МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

А.Н. Иванов

Автоматизированное проектирование и расчет узлов оптико-электронных приборов в САПР КОМПАС

Учебное пособие



Санкт-Петербург

2012

Иванов А.Н. Автоматизированное проектирование и расчет узлов оптико-электронных приборов в САПР КОМПАС. Учебное пособие – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 56 с.

Учебное пособие написано для более детального ознакомления студентов 4-го курса каф. КИПОП с системой автоматизированного проектирования КОМПАС и ее САЕ-приложений для инженерного расчета в рамках дисциплины «САПР ОЭП». Первая половина учебного пособия может быть полезна для студентов 2-го курса при изучении дисциплины «Специальные разделы информатики».

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 200400 «Оптотехника» по профилю подготовки бакалавров 200400.68 «Проектирование и метрология оптико-электронных приборов специального назначения»

Рекомендовано к печати Ученым советом ФОИСТ от 6 марта 2012 г. протокол N_{2}



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2012

©А.Н. Иванов 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В САПР КОМПАС МЕТОДОМ
ВЫДАВЛИВАНИЯ
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В САПР КОМПАС МЕТОДОМ
ВРАЩЕНИЯ15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ ОКУЛЯРА
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ КРОНШТЕЙНА НА ПРОЧНОСТЬ36
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ
КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА В СРЕДАХ КОМПАС И
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ-МЕХАНИЗМ EXPRESS
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. РАСЧЕТ ДОПУСКОВ РАЗМЕРОВ С ПОМОЩЬЮ
БИБЛИОТЕКИ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ САПР КОМПАС48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Система КОМПАС-3D позволяет автоматизировать проектно-конструкторские работы в различных отраслях деятельности, создавать трехмерные параметрические модели, содержащие как оригинальные, так и стандартизованные элементы, и выпускать техническую документацию – чертежи, схемы и т.д.

Являясь полноценной САПР среднего уровня, она перекрывает 70-80% задач, с которыми может встретиться на практике инженер-конструктор, и хорошо подходит для приборостроительных и машиностроительных производств. Очень полезной особенностью КОМПАС является ее полное соответствие требованиям ЕСКД – правилам оформления конструкторской документации, принятым в России.

Благодаря простому и понятному интерфейсу, КОМПАС хорошо подходит на роль САПР первоначального обучения – после его освоения легче осуществляется переход на более сложные САПР типа SolidWorks или PROEngineer. Практика учебного процесса показывает, что даже если студенты и владеют САПР более высокого уровня, то в 99% случаев выпускная квалификационная работа выполняется в КОМПАС – меньше тратится времени и сил, проще оформить полученный результат в соответствии с правилами.

Первые две лабораторные работы, приведенные в настоящем учебном пособии, служат для восстановления навыков, полученных студентами по дисциплинам «Компьютерная и инженерная графика» и «Специальные разделы информатики» о базовых методах построения 3-D моделей с помощью операции выдавливания и вращения и построении ассоциативного чертежа из 3-D модели.

В лабораторной работе № 3 надо создать сборку оптической системы – что не так просто, в силу особенностей сопряжений между оптическими и механическими элементами схемы. Поэтому для ее выполнения необходимо освоить работу со вспомогательной геометрией КОМПАС – вспомогательными плоскостями, осями, точками, проекционными кривыми.

Последние версии КОМПАС включают библиотеки, позволяющие проводить инженерный анализ полученных моделей – рассчитывать допуски размеров элементов конструкции (библиотека расчета размерных цепей), силы, моменты сил, действующие на вал, напряжения в его различных сечениях, прочностные расчеты механических передач (КОМПАС-Shaft 2D). Особый интерес представляют библиотека «Универсальный механизм Exspress» и «АРМ FEM».

Библиотека «Универсальный механизм Exspress» предназначена для экспресс-анализа динамических, кинематических и статических характеристик сборок, созданных в КОМПАС. Она позволяет рассчитать координаты, скорости и ускорения центров масс деталей, входящих в состав сборки, силы реакций шарниров и т.д. Библиотека «APM FEM» позволяет выполнять прочностные расчеты деталей и сборок – она создает карты напряжений, нагрузок, деформации и распределения температур в изделии, позволяет оценить его собственные частоты колебаний. При этом можно изменять способы закрепления изделия, задавать различные нагрузки, ускорения и температуры для его компонентов.

Так как эти библиотеки могут быть полезны будущим конструкторам, в лабораторных работах №4 - №7 предлагаются задания, позволяющие приобрести навыки работы в этих полезных библиотеках.

В работе №4 предлагается создать модель вала с помощью библиотеки параметрического проектирования КОМПАС-Shaft 2D, которая предназначена для создания и расчета валов, цилиндрических и конических шестерен, червячных колес, червяков и т.д. со всеми необходимыми конструктивными элементами модели – канавками, проточками, пазами, лысками. Библиотека позволяет задать нагрузку на проектируемую деталь – силы, изгибающие и крутящие моменты, и, по построенным эпюрам, оценить насколько правильно выбраны ее конструктивные параметры.

Лабораторная работа №5 позволит освоить азы работы с библиотекой прочностного анализа APM FEM, рассчитав в ней напряжения нагруженного кронштейна. Попутно студенты ознакомятся с некоторыми операциями по работе с поверхностями, которые позволят правильно задать нагрузки и крепления детали.

В лабораторной работе №6 необходимо создать модель сборки кривошипно-шатунного механизма, загрузить его в библиотеку динамического и кинематического анализа «Универсальный механизм Exspress», задать скорость вращения кривошипа, анимировать сборку и получать графики изменения сил, скоростей и ускорений в шарнирах механизма.

В последнем задании нужно рассчитать допуск на замыкающее звено размерной цепи детали одним из указанных методов, и выбрать размер, который лучше взять в качестве замыкающего.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В САПР КОМПАС МЕТОДОМ ВЫДАВЛИВАНИЯ

Цель работы: приобретение навыков 3D моделирования в САПР КОМПАС.

Содержание задания:

- 1. Ознакомиться с вариантом задания;
- 2. По заданному изображению детали построить 3D модель в САПР КОМПАС;
- 3. На основе 3D модели построить ассоциативный чертеж (три стандартных вида);
- 4. Заменить один из наиболее информативных видов разрезом;
- 5. Оформить чертеж (построить осевые и центровые линии, проставить размеры и т.д.).



Варианты заданий начального уровня





Варианты заданий повышенной сложности









Пример построения 3D модели выдавливанием (вариант 16)

1. Перед построением 3D модели необходимо продумать, в какой последовательности будут выполняться операции по ее построению, чтобы избежать лишних затрат времени и сил. Анализ кронштейна (рис. 1) показывает, что проще сначала построить угольник 45×60 и к нему достраивать остальные элементы модели. Запустив КОМПАС, выбираем документ»→«Деталь». «Создать новый Выбрав одну опцию ИЗ координатных плоскостей, нажимаем кнопку «Создать эскиз» и рисуем в ней эскиз угольника 45×60 толщиной 10 мм. Заранее на нем можно сделать выступ высотой 20 мм и шириной 15 мм (рис. 2).



Рис. 1 Исходное изображение детали



Рис. 2 Эскиз заготовки

2. Полученный эскиз выдавливается на расстояние 40 мм с помощью кнопки «Операция выдавливания» (рис. 3). Расстояние задается в панели свойств:

+- 🐨 🗄	悦	🕀 (-) Эскиз:1	🄪 (-) Эскиз:1	🖄 🔹 🚔 🔹 Расстояние <u>1</u> 40.0 💠 🕅 🆓 Угол 1 0.0 💠
		🔊 Параметры 🗗	онкая стенка 🔯 Резуль	тат операции 🎦 Свойства 🛛

Внутренняя грань угольника служит для создания эскиза бобышки радиусом 20 мм, центр которой смещен относительно верхней грани угольника вниз на 7 мм. Удобно спроецировать верхнее ребро угольника в новый эскиз с помощью команды «Спроецировать объект», которая позволяет переносить ребра и вершины 3D объекта в новый эскиз как линии и точки. Если для полученного эскиза применить команду «Операция выдавливания», то получится бобышка, приклеенная к угольнику (рис. 4).



Рис. 3 3-D заготовки



Рис. 4 Построение бобышки на поверхности кронштейна

3. После этого необходимо скруглить края угольника так, чтобы они совпадали с поверхностью бобышки. Для этого надо нарисовать с каждой стороны угольника эскиз, изображенный на рис. 5. Он легко создается с помощью команды «Спроецировать объект». Получив два замкнутых эскиза, нажимаем кнопку



выбираем вместо операции «Вырезать на расстояние» операцию «Через все». Результат применения операции показан на рис. 6.



Рис. 5 Построение эскиза для скругления угла кронштейна



Рис. 6 3-D модель со скругленным углом

4. На заключительной стадии нужно сделать сквозное отверстие в бобышке диаметром 20 мм. Для этого в качестве плоскости эскиза указывают плоскую поверхность бобышки и создают на ней эскиз окружности диаметром 20 мм, привязав его центр к центру бобышки. Отверстие получается после применения команды «Вырезать выдавливанием» (рис. 7).

5. Ассоциативный чертеж 3D модели получают следующим образом. Сначала создают новый документ типа чертеж и выбирают подходящий формат листа и его ориентацию. После этого на панели инструментов «Виды» выбирают пункт «Стандартные виды». Указав исходную 3D модель, задают масштаб чертежа и его положение на листе (рис. 8).





Рис. 7 Результат применения операции «Вырезать выдавливанием»

Рис. 8 Стандартные виды ассоциативного чертежа кронштейна

6. Чтобы показать внутреннее устройство детали и уменьшить число видов, нужно заменить главный вид фронтальным разрезом и удалить вид слева. Перед построением разреза удаляется и фронтальный вид, а на виде сверху указывается плоскость сечения с помощью команды «Линия разреза». Тогда на месте удаленного фронтального вида будет автоматически построен необходимый разрез (рис. 9). Перед построением линии разреза необходимо сделать вид сверху активным – для этого надо щелкнуть по нему два раза мышкой, чтобы он изменил цвет с черного на синий.

7. Последний этап работы – простановка осевых, центровых и размерных линий (рис. 9).



Рис. 9 Отредактированный ассоциативный чертеж кронштейна

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В САПР КОМПАС МЕТОДОМ ВРАЩЕНИЯ

Цель работы: приобретение навыков 3D моделирования в САПР КОМПАС.

Содержание задания:

- 1. Ознакомиться с вариантом задания;
- 2. По заданному изображению детали построить 3D модель в САПР КОМПАС;
- 3. На основе 3D модели построить ассоциативный чертеж;
- 4. Заменить один из наиболее информативных видов разрезом;
- 5. Оформить чертеж (построить осевые и центровые линии, проставить чертежи и т.д.).



Варианты заданий









Пример выполнения работы (вар. 12)

1. При построении 3D модели вращением необходимо сначала построить эскиз, который представляет половину сечения детали и ось симметрии детали, относительно которой будет происходить вращение. Ось симметрии задается штрихпунктирной линией (рис. 1);

2. После создания эскиза нужно нажать кнопку 🖗 «Операция вращения» и убедиться, что в панели свойств задан угол поворота эскиза 360° и выключена опция «Тонкая стенка». Результатом операции будет заготовка, изображенная на рис. 2;

3. Чтобы заменить цилиндрическую поверхность диаметром 56 мм на шестигранную, в качестве плоскости эскиза выбирается торцевая поверхность этого цилиндра и с помощью команды «Спроецировать объект» на ней строится окружность диаметром 56 мм. В нее вписывается шестиугольник, после чего окружность убирается. Для удаления материала вне шестиугольника необходимо построить окружность с диаметром большим, чем 56 мм. Операция «Вырезать выдавливанием» при наличии двух эскизов удалит все, что находится между этими двумя эскизами на заданную глубину (рис. 3);

4. Фаски на поверхности детали можно нанести с помощью кнопки «Фаска», указав в панели свойств ее длину и угол, под которым она нанесена;

5. Для создания четырех отверстий диаметром 11 мм необходимо применять вспомогательную геометрию. Так как эскиз можно создавать только на плоских поверхностях, нужно построить вспомогательную плоскость, касательную к цилиндру. Для этого в панели инструментов «Вспомогательная геометрия» нужно нажать кнопку касательная к грани». Для ее построения надо указать цилиндрическую поверхность и одну из координатных плоскостей, которой будет параллельна вспомогательная плоскость. В ней строится эскиз отверстия, которое вырезается на нужную глубину. Чтобы отверстие сошло на конус, нужно разбить операцию вырезания на две. В ходе первой вырезается на нужную глубину цилиндрическое отверстие, а в ходе второй – коническое отверстие, для чего в панели свойств надо указать уклон стенок отверстия.



Рис.1 Эскиз для построения модели с помощью операции вращения







Рис. 3 Эскиз для создания шестигранника

6. Чтобы не строить для остальных трех отверстий вспомогательные плоскости можно воспользоваться панелью инструментов «Массив»→«Массив по концентрической сетке». На панели свойств сначала выбирается вкладка «Выбор объектов»

-		
	Сп <u>и</u> сок объектов	>>
면 띠	🗊 Выбор объектов	🖏 Параметры 🔂 Удаленные 🕋 Свойства

Выбор объектов Спараметры Удаленные Свойства и в дереве модели указывается поверхность отверстия, сделанного ранее. На вкладке «Параметры» указывается цилиндрическая поверхность, на которую должны быть нанесены отверстия и их количество по кольцевому направлению (4). → Срань.Операция в Шаг по осм 0.0 ÷ № № 2 4 ÷

Ċ.	2	Грань.Операц	ия ві Шаг <u>п</u> о оси		
63	ų,	🔊 Выбор объектов	🖏 Параметры	🔂 Удаленные 🎦 Свойства	3

Результат

применения

операции «Массив» представлен на рис. 4.



Рис. 4 Готовая 3-D модель объекта

7. Ассоциативный чертеж строится аналогично лабораторной работе №1. Пример приведен на рис.5.



Рис. 5 Отредактированный ассоциативный чертеж

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ ОКУЛЯРА

Цель работы: создание трехмерной модели окуляра.

Содержание работы:

- 1. Создать 3-D модели оптических элементов конструкции окуляра (линз и склеек)
- 2. Создать 3-D модели механических элементов конструкции окуляра (корпус, промежуточные кольца, фиксирующее резьбовое кольцо)
- 3. Создать на основе полученных моделей 3-D сборку окуляра.

Варианты конструктивных параметров окуляров



1. Окуляр Гюйгенса

Рис. 1 Окуляр Гюйгенса

№ варианта	Радиусы	Толщины	Световые	Удаление
	кривизны		диаметры	выходного
				зрачка от
				последней
				поверхности
	r1 =23.5	t1 = 4	d = 20	$S'_{p'} = 8.5$
1	r2 =∞	t2 = 44.6	d=20	
1	r3 = 14.8	t3 = 2.5	d = 8	
	$r4 = \infty$		d = 8	
	r1 =23.5	t1 = 4	d = 20	$S'_{p'} = 11$
2	r2 =∞	t2 = 35.8	d=20	*
Z	r3 = 13.3	t3 = 2	d = 8	
	$r4 = \infty$		$d = 8_{p'}$	
	r1 =17.7	t1 = 3.5	d = 15	$S'_{p'} = 6$
2	r2 =∞	t2 = 25.5	d=15	*
5	r3 = 9	t3 = 2	d = 7	
	$r4 = \infty$		d = 6	

	r1 =18.7	t1 = 3	d = 15	$S'_{p'} = 6.5$
Δ	$r_2 = \infty$	t2 = 16.8	d=15	
	r3 = 7.4	t3 = 1.5	d = 7	
	$r4 = \infty$		d = 6	

Диаметр выходного зрачка d_{вых} принимается равным 4 мм.

2. Симметричный окуляр



Рис. 2 Симметричный окуляр

№ варианта	Радиусы	Толщины	Световые	Удаление	Диаметр
	кривизны		диаметры	выходного	выходного
				зрачка от	зрачка
				последней	
				поверхности	
	r1 =54.7	t1 = 1.5	d = 17.5	$S'_{p'} = 5$	d = 7
	r2 =16.8	t2 = 6			
5	r3 = -24.4	t3 = 0.1			
5	r4 = 24.39	t4 = 6			
	r5 = -16.8	t5 = 1.5			
	r6 = -54.7				
	r1 =68.8	t1 = 1.5	d = 22	$S'_{p'} = 5$	d = 9
	r2 =21	t2 = 7.5		-	
6	r3 = -30.6	t3 = 0.1			
0	r4 = 30.6	t4 = 7.5			
	r5 = -21	t5 = 1.5			
	r6 = -68.8				
	r1 =82.4	t1 = 2	d = 26	$S'_{p'} = 5$	d = 10
	r2 =25.2	t2 = 8.5		*	
7	r3 = -36.6	t3 = 0.2			
/	r4 = 36.6	t4 = 8.5			
	r5 = -25.2	t5 = 2			
	r6 = -82.4				

8	r1 = 96.2 r2 = 29.5 r3 = -42.7 r4 = 42.7 r5 = -29.5 r6 = -96.2	t1 = 2.5t2 = 10t3 = 0.2t4 = 10t5 = 2.5	d = 30.5	S' _{p'} = 7	d = 12
9	r1 = 109.9 r2 = 33.8 r3 = -49 r4 = 49 r5 = -33.8 r6 = -109.9	t1 = 2.5t2 = 11.5t3 = 0.2t4 = 11.5t5 = 2.5	d = 34.5	S' _p , = 7	d = 14
10	r1 = 137.3 r2 = 42.1 r3 = -61.1 r4 = 61.1 r5 = -42.1 r6 = -137.3	t1 = 3t2 = 14.5t3 = 0.5t4 = 14.5t5 = 3	d = 43.5	S' _{p'} = 7	d = 17

3. Окуляр Кельнера



Рис.3 Окуляр Кельнера

№ варианта	Радиусы	Толщины	Световые	Удаление	Диаметр
	кривизны		диаметры	выходного	выходного
				зрачка от	зрачка
				последней	
				поверхности	
	r1 =53.2	t1 = 5	d = 19.5	$S'_{p'} = 5$	d = 5
	r2 =-24.9	t2 = 14.5	d = 19.5		
11	r3 = 14.4	t3 = 4.5	d = 11.2		
	r4 = -10.7	t4 = 1	d = 11.2		
	r5 = -76.4				
12	r1 =66.2	t1 = 6	d = 24.5	$S'_{p'} = 5$	d = 7

	r2 = -31.1 r3 = 18.9 r4 = -13.5 r5 = -95.5	t2 = 18 t3 = 5.5 t4 = 1.5	d = 24.5 d = 14 d = 14		
13	r1 = 80r2 = -37.5r3 = 21.7r4 = -16.3r5 = -114.9	t1 = 7.5 t2 = 21.5 t3 = 6 t4 = 1.5	d = 30 d = 30 d = 17 d = 17	S' _{p'} = 5	d = 8
14	r1 = 93.3 r2 = -49.9 r3 = 25.3 r4 = -19.1 r5 = -134.2	t1 = 8 t2 = 29 t3 = 7 t4 = 2	d = 34 d = 34 d = 20 d = 20	S' _{p'} = 7	d = 10

Пример выполнения работы (вар. 14)

1. Перед созданием 3D сборки необходимо начертить 2D эскиз конструкции окуляра в соответствии с конструктивными параметрами, заданными в варианте. Полный диаметр линз нужно взять на 1.5 – 2 мм больше чем световой диаметр для возможности их закрепления. Толщина стенок корпуса окуляра и колец не должна превышать 2÷3 мм. Длина промежуточного кольца снимается с эскиза. Длина фиксирующего кольца выбирается равной 5÷6 мм. Выходной торец корпуса окуляра удаляется от поверхности последней линзы на расстояние S'p'. Пример эскиза приведен на рис. 4.



Рис.4. 2-D эскиз окуляра

2. Построение сборки начинается с построения моделей деталей входящих в сборку. Для создания модели линзы надо выбрать документ типа

«Деталь», указать мышкой плоскость построения эскиза и нажать кнопку «Эскиз» Гак как линза имеет ось симметрии, то ее проще создать с помощью операции вращения. Пример эскиза линзы для построения ее вращением и полученная модель линзы приведены на рис. 5 и рис. 6.



Рис. 5 Эскиз линзы

3. Чтобы иметь возможность в сборке различать разные детали, надо каждой из них задать свой цвет. Для этого в дереве модели (слева от окна, в котором выполняется построение) нужно выбрать пункт «Деталь» и нажать правую кнопку мыши. В появившемся меню выбирается пункт «Свойства модели» и в меню свойств указывается нужный цвет.



линзы

линзы, определяющие ее положение относительно других объектов

4. Модель линзы требует доработки с помощью вспомогательной геометрии для возможности фиксации линз относительно корпусных деталей. В сборках нельзя сопрягать сферические и плоские поверхности, поэтому нужно задать на линзе точки и плоскости, которые необходимы для их ориентации относительно других деталей (рис. 7). Сначала

необходимо построить точки вершин сферических поверхностей. Для этого на панели «Вспомогательная геометрия» нужно нажать кнопку «Ось конической поверхности» и в качестве поверхности указать курсором цилиндрический поясок ЛИНЗЫ. После ЭТОГО выбирается панель инструментов «Пространственные кривые» и кнопка «Точка». В панели свойств выбирается способ построения точки «Пересечение» и курсором выделяются вспомогательная ось и одна из сферических поверхностей. Пересечение оси и сферы даст вершину одной из сферических поверхностей (рис. 8). Для второй поверхности операция повторяется. Если не получается выделить вспомогательную ось курсором на модели, то ее можно выделить в дереве модели.



Рис. 8. Построение вспомогательных вершин поверхностей линзы



Рис. 9. Построение вспомогательных плоскостей, касательных к вершинам линзы

На сферической поверхности нужно построить линию контакта ее с механическим элементом крепления. Для этого можно использовать вспомогательные вертикальные плоскости, проходящие через вершины линзы. Чтобы их построить надо на панели «Вспомогательная геометрия» «Плоскость через вершину выбрать кнопку параллельно другой плоскости» и указать вершину линзы и одну из координатных плоскостей (рис. 9). После на этих плоскостях создаются эскизы, представляющие окружности, диаметр которых равен световому диаметру ЛИНЗ. Окружности проецируются на сферические поверхности с помощью кнопки «Проекционная кривая», которая находится в панели инструментов «Пространственные кривые». Эта операция позволяет перенести контуры созданного на плоскости эскиза на сферическую поверхность. При выполнении операции в панели свойств нужно указать направление проецирование «Тип проекции – по направлению». Если указать курсором вспомогательную ось линзы, то проецирование будет выполнено по нормали к вспомогательной плоскости. Результат приведен на рис. 10.



Рис. 10. Построение линии контакта линзы с промежуточным кольцом

Чтобы полученную проекцию окружности можно было использовать в сборке, надо сделать ее границей раздела двух поверхностей. Для этого на панели инструментов «Поверхности» нужно нажать кнопку «Разбиение поверхности». В панели свойств сначала следует сначала нажать кнопку «Секущий объект» и указать спроецированную кривую, а потом нажать кнопку «Поверхность» и указать сферическую поверхность линзы.

После этой операции спроецированная окружность будет восприниматься программой как ребро детали.

5. На следующем этапе создаются модели корпуса, промежуточных и фиксирующих колец, размеры которых снимаются с эскиза. Так как эти детали имеют ось симметрии, то их проще создавать с помощью операции вращения. На рис. 11 приведен пример выполнения корпуса окуляра.



Рис. 11 Модель корпуса окуляра

6. Для создания сборки нужно открыть документ «Сборка» и в панели инструментов «Редактирование сборки» нажать кнопку «Добавить из

сборки». Из открывшегося списка файлов в документ последовательно добавляются детали «Корпус» и «Линза 1». Чтобы соединить эти две детали нужно перейти на панель инструментов «Сопряжения» и на ней выбрать тип сопряжения «Соосность». Выделив курсором цилиндрические поверхностей линзы, приведем обе детали на одну ось. Выбрав следующий тип сопряжение «Совпадение» укажем курсором сначала спроецированную окружность на поверхности линзы, по которой происходит касание, а потом опорную плоскость корпуса, с которой эта линза соприкасается (рис. 12 и рис. 13). После этого линза будет расположена так, что проекция окружности на сферической поверхности совпадет с краем опорной плоскости.

7. Далее добавляем деталь «Линза 2», которая должна быть приклеена к детали «Линза 1». Для выполнения этой операции сначала задается сопряжение «Соосность» цилиндрического пояска второй линзы с корпусом, а потом сопряжение «Совпадение» для сферических поверхностей линз, имеющих одинаковый радиус.





Рис. 12 Указание плоскости касания корпуса и линзы

Рис. 13 Указание линии касания на линзе

8. Контакт детали «Промежуточное кольцо» с деталью «Линза 2» выполняется аналогично пункту 6. Сначала задается ее соосность с корпусом, а потом выбираем сопряжение «Совпадение» для торцевой поверхности кольца, обращенной к детали «Линза 2», и спроецированной на сферическую поверхность детали окружность.

9. Аналогично добавляются детали «Линза 3» и деталь «Резьбовое кольцо». Если размеры всех деталей выдержаны правильно, получается сборка, подобная изображенной на рис. 14.

10. Чтобы проверить состояние контактов механических и оптических деталей, нужно воспользоваться кнопкой «Сечение поверхностью» на панели инструментов «Редактирование детали». Нажав её, в панели свойств

требуется указать секущую плоскость и направление взгляда. В качестве секущей плоскости удобно использовать одну из координатных плоскостей.



Рис. 14. Разрез 3-D модели окуляра

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМОВ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ САПР КОМПАС «КОМПАС –SHAFT 2D»

Цель работы: построение модели вала и ее прочностной расчет с помощью библиотеки «КОМПАС – Shaft 2D»

Содержание работы:

- 1. Построить с помощью библиотеки КОМПАС-Shaft 2D параметрическую модель вала;
- 2. Задать необходимые крутящие моменты на вал;
- 3. Построить эпюру крутящих моментов;
- 4. По данным эпюры откорректировать диаметр вала.

Библиотека КОМПАС-Shaft 2D предназначена для параметрического проектирования валов, втулок, шестерен, червячных колес и червяков, шкивов ременных передач и т.д. Библиотека включает модуль расчета механических передач КОМПАС-GEARS, которая позволяет проводить геометрические и прочностные расчеты цилиндрических и конических зубчатых колес.

В работе предлагается построить модель вала (рис.1), построить эпюры нагрузки и на основе их анализа подобрать диаметр вала. Варианты крепления вала, точки приложения нагрузки и его конструктивные параметры приведены ниже.



Рис.1 Приложение крутящих моментов к валу

Варианты заданий

№ вар.	М ₀ Н м	М ₁ Н м	М ₂ Нм	М ₃ Н м	а м
1	400	200	150	50	0.05
2	600	350	150	100	0.06
3	700	400	200	100	0.07
4	800	400	300	100	0.08

5	900	500	250	150	0.05
6	750	300	300	150	0.06
7	700	400	200	100	0.07
8	450	200	150	100	0.08
9	500	300	100	100	0.05
10	650	300	150	200	0.06
11	500	200	150	150	0.07
12	750	200	350	200	0.08
13	600	200	300	100	0.05
14	450	150	150	150	0.06

Порядок работы

1. Создать в КОМПАС новый документ типа «Чертеж»;

2. Запустить библиотеку: «Менеджер библиотек» \rightarrow папка «Расчет и построение» \rightarrow «КОМПАС-Shaft 2D» \rightarrow «Построение модели»;

3. Нажать кнопку «Новая модель» и выбрать вид модели (разрез, полуразрез, без разреза), затем указать на листе точку начала построения;

4. В окне библиотеки на панели инструментов для внешнего контура нажать кнопку «Простые ступени» (рис. 2).





Рис. 2 Кнопка «Простые ступени»



Во всплывающем меню выбрать цилиндрическую ступень и указать ее параметры – длину, диаметр, размеры фасок и галтелей. Длина вала определяется из выражения 3.6×*a* (*a* задана в таблице). Диаметр вала выбирается самостоятельно. Созданная ступень отобразится в окне библиотеки (рис. 3);

5. После этого следует установить вал в подшипники. Для этого в дереве модели выделяем созданную цилиндрическую ступень и нажимаем кнопки «Дополнительные элементы ступеней» → «Подшипники» (рис. 4);

		Тодшипники		
		Выбор типа подшипника		
		 Подшипники роликовые Подшипники шариковые 	Изображение	Вариант привязки
😈 Канавки	• <u>ਇਮ</u>	 	(7777)	
⊡ Резьба	•			
🚟 [.] Шлицы	► # ¹	 □ FOCT 832-78 □ FOCT 8338-75 	<u> </u>	
🐻 [.] Шпоночные пазы	•		Подшипники шариков	ые радиальные одноряд
🔀 Подшипники				
🛄 Кольцевые пазы	•			
🖅 Лыска				
Кольцевые отверстия			Расстояние от	Вариант от О Разрез
		Подбор подшипников по диаметру	оазового торца 3000) 💮 Упрош





В открывшемся окне выбора типа подшипника (рис.5) надо указать: тип подшипника (удобно использовать шарикоподшипник по ГОСТ 8338-75), указать вариант привязки подшипника и указать положение подшипника относительно базового торца. Положение подшипников должно совпадать с положение опор вала, изображенных на рис. 1. Для левого подшипника привязка должна выполняться по левому торцу, в окне «Расстояние от базового торца» должно быть указано значение 0. Для правого подшипника требуется выполнять привязку по правому торцу.

6. Для расчета вала на прочность необходимо задать нагрузку на элементы вала в соответствии с вариантом таблицы. Для этого выбирается цилиндрическая ступень в дереве модели и с помощью кнопок «Приложение нагрузки» — «Крутящий момент» задаем крутящие моменты, задав в окне положение базового торца, величину крутящего момента и координату точки приложения крутящего момента.

7. Чтобы выбрать материал, из которого изготовлен вал, надо в меню «Механические свойства материала модели и расчет модели» выбрать пункт «Механические свойства материала модели». Из открывшейся таблицы выбирается материал вала (рекомендуется сталь 18ХГТ);

8. Запуск расчета вала осуществляется из меню «Механические свойства материала и моделирование модели» → «Расчет модели и подшипников» → «Общий расчет вала» (рис. 6). На вкладке «Графики и отчеты» окна «Расчет вала» указываем тип эпюры «График распределения моментов кручения» и нажимаем кнопку «Сформировать отчет» (рис. 7).



После этого будет построена эпюра крутящих моментов вала, по которой определяется диаметр вала. Чтобы точно снять значения эпюры можно воспользоваться кнопкой «Трассировка графика». Координаты курсора мыши отображаются в окне трассировки эпюры (рис. 8).



Рис. 8 Эпюра распределения крутящих моментов и окно трассировки эпюры

9. Определив максимальную величину крутящего момента, можно оценить диаметр вала по формуле $d = 1.1\sqrt[3]{\frac{M_{max}}{0.2[\tau]}}$, где M - величина крутящего момента τ - величина крутящего и в крупента $\tau = 1.1\sqrt[3]{\frac{M_{max}}{0.2[\tau]}}$

момента, τ - допускаемое напряжение на кручение (для стали 18ХГТ $\tau \approx 12$ МПа). Полученный диаметр округляют до ближайшего значения из ряда R40 нормальных линейных размеров: 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36. 38, 40, 42, 45. 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80. 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 125, 130, 140. 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 240, 250, 260. 280;

10. Полученный в ходе расчета диаметр вала подставляется в модель и выполняется проверочный расчет, в результате которого должна быть построена эпюра «Коэффициент запаса прочности». Если во всех точках вала ее значение будет превышать 1.1, значит, диаметр выбран правильно.

11. Проверяется возможность замены сплошного вала полым валом, исходя из условия d/D = 0.8, где d - внутренний диаметр вала, D - внешний диаметр. Чтобы построить отверстие, нужно перейти в окно «Внутренний контур» и выбрать панель инструментов «Простая ступень» \rightarrow «Цилиндрическая ступень». В открывшемся окне задаются длина отверстия и его диаметр. После запускается модуль расчета модели и проверяется коэффициент запаса прочности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ КРОНШТЕЙНА НА ПРОЧНОСТЬ

Цель работы: создать 3-D модель кронштейна, нагрузить полученную модель в соответствии с заданием, получить эпюру напряжений и определить возможность разрушения кронштейна.

Содержание работы:

- 1. Построить модель кронштейна в соответствии с алгоритмом, приведенном в лаб. 1;
- 2. Задать грани и поверхности модели, по которым будет осуществляться ее фиксация;
- 3. Задать грани и поверхности модели, на которые будет действовать нагрузка;
- 4. Сгенерировать сетку для анализа модели методов конечных элементов;
- 5. Запустить расчет на прочность и получить пространственную эпюру распределения напряжений в модели. Сравнить максимальное значение полученного напряжения с допустимым напряжением для данного материала.



Варианты заданий







Пример выполнения задания

1. Построение 3-D модели кронштейна начинается с построения эскиза угольника 63×32 мм с толщиной стенок 7 мм, который выдавливается на глубину 40 мм (рис. 1).



2. Верхняя часть угольника скругляется. Для этого нужно на фронтальной поверхности угольника нарисовать эскиз, изображенный на рис. 2;

3. На фронтальной поверхности угольника выдавливается бобышка высотой 18 мм и диаметром 30 мм, центр которой находится на расстоянии 50 мм от основания угольника. В бобышке вырезается сквозное отверстие диаметром 22 мм (рис. 3)



Рис. 3 Построение бобышки и отверстия в ней



Рис. 4 Разбиение поверхности отверстия на два участка для задания нагрузки

4. Для приложения нагрузки только к нижней части отверстия надо разбить внутреннюю поверхность цилиндра на две поверхности. Для этого сначала необходимо построить вспомогательную ось отверстия с помощью кнопки «Вспомогательная геометрия» → «Ось конической поверхности», и

построить через эту ось вспомогательную плоскость параллельную основанию кронштейна с помощью кнопки «Вспомогательная геометрия» → «Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани». Линии пересечения этой вспомогательной плоскости с внутренней поверхностью цилиндра можно построить с помощью кнопки «Пространственные «Кривая пересечения поверхностей». Для разбиения кривые» \rightarrow поверхности цилиндра на два участка используется кнопка «Поверхности» → «Разбиение поверхности». В панели свойств надо указать разбиваемую отрезки, происходит поверхность ПО которым пересечение И вспомогательной плоскости с цилиндром (рис. 4);

5. Далее задается материал кронштейна. Для этого в дереве модели выбираем «Деталь» и нажимаем правую кнопку мыши – в открывшемся меню выбираем пункт «Свойства модели». В появившейся внизу панели свойств выбираем «Параметры МЦХ» — «Материал» — «Выбрать материал из списка» (рис. 5). Из списка материалов выбираем Сталь 40.

6. Запускается модуль прочностного анализа. Для этого нужно запустить библиотека APM FEM: «Менеджер библиотек» \rightarrow папка «Расчет и построение» \rightarrow «APM FEM: прочностной анализ» (рис. 6). После этих действий активизируется панель инструментов FEM.

АРМ FEM: Прочностной анализ ▲■□☆古のひぐらずなー

7. Закрепление детали осуществляется с помощью кнопки . После ее нажатия надо указать базовую грань кронштейна, по которой происходит его фиксация. После закрепления эта грань будет отмечена зелеными стрелками (рис. 7);



Рис. 5 Выбор материала модели

Рис. 6 Запуск библиотеки APM FEM

8. К нижней части отверстия прикладывается распределенная сила. Для этого нужно нажать одноименную кнопку 📩 и в панели свойств указать

только составляющую силы направленную по оси, перпендикулярной основанию кронштейна (ось z) и равную 200 Н. Если нагрузка задана правильно, на модели появятся красные стрелки, направленные вниз (рис. 8);



«Генерация сетки» и запустить моделирование кнопкой «Расчет» . В окне выбора типа расчета указать «Статический расчет». Для правильного расчета нужно, чтобы на каждую грань детали приходилось не менее 5 элементов сетки.

10. Посмотреть результат можно нажав кнопку «Результаты» → «Карта результатов» и выбрав из появившегося меню тип эпюры «Напряжения» (рис. 9). Из эпюры видно, что в некоторых точках кронштейна напряжения превышают 4200 Мпа. Предел прочности стали марки 40 не превышает 580 МПа.



Рис.9 Эпюра распределений напряжений в кронштейне

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА В СРЕДАХ КОМПАС И УНИВЕРСАЛЬНЫЙ-МЕХАНИЗМ EXPRESS

Цель работы: создание сборки кривошипно-ползунного механизма в среде КОМПАС и исследование ее динамических и кинематических характеристик в среде Универсальный-Механизм Express.

Содержание работы:

- 1. Построить 3-D модели деталей кривошипно-шатунного механизма: основания, кривошипа, шатуна, ползуна;
- 2. Построить сборку кривошипно-шатунного механизма, задав необходимые сопряжения;
- 3. Экспортировать сборку в библиотеку Универсальный-Механизм Express;
- 4. Отредактировать шарниры механизма выбрать необходимые степени свободы;
- 5. Анимировать сборку;
- 6. Построить графики реакций сил в шарнирах, их скоростей и ускорений.



Рис.1. Функциональная схема кривошипно-шатунного механизма

Варианты заданий

Поромотр	ВАРИАНТЫ									
Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ход ползуна S м	0.12	0.14	0.2	0.21	0.13	0.3	0.25	0.23	0.18	0.17
Отношение длины										
кривошипа	1/3	1/3.3	1/3.2	1/3.3	1/3.5	1/3	1/3.6	1/3	1/3.2	1/3
к длине шатуна $\lambda = r/l$										
Угловая скорость	5	7	8	85	6	65	75	9	8	75
кривошипа с ⁻¹	5	/	0	0.5	0	0.5	1.5		0	1.5

Порядок выполнения работы

1. На первом этапе выполнения работы требуется определить длину кривошипа *r* и длину ползуна *l*. Для этого можно воспользоваться

формулой $S = r \left[\sin(\varphi) + \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 (\cos(\varphi) - 1)^2} \right) \right]$, где φ - угол поворота кривошипа, S – перемещение ползуна, $\lambda = r/l$ – отношение длины кривошипа к длине шатуна. Если кривошип разворачивается на 360 градусов, то длина кривошипа равна половине хода ползуна r = S/2. Длина шатуна находится из отношения $l = r/\lambda$. Остальные размеры деталей

механизма задаются произвольно.

2. Далее в КОМПАС создаются четыре 3D детали – направляющая, кривошип, шатун и ползун. Чертежи этих деталей приведены ниже (рис. 1-4).



Рис. 1 Направляющая











Рис. 4 Ползун

3. Из полученных деталей с помощью сопряжений типа «Концентричность» и «Совпадение» формируется сборка, приведенную на рис. 5. Деталь «Направляющая» должна быть зафиксирована. Для этого надо выделить эту деталь в дереве сборки и в меню, вызываемом нажатием на правую кнопку мыши, выбрать пункт «Зафиксировать».



Рис. 5 Сборочная модель кривошипно-шатунного механизма

4. Для импорта сборки в библиотеку нужно запустить «Менеджер библиотек» и выбрать библиотеку «Универсальный механизм». Активация опции библиотеки «Создать динамический объект» запустит программу моделирования и импортирует туда сборочную модель (рис. 6)



Рис. 6 Вид модели в окне библиотеки Универсальный-Механизм Express

5. У полученной модели следует отредактировать шарниры и сопряжения. Их можно просмотреть в дереве объектов справа от модели (рис.7)



Рис. 7 Дерево редактирования модели

В данном случае программа автоматически зафиксировала направляющую и задала контактные пары направляющая-кривошип и кривошип-шатун как

шарниры с одной вращательной степенью свободы, что правильно. Пара ползун-шатун задана с помощью сопряжений «Соосность» и «Совпадение» для их контактных элементов, что тоже приемлемо. Недоопределен только ползун – он должен иметь только одну поступательную степень свободы. В модели заданы все шесть. Для того, чтобы отключить их, нужно перейти на вкладку «Инспектор» справа от окна модели (рис. 8)

Имя і	Деталь3 🖣 🖞 - 🗔 🗸											
Тело1	Тело2											
BaseO	🖌 ДетальЗ 🚽											
TVx	TVy TVz RVx RV											
⊡C	🗹 Степень свободы включена											
-Шар	нирная координата											
3	аданная функция времени											
Знач	ение 0.00000000000 🏌											
F =	F0 - c *(x - x0) - d*v + Q*sin(w*t+a)											
FO	0 C											
с	0 C											
×0	0 C											
d	0 C											
Q	0											
w	0											
а	0 C											



Рис. 8 Окно редактирования шарниров сборки

Рис. 9 Окно вывода результатов – координата скорость и ускорение шарнира «кривошип-шатун»

Требуется оставить только движение по оси у. Для отключения остальных степеней свободы нужно выбрать соответствующие вкладки и убрать галочки в окошке «Степень свободы включена».

6. Далее следует выбрать в дереве редактирования модели шарнир пары направляющая-кривошип и в окне редактирования шарнира поставить галочку в окно «Заданная функция времени» задав скорость вращения кривошипа.

7. Перейти к модулю моделирования и запустить процесс анимации сборки с помощью кнопки «Запустить процесс моделирования». Если все сопряжения и степени свободы заданы правильно, механизм будет работать.

8. Для исследования скоростей, перемещений, ускорений шарниров и реакций в них требуется выбрать нужный шарнир в дереве модели и в окне справа указать параметры, которые необходимо исследовать (рис. 9). Запуск процесса моделирования позволит получить графики зависимости этих параметров от времени.

9. Аналогично можно исследовать динамические и кинематические характеристики деталей модели. Для этого в дереве объекта надо выбрать нужную деталь и на панели справа указать исследуемые характеристики.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. РАСЧЕТ ДОПУСКОВ РАЗМЕРОВ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ САПР КОМПАС

Цель работы – определение номинального размера и допуска на замыкающее звено плоской размерной цепи.

Содержание работы:

- 1. Начертить в КОМПАС эскиз детали, проставить на нем горизонтальные размеры;
- Задать в качестве замыкающего звена горизонтальный размер, который не указан на эскизе, оценить с помощью библиотеки его величину и погрешность, используя вероятностный метод расчета и закон Гаусса для распределения погрешности;
- 3. Проанализировать полученные результаты, определить, правильно ли выбран замыкающий размер.



Варианты лабораторной работы:

No ban	Мо эскиза	Размеры и допуски детали						
512 Dap	JA2 JERNJA	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄			
1	1	5 ^{+0.1}	40-0.1	30-0.1	78-0.1			
2	1	10 ^{+0.1}	60-0.15	20-0.2	100-0.1			
3	1	7 ^{+0.5}	80-0.3	10-0.3	115-0.1			
4	2	20-0.5	15-0.2	45 _{-0.1}	5-0.1			
5	2	10-0.4	15-0.2	50 _{-0.2}	10-0.1			
6	2	28-0.3	14-0.1	60 _{-0.5}	10-0.1			
7	3	5 ^{+0.1}	40-0.1	30-0.1	78-0.1			
8	3	10 ^{+0.1}	60-0.15	20-0.2	100-0.1			
9	3	7 ^{+0.5}	80-0.3	10-0.3	115-0.1			
10	4	20-0.5	15-0.2	45 _{-0.1}	5-0.1			
11	4	10-0.4	15-0.2	50-0.2	10-0.1			
12	4	28-0.3	14-0.1	60-0.5	10-0.1			
13	1	20-0.5	20-0.1	10 _{-0.1}	80-0.1			
14	2	20 ^{+0.6}	20-0.3	50 _{-0.5}	5-0.2			

Пример выполнения работы

В качестве примера рассмотрим определение допуска на замыкающий размер втулки с фланцем, изображенной на рис. 1. Необходимо выяснить, какой из размеров – Б или В лучше задать в качестве замыкающего, если допуск на все размеры соответствует 14 квалитету.



Рис. 1 Эскиз втулки с фланцем

Пример выполнения работы

2. Нажав кнопку «Менеджер библиотек», в окне выбора библиотек следует открыть папку «Прочие» и запустить библиотеку «Расчет размерных цепей» двойным нажатием левой кнопки мыши;

3. В появившемся окне библиотеки нажимаем кнопку «Новый расчет» и добавляем в появившуюся таблицу библиотеки размеры, составляющие размерную цепь. Для этого нужно нажать кнопку " «Добавить звено» и последовательно указать курсором мыши необходимые размеры на чертеже. Для окончания этой операции следует нажать кнопку "STOP" в панели свойств, после чего в окне библиотеки появятся выбранные размеры с допусками (рис. 2).

				M Q			Lange L	
7	Наимено	Ном.Значе	Квалитет	ES(es)	EI(ei)	Допуск	+	
13		3.000		0.620	-0.620	1.240	+	
12		49.071	H14	0.620	0.000	0.620	+	
41		46.071	H14	0.620	0.000	0.620	-	
							a la	

Рис. 2 Окно библиотеки с введенными допусками и размерами

4. Если допуски на размеры были указаны на чертеже, то они автоматически будут отображаться в таблице. В ином случае по умолчанию на все размеры будет проставлен допуск Н14. Если нужно указать другой допуск, то для этого следует выделить курсором строку с размером в таблице и, нажав правую кнопку мыши, выбрать в открывшемся меню пункт «Редактировать звено». В результате откроется окно «Выбор квалитета» (рис. 3), в котором можно выбрать необходимый квалитет в системе вала или отверстия. Если данный размер не относится ни к системе вала, ни к системе отверстия, можно задать требуемые верхнее и нижнее отклонения в соответствующих окнах.

Выбор і	квалитет	a			×		
Предпо	очтительн	ые					
d11 d9 e8 f7 g6	h11 h6 h7 h8 h9	js6 k6 n6 p6 r6	s6			Настройки	x
Основн	ные					Способ расчета	_
a11 b11 c10 c11 c8 d10 ✔ Дополн a13 a9	d8 e7 e9 f6 f9 g4 нительные b9 c12	95 h0 h01 h1 h10 h12 h13 cd10 cd10 cd7 cd2	h14 h15 h16 h17 h18 h2 h3 cd9 d12 d4	h4 h5 j01 js0 js1 js10 js11 d7 e5	js12 js13 js14 js15 js16 js17 js18 ef5 ef6 ef6	С Метод макс./мин. Вероятностный метод Коэфф. риска 0.27 Г Нормальное распределение Ваносить изменения в документ автоматический пересчет замыкающего звена	.]
	1.9		uo	eo	EI7	Симпсона	
Пока С с С с	зать квалі Гистема от Гистема ва	итеты для верстия ла	Номи 43. Квал	інал 000 іитет	Верх.откл. 0.010 Нижн.откл. -0.010	Равная вероятность Разброс 0.0001	
	ОК)тмена	c	правка	ОК Отмена Справка	

Рис. 3 Окно выбора квалитета

Рис. 4 Окно выбора метода расчета звена

5. Замыкающее звено размерной цепи вносится в таблицу аналогичным способом с помощью кнопки 🛱 «Замыкающее звено».

6. Чтобы выбрать метод расчета допуска и закон распределения поля допуска следует нажать кнопку 🔊 «Настройка (рис. 4).

7. Для расчета поля допуска замыкающего звена и его предельных отклонений используется кнопка 📰 «Пересчитать».

8. Для выполнения работы следует сначала задать в качестве замыкающего звена размер Б и оценить его погрешность, если допуск на остальные звенья - h14, метод расчета – вероятностный и распределение погрешности подчиняется закону Гаусса. Далее следует задать в качестве замыкающего звена размер В и оценить его погрешность, если допуск на звено Б – H14, на звено А – h14.

9. На последнем этапе работы следует определить, какой из этих двух размеров следует указать в качестве замыкающего. Для размера Б предельные отклонения Es = +0.146 мм и Ei = -0.636 мм, а для размера В Es = -0.217 мм и Ei = -1.263 мм. Отсюда следует, что в качестве замыкающего звена лучше брать размер Б, так как для размера В поле допуска Es - Ei превышает половину номинального размера. При таком широком допуске ширина фланца втулки может получиться менее 1 мм, что может привести к его разрушению при эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем. М.: ДМК Пресс, 2008. 300 с.;
- 2. Талалай П.Г. КОМПАС 3D V9 на примерах. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 592 с.;
- Ганин Н.Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС 3D V12. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 360 с.;
- Красковский Е.Я., Дружинин Ю.А., Филатова Е.М. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем: Учеб. Пособие для студентов вузов. – М.: Высш. Школа, 1983. – 431 с.;
- 5. Маломед Е.Р. Конструирование оптических приборов космического базирования. СПб.: СПбГУИТМО, 2002 292 с.;
- 6. Мамаев А.Н., Балабина Т.А. Теория механизмов и машин. М.: Издательство «Экзамен», 2008 254 с.;
- 7. Романов А.Б., Устинов Ю.Н. Выбор посадок и требований точности: Справочно-методическое пособие. СПб.: Политехника, 2008 206 с.;
- 8. Боголюбов С.К. Индивидуальные задания по курсу черчение: учебное пособие. М.: ООО ИД Альянс, 2007 367 с.;
- 9. Магомедов А., Алехин А. Интегрированный конечно-динамический анализ в КОМПАС 3D // САМ, САД, САЕ Observer, 2010, №8, с. 1-4;
- 10.Платонов Л. Тестируем APM FEM новое приложение для прочностных расчетов в среде КОМПАС 3D // CAD/CAM/CAE Observer, 2011, №5 с. 56-59;



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Кафедра Компьютеризации и проектирования оптических приборов (первоначальное название «Кафедра военных оптических приборов», позднее - «Специальных оптических приборов») была основана в 1939году. Она была призвана подготавливать инженеров по проектированию военных оптических приборов.

Как известно, к 1914 году потребности армии и флота удовлетворялись зарождающейся отечественной оптической промышленностью (включая филиалы фирм Цейсс и Герц в Риге) только на 30-40%. Остальные оптические приборы экспортировались. Фирма Карл Цейсс поставляла дальномеры, перископы сухопутные и для подводных лодок, бинокли, светосигнальные приборы. Фирма Герц – полевые артиллерийские панорамы, бинокли, большие стереотрубы, дальномеры, перископы для подводных лодок. Фирма Барр и Струд (Англия) поставляла оптические дальномеры, а фирма Росс прямые зрительные трубы для морских прицелов. Фирмы Краус, Парра Мантуа (Франция) поставляли призменные бинокли. Фирма Офичино Галилео (Италия) продавала перископы для подводных лодок.

Возглавил кафедру известный специалист в области военных оптико-механических приборов профессор К.Е. Солодилов На кафедру из Государственного оптического института пришли работать профессора Резунов М.А. и Цуккерман С.Т. Под их руководством на кафедре проводилась также и научно-исследовательская работа. Были разработаны, например, конструкции новых прицелов: пулеметного ПП1, авиационного АСП, ракурсного курсового.

В послевоенный период времени до 1970 года кафедру возглавлял проф. С.Т. Цуккерман, с 1971 по 1984 гг. заведовал кафедрой проф. Сухопаров С.А.

(бывший главный инженер ЦКБ фирмы ЛОМО), в 1985 –90 гг. руководил кафедрой заслуженный деятель науки и техники проф. Зверев В.А.. С 1990 кафедрой заведует их ученик проф. Латыев С.М.

Выпускники кафедры всегда славились как хорошие конструктора, благодаря сильной проектно-конструкторской научно- педагогической школе, созданной Солодиловым К.Е., Цуккерманом С.Т., Резуновым М.А., Кулагиным В.В., Сухопаровым С.А.. Сотрудниками школы написано около двадцати учебных пособий монографий, И справочников проектированию ПО оптических приборов, ставших настольными студентов книгами И инженерно-технических работников оптической промышленности.

Основные научные направления работы кафедры связаны с разработкой теоретических основ конструирования оптических приборов, их точностного расчета и юстировки, автоматизацией функционирования приборов и их проектирования, а также с созданием автоматизированных измерительных фотоэлектрических приборов.

На кафедре были разработаны подобные приборы различного назначения:

- Механокардиограф для медицинских учреждений;
- Прибор для измерения скоростей и давления жидкостей;
- Прибор управления по лучу строительными машинами;
- Кинематомер для контроля точности зубчатых колес и редукторов;
- Стенд для контроля прецизионных муфт;
- Телевизионный дальномер;
- Стенд для контроля надежности биноклей;
- Фотоэлектрический автоколлиматор;
- Цифровой индикатор перемещений.

По результатам научных исследований аспирантами и сотрудниками кафедры были защищены десятки кандидатских и докторских диссертаций.

В настоящее время кафедра готовит бакалавров и магистров по направлению 200400 «Оптотехника», профили подготовки 200400.62 «Проектирование и метрология оптико-электронных приборов» и 200400.68.14 «Проектирование и метрология оптико-электронных приборов специального назначения» И инженеров по направлению 200401 «Электронные И оптико-электронные приборы и системы специального назначения», профиль 200401.65.03 «Оптико-электронные подготовки приборы системы И специального назначения».

Студенты, обучающиеся на кафедре, имеют усиленную подготовку по использованию средств автоматизированного конструирования, контролю, юстировке и испытанию приборов, вопросам обеспечения точности их функционирования.

На кафедре имеются следующие учебные лаборатории: Компьютерный класс; Конструкторский класс; Приборов технического зрения; Военных приборов; Оптических приборов; Контроля и юстировки приборов, метрологии и сертификации оптико-электронных приборов. Ряд учебных занятий по

военным и космическим приборам проводится в лабораториях базовых кафедр при ГОИ и ЛОМО.

По учебной и научной работе кафедра имеет многолетнее сотрудничество с Техническим университетом Ильменау (Германия), благодаря которому наиболее успевающие студенты, аспиранты и сотрудники кафедры стажируются в лабораториях этого университета.

В настоящее время штатное расписание кафедры состоит из 12-ти ставок профессорско-преподавательского состава (три профессора и девять доцентов) и трех инженеров. На кафедре обучается восемь аспирантов

Иванов Александр Николаевич

Автоматизированное проектирование и расчет узлов оптико-электронных приборов в САПР КОМПАС. Учебное пособие

В авторской редакции А.Н. Иванов Редакционно-издательский отдел НИУ ИТМО Зав. РИО Н.Ф. Гусарова Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99 Подписано к печати Заказ № Тираж 50 экз Отпечатано на ризографе