 129% в вертикальной плоскости, на 99% и 255% в горизонтальной плоскости и на 30% и 124% в плоскости суммарных усилий.

Зубчатая муфта на быстроходном валу изменяет реакции в опорах на 4,5% и 12% в вертикальной плоскости, на 13,5% и 41,5% в горизонтальной плоскости и на 4% и 11,5% в плоскости суммарных усилий.

Заметим, что на величину изгибающих моментов в опасном сечении ни МУВП, ни зубчатая муфта влияния не оказывают вследствие консольного расположения опор на быстроходном валу.

На тихоходном валу МУВП изменяет реакции в подшипниках на 18% и 85% в вертикальной плоскости, на 30% и 138% в горизонтальной плоскости и на 15% и 72,5% в плоскости суммарных усилий. Изгибающие моменты в опасных сечениях изменяются в вертикальной плоскости на ту же величину, что и реакции в опорах – на 18%, в плоскости суммарных усилий на 11%, а в горизонтальной плоскости остаются неизменными, так как весьма значителен изгибающий момент от осевой силы.

Зубчатая муфта на тихоходном валу изменяет реакции в опорах на 21% и 30% в вертикальной плоскости, на 36% и 85% в горизонтальной плоскости и на

18% и 25% в плоскости суммарных усилий. Изгибающие моменты в опасных сечениях изменяются в вертикальной плоскости на ту же величину, что и реакции в подшипниках – на 21%, в суммарной на 13,5%, а в горизонтальной плоскости также остаются неизменными.

По результатам исследования делаем вывод, что при вышеназванных условиях размещения привода зубчатая муфта нормально работает в приводе от электродвигателя, а упругая втулочно-пальцевая муфта при соединении тихоходных валов.

Список используемых источников:

1. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 1997. 496 с.
2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высш. шк., 2001. 447 с.
3. Слободяник Т.М., Никитина О.А. О повышении эффективности использования оборудования коммерческих предприятий // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2012. № 9. С. 77-82.

© 2016, Никитина О.А., Слободяник Т.М.
Выбор муфт для приводов общего назначения

© 2016, Nikitina O.A., Slobodyanik T.M.
The selection of couplings for general purpose drives