

Мележик Р. С.
аспирант каф. МЧМ,
Власенко Д. А.
к.т.н., доц. каф. МЧМ
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЖЕНИЯ МУФТЫ ПАЛЬЦЕВОЙ С ЭЛАСТИЧНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ ДИСКОВОГО ТИПА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SOLIDWORKS

Работа механического оборудования обычно сопряжена с динамическими нагрузками, негативно влияющими на эксплуатационные показатели машин и агрегатов. Данные нагрузки приводят к выходу из строя рабочих узлов, снижают долговечность и эксплуатационную надежность оборудования.

Для повышения ресурса и безотказности оборудования, работающего в таких условиях, применяют компенсирующие муфты различного типа [1]. Одной из разновидностей таких муфт является муфта пальцевая с эластичным элементом дискового типа [1]. За счет использования упругого элемента такие муфты способны не только компенсировать радиальные и угловые смещения, но и демпфировать ударные нагрузки, возникающие в процессе работы машины [2].

На сегодняшний день не существует разработанной методики для расчёта муфт, позволяющей определять конструктивные параметры исходя из заданной величины передаваемого крутящего момента. В данное время типоразмер муфты определяется на основании производственного опыта эксплуатации оборудования методом подбора.

Задачей данного исследования является разработка методики расчета муфты пальцевой с эластичным элементом дискового типа.

Математический аппарат для аналитического расчета эластичных муфт в достаточной мере сложный. В связи с этим для моделирования условий нагружения и обоснования конструктивно-технологических параметров пальцевой муфты с эластичным элементом дискового типа использовался конечно-элементный метод с применением программного комплекса SolidWorks [3].

На примере рассмотрим применение методики расчета муфты пальцевой с эластичным элементом дискового типа со следующими конструктивно-технологическими параметрами (рис. 1): наружный диаметр упругого элемента 700 мм; диаметр центров отверстий под пальцы 550 мм; диаметр отверстий под пальцы 81 мм; количество отверстий под пальцы 8 штук; толщина пакета упругих элементов от 14 мм до 126 мм.

Упругий элемент состоит из нескольких чередующихся резиновых обкладных толщиной 3,5 мм и кордотканевых дисков толщиной 7 мм со следующими физико-механическими характеристиками:

– кордная ткань: модуль упругости $2 \cdot 10^9$ Па; коэффициент Пуассона 0,1; модуль сдвига $285 \cdot 10^6$ Па; предел прочности на растяжение $200 \cdot 10^6$ Па;

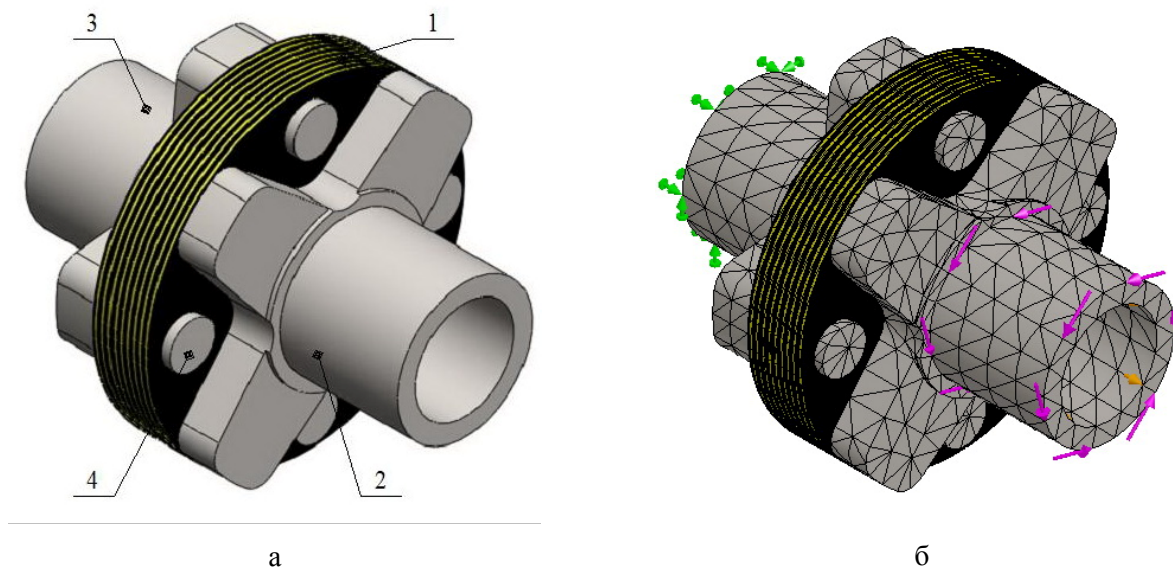
– резина: модуль упругости $5 \cdot 10^6$ Па; коэффициент Пуассона 0,5; модуль сдвига $0,6 \cdot 10^6$ Па; предел прочности на растяжение $25 \cdot 10^6$ Па.

В процессе моделирования муфту нагружали крутящим моментом в пределах 51...107 кНм. При этом прочностной расчет полумуфт и пальцев не проводился, поскольку физико-механические свойства материалов, из которых они изготовлены, на несколько порядков выше, чем у упругих элементов и определение напряжений, возникающих в этих элементах, не являются целью данного исследования.

На первом этапе проектирования были созданы твердотельные модели муфт (рис. 1, а) типоразмерного ряда с толщиной пакета упругих элементов в пределах 14...126 мм.

Затем выполнено наложение сетки с осуществлением креплений и приложением крутящего момента (рис. 1, б). Одна из полумуфт при этом жестко закреплена, второй задана одна степень свободы — возможность вращения вокруг своей оси.

Для моделирования было выбрано нелинейное статическое исследование, так как реальные объекты ведут себя нелинейно при различных величинах нагружения. В параметрах нелинейной геометрии учитывался параметр большой деформации. Так же не бралась во внимание сила трения, возникающая между элементами муфты и использовался глобальный контакт компонентов с совместной сеткой с типом контакта — «связанные».



1 — пакет упругих элементов; 2 — полумуфта; 3 — полумуфта; 4 — пальцы;
а — 3D модель муфты; б — 3D модель муфты с наложенной сеткой и крутящим моментом

Рисунок 1 — Модель исследуемой муфты в SolidWorks

На следующем этапе для каждой муфты определены напряжения, возникающие в пакете упругих элементов в зоне контакта упругих элементов с пальцами муфты (рис. 2).

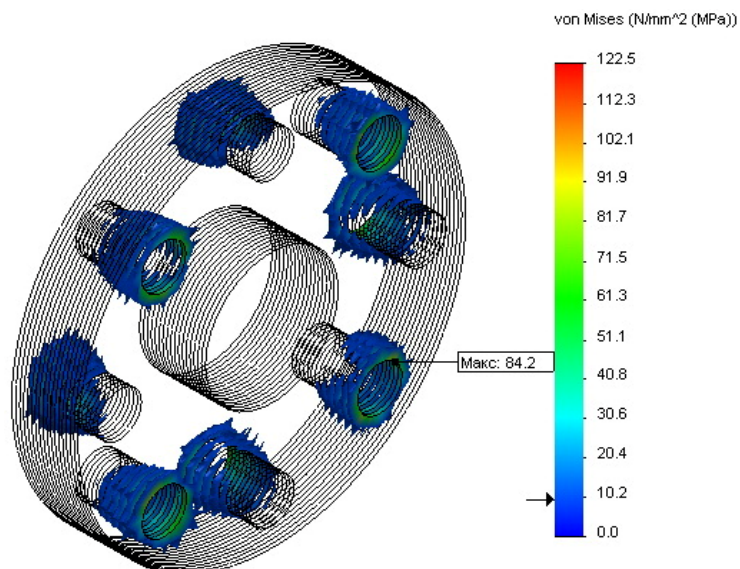


Рисунок 2 — Результат расчета пакета упругих элементов в SolidWorks

На основании результатов моделирования были получены зависимости средних значений напряжений на каждом из упругих элементов, возникающих в зоне контакта с пальцами муфты. Максимальный крутящий момент определялся из условия, при котором средняя величина напряжений не превышала значений, при которых происходит разрушение кордовой ткани с учетом заложенного коэффициента запаса прочности. На основании анализа результатов получен график зависимости максимально допустимого крутящего момента от толщины пакета упругих элементов (рис. 3).

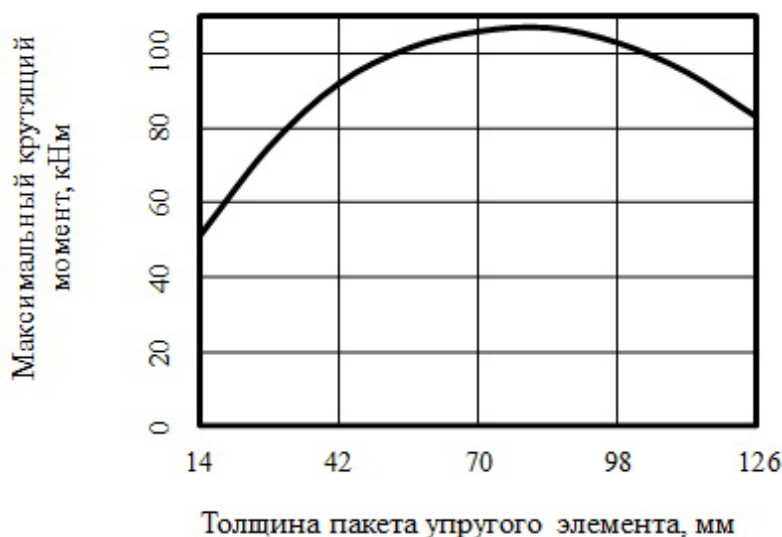


Рисунок 3 — График зависимости максимального крутящего момента от толщины пакета упругих элементов

Из графика (рис. 3) видно, что величина максимально допускаемого крутящего момента возрастает с увеличением толщины пакета упругих элементов до 84 мм, это обусловлено тем, что диски, находящиеся у основания пальцев, испытывают нагрузки на порядок выше, расположенных с противоположной стороны. Это связано с тем, что использование пальцев большей длины вызывает значительные перемещения их консольной части, тем самым существенно повышая деформацию упругих элементов в зоне их контакта и тем самым резко увеличивая напряжения в телах упругих элементов.

На основании полученной зависимости можно сделать вывод, что для передачи максимально возможного крутящего момента без потерь заложенных прочностных характеристик муфты целесообразно использовать пакет упругих элементов толщиной 84 мм.

В дальнейшем представленная методика позволит обосновать весь ряд типоразмеров данных муфт для конкретных типов оборудования при заданных условиях работы.

Список литературы

1. Мележик, Р. С. Анализ эксплуатационных параметров компенсирующих муфт и перспективы их использования в условиях динамических нагрузок в валковых дробилках / Р. С. Мележик, Д. А. Власенко // Инновационные перспективы Донбасса : материалы 6-й международной научно-практической конференции. — Донецк, 2020. — Том 3. — С. 116–119.
2. Кузьмин, А. В. Расчеты деталей машин : справ. пособ. / А. В. Кузьмин, И. М. Черни, Б. С. Козинцов. — Мн. : Выш. шк., 1986. — 400 с.
3. Дударева, Н. Ю. Руководство Solid Works / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. — СПб. : БХВ-Петербург, 2007. — 1328 с.