

Описание проекта
«Разработка прикладной САПР проектирования многодисковой фрикционной муфты»

Разработчик: ст. гр. М-21 Быковский Денис Иванович
Руководитель: старший преподаватель Голубев А. Н.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Постановка задачи

Муфтами называются устройства, с помощью которых соединяют между собой валы для передачи крутящего момента.

Фрикционные муфты относятся к группе муфт, которые применяют для соединения валов во время работы. Для таких муфт является обязательной плавность включения, что обеспечивается постепенным усилением сил трения между рабочими поверхностями ведущей и ведомой полумуфт. Одна полумуфта закреплена на валу на шпонке посадкой с натягом, а вторая подвижна в осевом направлении. Прикладывая к подвижной полумуфте осевую силу Q , замыкают муфту и обеспечивают передачу момента за счет сил трения на стыке торцовых поверхностей полумуфт [1, с. 391].

Для уменьшения габаритов и силы нажатия применяют многодисковые фрикционные муфты (рисунок 1). Желаемый эффект достигается за счет увеличения числа пар поверхностей трения (числа дисков).

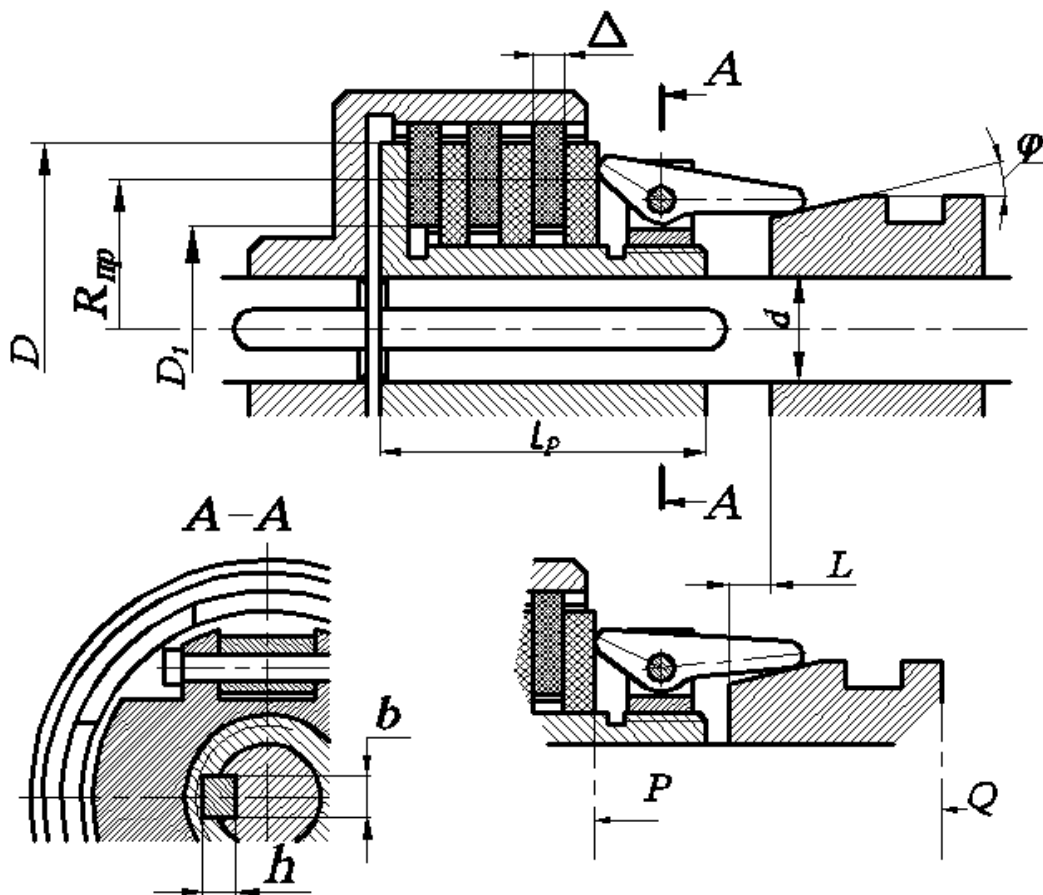


Рисунок 1 - Параметры многодисковой фрикционной муфты

В данной работе была поставлена задача разработки прикладной системы автоматизированного проектирования, позволяющей значительно сокращать время, необходимое на расчет и построение многодисковых фрикционных муфт.

Исходные данные для расчета

В качестве исходных данных выбраны следующие:

- диаметр вала d (таблица 1);
- материал дисков (таблица 2).

Таблица 1 – Набор исходных данных геометрических параметров муфты в зависимости от диаметра вала

$d, \text{ мм}$	$M_p, \text{ Н м}$	$b, \text{ мм}$	$h, \text{ мм}$	$L_{\min}, \text{ мм}$	$L_{\max}, \text{ мм}$	$Q_{\max}, \text{ Н}$
30	120	10	8	15	25	500
40	220	12	8	15	25	700
50	450	14	9	20	30	1500
60	900	18	11	25	35	3000
70	1800	20	12	30	45	6000
80	3200	22	14	30	50	10000

Таблица 2 – Сведения о материале дисков

Материал	$[p], \text{ Н/мм}^2$	f	Δ/d
Сталь	0,6	0,06	0,12
Чугун	0,7	0,08	0,15
Текстолит	0,4	0,12	0,20
Прессованный материал	1,0	0,10	0,25

Параметры муфты выбираются из условия обеспечения минимальных габаритов (объема, занимаемого дисками $V = \Delta n \pi (D^2 - D_1^2) / 4$) при ограничениях на:

- износостойкость рабочих поверхностей (допустимое давление на диски $p < [p]$);
- число поверхностей пар трения (число дисков) $n \leq 16$;
- соотношение диаметров $D_1 < D < 1,5 D_1$;
- прочность шпоночного соединения (из расчета на смятие и срез);
- плавность включения муфты (обеспечивается ограничениями на осевое перемещение конической втулки $L_{\min} < L < L_{\max}$ и силу нажатия $Q < Q_{\max}$).

Остальные параметры выбираются из конструктивных соображений, через соотношения, связывающие определяемые параметры через параметры на входе.

Алгоритм, реализованный при построении муфты

1. Замыкание муфты происходит, когда крутящий момент M_p уравновесится с моментом от сил трения M_T

$$M_T = M_p,$$

где

$$M_T = f n P R_{np};$$

$$P = p F;$$

$$F = \pi (D^2 - D_1^2) / 4;$$

$$R_{np} = 1/3 (D^3 - D_1^3) / (D^2 - D_1^2).$$

В этих формулах R_{np} – приведенный радиус трения. Считаем, что сила трения равномерно распределена по кольцу этого радиуса.

2. Размеры шпоночного соединения выбираются из таблицы 1 в зависимости от диаметра вала d . Проверка прочности соединения на смятие и срез осуществляется по формулам:

$$\sigma_{см} = 4.4 M_p / (z l_p d h) \leq [\sigma]_{см};$$

$$\tau_{ср} = 2 M_p / (z b l_p d) \leq [\tau]_{ср},$$

где z – число шпонок; l_p – рабочая длина шпонки.

Проверка осуществляется для подвижного соединения – поскольку оно считается менее прочным:

$$[\sigma]_{см} = 50 \text{ Н/мм}^2;$$

$$[\tau]_{ср} = 100 \text{ Н/мм}^2.$$

3. Параметры кулачка выбираются из условия обеспечения плавности включения муфты. Принимаем следующие соотношения, позволяющие выбрать размеры кулачка.

Осевое перемещение L зависит от суммарной величины смещения дисков $\delta \Sigma = \delta_n$ (каждый диск перемещается на величину зазора $\delta = 0,05 \Delta$) при приложении к ним силы P и рассчитывается на основе кинематической схемы взаимодействия кулачка с дисками и конической поверхностью подвижной втулки (рисунок 2).

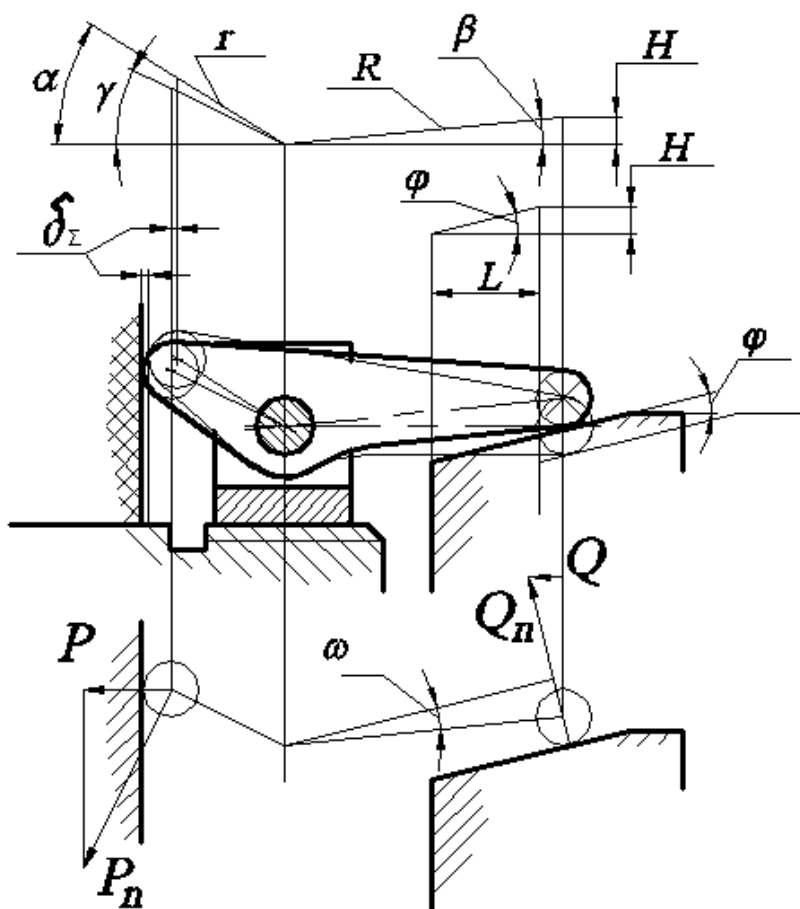


Рисунок 2 – К расчету параметров кулачка

Соотношения для расчета перемещения L приняты такие:

$$L = H / \operatorname{tg} \varphi,$$

где

$$H = R \sin \beta ;$$

$$\beta = \alpha - \gamma ,$$

для определения угла γ

$$\delta_{\Sigma} = r \cos \gamma - r \cos \alpha .$$

Соотношения для расчета силы Q (нажатия на кулачок) получены также на основе кинематической схемы (рисунок 2):

$$Q = Q_n \sin \omega ,$$

где

$$\omega = \varphi - \beta .$$

Сила Q_n рассчитана из условия передачи момента кручения:

$$Q_n R \cos \omega = P r / \cos \gamma .$$

Описание разработанной САПР

САПР представляет собой параметризованную сборку КОМПАС-3D муфты и управляющее приложение "Запуск.exe" для работы с этой сборкой. Приложение разработано на языке *Delphi* с использованием программных модулей API версии 5, входящих в комплект поставки (SDK) системы КОМПАС-3D.

После запуска исполняемого файла вводятся входные данные (диаметр вала и материал дисков).

На рисунке 3 показан вид разработанного приложения после запуска.

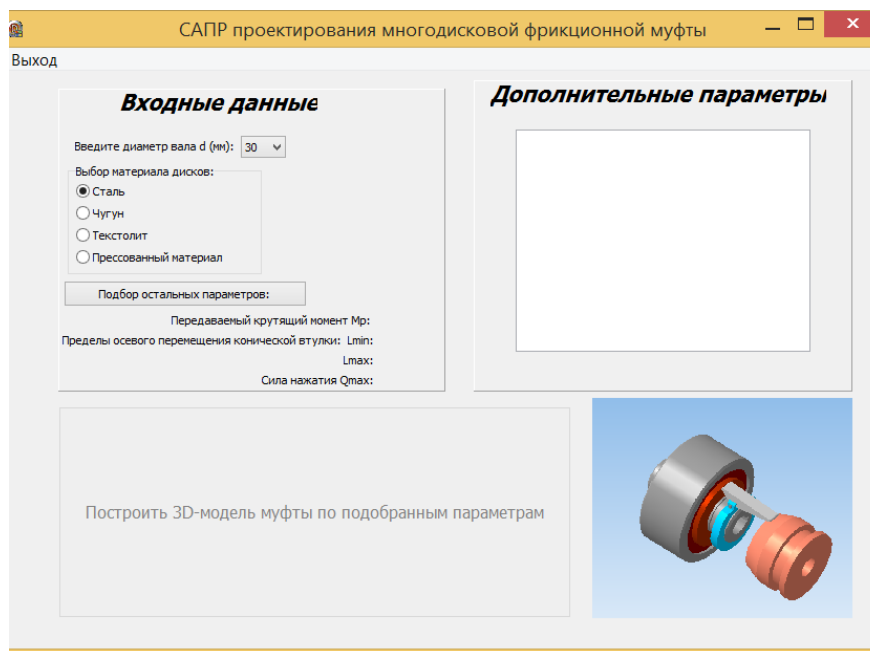


Рисунок 3 - Вид приложения после запуска

На основе входных данных после нажатия кнопки "Подбор остальных параметров" программа рассчитывает дополнительные параметры, необходимые для построения муфты (рисунок 4).

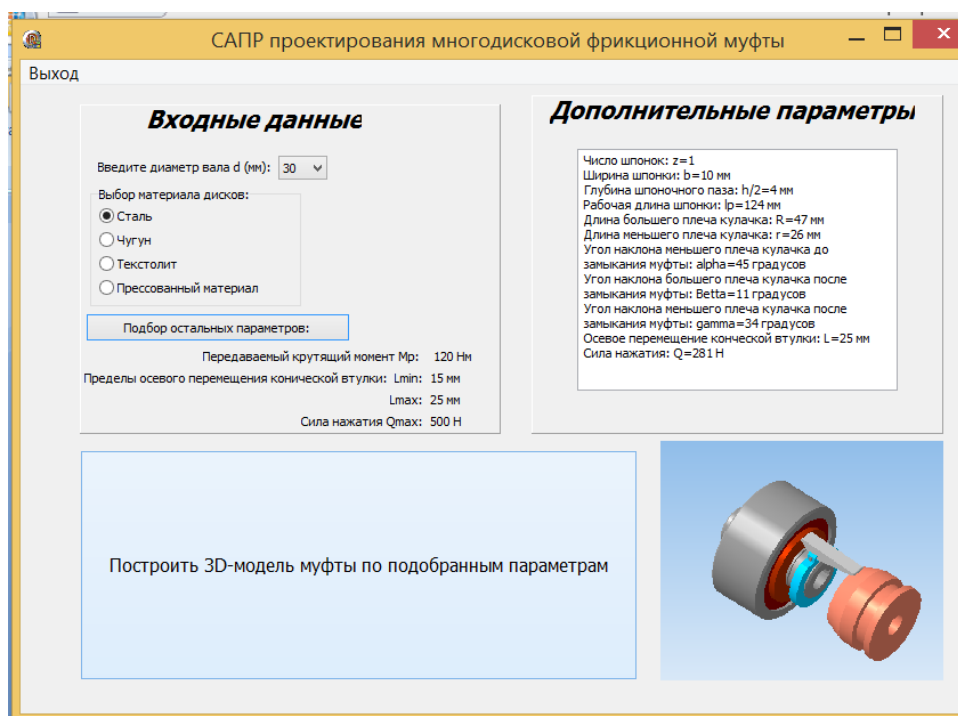


Рисунок 4 - Вид приложения после расчёта дополнительных параметров

При нажатии кнопки "Построить 3D-модель муфты по подобранным параметрам" программа считывает переменные параметризованной сборки и загружает в нее эти рассчитанные параметры, перестраивая 3D-сборку (рисунок 5).

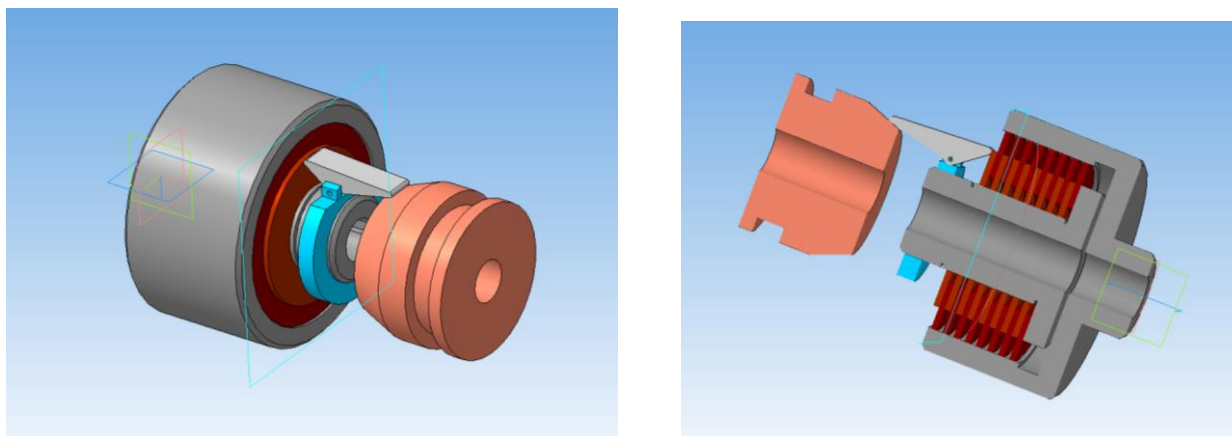


Рисунок 5 - Результат работы САПР (многодисковая фрикционная муфта)

Выводы

В данной работе выполнено построение параметрической сборки многодисковой фрикционной муфты, а также прикладного приложения для расчета параметров муфты. Сборка выполнена в САПР КОМПАС-3D. Прикладное приложение позволяет после выполнения расчетов подключиться к КОМПАС-3D, загрузить в него параметрическую модель сборки муфты и перестроить ее в соответствии с рассчитанными параметрами.

Применение данной прикладной разработки позволяет сократить временные затраты и трудоемкость расчета и построения муфты.

При разработке приложения использованы материалы задания международной студенческой олимпиады разработчиков САПР [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.2. / Под ред. И. Н. Жестковой. – Москва : Машиностроение, 2006. – 960 с.

2 17th INTERNATIONAL STUDENT CORRESPONDENCE CONTEST ON SAPR AND COMPUTER MODELLING IN MACHINE BUILDING / Форум САПР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sapr.km.ua/olympiads/view/saprz17>. Дата доступа: 26.01.2016.