Казанский государственный энергетический университет Кафедра инженерной графики



РУКАВИШНИКОВ В.А.

ИНЖЕНЕРНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

соединение шпилькой

Методические указания к лабораторной работе «Электронные геометрические модели и чертежи соединений деталей»



Казань 2024

Целью лабораторной работы является формирование готовности и способности студентов создавать современные конструкторские документы (электронные модели (ЭМИ) и чертежи), содержащие резьбовые соединения с использование «Библиотеки Стандартных изделий».

Основными задачами лабораторной работы является освоение:

– технологии создания электронных моделей *соединений шпилькой* с использованием «*Библиотеки Стандартных изделий*»;

– технологии создания электронных чертежей, содержащих *соединения шпилькой*, по цифровым 3D моделям;

– технологии создания цифровой спецификации сборочных единиц, содержащих *соединения шпилькой*, на основе цифровой 3D модели.

ведение

Соединение шпилькой состоит из шпильки, гайки и шайбы (рис. 1).



Рис. 1. Соединение деталей шпилькой

Последовательность создания соединения шпилькой:

1. В корпусной детали соединения (рис. 2, *a*) просверливают глухое отверстие глубиной *l*_{om6}., а затем нарезают резьбу длиной *l*_{pe3}. (рис. 2, *б*).

2. Шпильку резьбовым посадочным концом l_1 завинчивают в глухое отверстие (рис. 2, e).

3. В подсоединяемой пластине просверливают отверстие диаметром 1,05...1,1*d* и надевают её на шпильку (рис. 2, *г*).

4. На шпильку надевают шайбу и навинчивают гайку (рис. 2, *д*, *е*).



Рис. 2. Последовательность создания соединения шпилькой

При выполнении чертежей шпилечного соединения следует учитывать следующие особенности:

1. Сплошная основная линия, указывающая границу резьбы на посадочном конце шпильки, не должна совпадать с линией разъёма двух соединяемых деталей.

2. Конец глухого отверстия оканчивается конусом в 120°, который образуется в процессе изготовления глухого резьбового отверстия.

3. На чертежах общих видов и сборочных *допускаются упрощения* при изображении соединения шпилькой: не показывают фаски, зазор между стержнем шпильки и отверстием подсоединяемой детали, а в части незаполненного глухого отверстии резьбу изображают по всей длине.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СОЕДИНЕНИЯ ШПИЛЬКОЙ

В соответствии с заданием необходимо создать:

- 1. Электронную трёхмерную модель соединения шпилькой, используя *«Библиотеку Стандартных изделий»*.
- 2. Электронный сборочный чертёж соединения шпилькой по электронной трёхмерной модели.
- 3. Электронную спецификацию.

Исходные данные соединения в соответствии с вариантом находятся в таблице (рис. 3).

М варнанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номинальный днаметр ппинлын, мм	M12	MIO	M16	M18	M36	M20	M24	M30	M30	M36	MIO	M12	M10	M16	M18
Матернал деталн	Титан.	Ковкий	Серый чугун	Сталь	Бровза	Серый	Серый чутун	Ковкий чутун	Алюм.	Бронза	Серый чугун	Сталь	Брож- за	Kob-	Се- рыё тутув
Толинна скрепляемой детали, мм	25	25	30	30	40	30	30	30	35	50	20	25	30	30	30
№ варнанта	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номинальный лиаметр пппильке, мм	M24	M30	M36	M12	M20	M12	M16	M30	M12	M10	M20	M16	M20	M12	M36
Матернал детали	Ковкий чугун	Сталь	Бровза	Стать	Серый чутун	Алюм.	Серый чутуж	Бровза	Алюм.	Алюм.	Латунь	Стать	Ла- тувь	Алюм.	Сталь
Толщина скрепляемой детали, мм	30	35	40	25	30	25	30	40	25	25	30	28	30	25	40

Задание по теме «Соединение шпилькой»

Рис. 3. Задание по теме «Соединение шпилькой»

Даны три параметра соединения шпилькой:

1. Обозначение резьбы, например М16.

- 2. Толщина прикрепляемой пластины, например **B=25 мм.**
- 3. Материал, из которого изготовлена пластина с глухим отверстием, например *Сталь*. По материалу пластины определяется ГОСТ шпильки из таблицы (рис. 4), например, *Стали* соответствует ГОСТ 22032-76.

Линие врини	ГО	СТ	
длина ввинчи- ваемого резьбового конца	Шпилька класса точности В	Шпилька класса точности А	Область применения
$l_1 = d$	22032–76	22033–76	для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и ла- тунных деталях и деталях из титановых сплавов
$l_1 = 1,25d$	22034-76	22035-76	для резьбовых отверстий в
$l_1 = 1,6d$	22036–76	22037-76	деталях из ковкого и серого чугуна
$l_1 = 2d$	22038-76	22039-76	для резьбовых отверстий в
$l_1 = 2,5d$	22040-76	22041-76	деталях из легких сплавов

Зависимость длины посадочного конца шпильки от материала изделия, в которое она ввертывается

Рис. 4. Таблица для выбора ГОСТа и длины ввинчиваемого конца шпильки

1. Определение основных геометрических параметров деталей, входящих в соединение шпилькой

Исходные данные, определяемые по данному варианту: резьба M16 (d=16), толщина подсоединяемой пластины B = 25 мм, материал гнезда под шпильку – сталь.

Для создания глухого отверстия с резьбой (гнездо под шпильку) предварительно определите несколько геометрических параметров шпильки:

Предварительно рассчитайте расчётную длину шпильки по формуле:

$$l_{\rm p} = B + 1,3d = 25 + 1,3 \cdot 16 = 46,8$$
 MM

Из нормального ряда номинальных длин шпилек, устанавливаем, что расчётная длина шпильки равна 50 мм.

Из таблицы (рис. 4) определяем, что для материала «сталь» применяется шпилька ГОСТ 22032–76.

Длина резьбы посадочного конца шпильки для **ГОСТ 22032–76** равна диаметру резьбы *d*, таким образом, в нашем случае $l_1 = 16$ мм.

2. Создание электронных моделей скрепляемых пластин

2.1. Создание электронной модели гнезда под шпильку

Для построения гнезда под шпильку определите длину резьбы и глубину глухого отверстия, отталкиваясь от длины ввинчиваемого резьбового конца шпильки ($l_1 = 16$ мм).

Примем длину резьбы и глубину отверстия в глухом отверстии равными (рис.5):

 $l_{\text{pe3}} = 1,25 \ l_1 = 20 \text{ mm}$ $l_{\text{otb.}} = 1,5 \ l_1 = 24 \text{ mm}$



Рис. 5. Чертёж гнезда

Построение электронной модели пластины с гнездом под шпильку.

Создайте пластину с размерами 50х50х35 мм.

Построение осуществите с помощью команды «Элемент выдавливания»

Р²выдавливания</sup> из инструментальной панели «Элементы тела» (рис. 6). Шаги построения изложены ранее в учебном пособии по созданию конструкторской документации болтового соединения.



Рис. 6. Пластина под «гнездо для шпильки»

Создание глухого отверстия с резьбой (гнездо под шпильку) в пластине с помощью команды «Простое отверстие»

В диалоговом окне «*Параметры*» введите параметры отверстия и резьбы, как на рис. 7.



Рис. 7. Диалоговое окно «Параметры» команды «Отверстие простое»

Укажите верхнюю грань для размещения отверстия (1) (рис. 8).

Для задания положения отверстия укажите точкой в центре верхней грани призмы.



Рис. 8. Выбор грани для размещения отверстия

Нажмите кнопку *Готово* « У».

Модель гнезда примет вид, как показано на рис. 9.



Рис. 9. Модель глухого отверстия с резьбой

Сохраните модель с именем «Гнездо_КИГ.42.30.01»

2.2 Создание электронной модели прикрепляемой пластины

Построение модели прикрепляемой пластины постройте по технологии «*сверху - вниз*».



Откройте модельное пространство «Сборка» сборка и, используя команду «Добавить компоненттиз..., вставьте в среду «Сборка» модель детали «Гнездо» (рис. 10).



Рис. 10. Гнездо

Введите параметры сборочного чертежа и завершите выполнение команды (рис. 11). Затем сохраните файл, нажав на кнопку «*Сохранить как*» С с именем Соединение шпилькой _ КИГ.42.30.00 СБ.а3d

Параметры		▲ Список свойств					
Свойства		0 E	📲 🖻 🗞 🗵				
		✓ ×	Свойство	Значение	Едині		
Обозначение 🔻	КИГ.42.30.00 СБ		Macca	0	кг		
Наименование 🔻	Соединение шпилькой		Позиция		2 - 3		
			Раздел специф		-		
^	Материал		Форматы лист	A3	-		
Материал:	Сталь 10 ГОСТ 10 Х	8	Примечание		-		
		81 8 8		1w			

Рис. 11. Ввод параметров сборочного чертежа в разделе «Свойства»

Выберите в панели «Компоненты» команду Создать деталь . В браузере введите «Обозначение» и «Наименование», а также вариант построения «Создать локальную деталь» (рис. 11).



Рис. 11. Заполнение параметров в браузере

В правом верхнем углу рабочего поля появиться значок «*Редактировать*

компонент на месте» 📕

Создайте эскиз для построения модели пластины. В качестве рабочей плоскости построения эскиза выберите верхнюю грань пластины с глухим отверстием. Для построения эскиза нажмите кнопку команды «Спроецировать объект» в панели «Геометрия» и укажите отрезки пластины с глухим отверстием, а затем постройте окружность для построения отверстия

диаметром 18 мм (рис. 12).



Рис. 12. Эскиз для создания верхней пластины

Нажмите кнопку «Принять эскиз» . Модель примет вид (рис. 13).



Рис. 13. Завершение построения эскиза

📕 Управление

Перейдите в режим «*Твердотельное моделирование*» выберите команду «*Выдавить элемент*» элемент эскиз. Задайте толщину пластины равной 25 мм (рис. 14).



Рис. 14. Построение верхней пластины.

Нажмите кнопку «*Готово*» , а затем для выхода из режима редактирования компонента на месте нажмите кнопку «*Редактировать компонент на месте*» (рис. 15). Компонента «*Пластина*» изменит цвет с коричневого на

серый, модель примет вид как 16.



Рис. 15. Выход из режима «Редактирования компонент на месте»



Рис. 16. Завершение построения модели пластины верхней в сборке

3. Создание электронной модели соединения шпилькой

В начале выключите видимость компоненты прикрепляемой пластины верхней, нажав на кнопку «видимость» (рис. 17).

Дерево:	структура 🗘	[™] ⊑ピ ℚ・企 ♪ - ┖
۹ ۲	Поиск (Ctrl+/)	N
	 • П (+)КИГ.42.30.00 СБ Соединение шпил 	
0	 Системы координат 	
⊙E	🔹 🗄 🎞 Компоненты	
⊙ ∈	► ● ★КИГ.42.30.01 Гнездо	
& €	 П (+)КИГ.42.30.02 Пластина 	
e	 Сопряжения 	
E	 Контекстные связи 	

Рис. 17. Отключение видимости верхней пластины

3.1. Вставка в сборку шпильку

Для вставки шпильки в «гнездо» щёлкните на кнопке «Вставить элемент» , а затем в окне «Стандартные элементы» (рис. 18) последовательно сделайте следующие шаги: «Стандартные изделия» -> «Крепёжные изделия» -> «Шпильки» -> «Шпильки с ввинчиваемым концом». В завершении выберите Шпильку ГОСТ 22032-76 (исп 1) и задайте параметры шпильки как показано на рисунке (рис.19).



Рис.18. Окно «Стандартные элементы»

Стартовая страница S Шп	илька ГОСТ 22032-76 (исп 1) 🗙 🕂	9. A	10. 1				
Стандартные изделия	Стандартные изделия > Крепежнь ШПИЛЬКА ГОСТ 2203	іе изделия > Ші 2-76 (исп	ильки > Шпильк 1)	и с ввинчиваемым концом	:		
 Детали и арматура трубопров Детали и уялы сосудов и аппа Детали и уялы сосудов и аппа Детали превмо- и гидросистем Каталоги поставщиков Крепежные изделия Болты Болты Бонки Винты Гайки Гвозди Гужоны Заклепки Шайбы Шпильки Шпильки для деталей с г Шпильки с ввинчиваем 	Содержимое Все размеры Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки Шпильки	Документы ка ГОСТ 220 с ввинчиваемы ности В Сбросить всё 16 2 2 50	Свойства)32-76 (исп 1) ым концом длинс) ій 1d.			
 Шпилька ГОСТ 22032 Шпилька ГОСТ 22032 Шпилька ГОСТ 22033 Шпилька ГОСТ 22033 Шпилька ГОСТ 22034 Шпилька ГОСТ 22034 	Шпилька M16-6gx50 ГОСТ 22032-76 По нажатию «Выбрать» объект будет автоматически добавлен в справочник По нажатию «Выбрать» объект будет автоматически добавлен в справочник Стиники Выбрать Фтобы активировать						

Рис. 19. Выбор Шпильки ГОСТ 22032-76 (исп 1) и задание параметров

Нажмите кнопку «*Выбрать*» и вставьте шпильку в гнездо с резьбой, последовательно нажав кнопку «*Совпадение*» и указав верхнюю грань «гнезда», а затем кнопку «*Соосность*» и указав на отверстие (рис.20).

Примечание: Если кнопка «Выбрать» не становиться активной, то это означает, что шпильки с такой длиной нет в библиотеке «Стандартные изделия». Необходимо уменьшить длину или увеличить диаметр шпильки.



Рис. 20. Размещение шпильки в гнезде корпусной пластины



Рис. 21. Завершение вставки шпильки

Включите видимость верхней пластины, нажав на кнопку 💌. Кнопка примет вид как на рисунке (рис. 22).



Рис. 22. Включение видимости верхней пластины.

3.2. Вставка в сборку шайбы

В завершении задайте параметры шайбы как показано на рисунке (рис.23).

Стандартные изделия Поиск:	Стандартные изд 🚞 Шайба к	Стандартные изделия > Крепежные изделия > Шайбы 🚞 Шайба класса С ГОСТ 11371-78 (исп 1)							
🛅 Шайба ГОСТ Р ИСО 1067	Содержимое	Все размеры	Документы	Свойства					
 Шайба ГОСТР ИСО 1007 Шайба ГОСТ Р ИСО 1067 Шайба ГОСТ ISO 7092-20 Шайба ГОСТ ISO 7093-1 Шайба ГОСТ ISO 7093-2 Шайба класса А ГОСТ 10 	Q	Шайб Шайбы	ба класса С ГС и класса точности	DCT 11371-7	8 (исп 1)				
 Шайба класса А ГОСТ 11 Шайба класса А ГОСТ 11 Шайба класса А ГОСТ 69 Шайба класса А ГОСТ 96 Шайба класса С ГОСТ 10 	Фильтры Конструкция и р Диаметр крепежи	размеры ной детали	<u>Сбросить всё</u> 16	•					
 Шайба класса С ГОСТ 28 Шайба класса С ГОСТ 69 Шайба класса С ГОСТ 11 Шайба косая ГОСТ 10906 	Материалы Наименование Класс материала		<u>Сбросить</u> Без указания м -	атері 🕶					
 Шайбы стопорные Шайбы стопорные Шпильки Шплинты Штифты Шихаулы 	Шайба С.1 По нажатию «Вь	6 ГОСТ 1 [.] Iбрать» объек	1371-78 т будет автома	тически добавл	ен в справочник	Ŷ			
Крепежные изделия ОСТ 1					Выбрать	Отменить			

Рис. 23. Задание параметров шайбы

Нажмите кнопку «*Выбрать*» и вставьте шайбу в модель сборочной единицы, последовательно нажав кнопку «*Совпадение*» и указав верхнюю грань прикрепляемой пластины, а затем кнопку «*Соосность*» и указав отверстие или цилиндрическую часть болта (рис.24).

✓ ×	
Совпадение	
2	
Пластина.Элемент выдав	
Соосность	
8	
Шпилька М16-6gx50 ГОС	
🗸 Создавать объект спе	
Стандартные изделия 🔻	

Рис.24. Размещение шайбы в модели сборочной единицы

Нажните последовательно кнопки **Х**. Модель сборочной единицы примет вид как на рисунке 25.



Рис. 25. Размещение шайбы

3.3. Вставка в модели сборочной единицы гайки

Щёлкните на кнопке «Вставить элемент» , а затем в окне «Стандартные изделия» последовательно пройдите следующие шаги: «Стандартные изделия» -> «Крепёжные изделия» -> «Гайки» -> «Гайки шестигранные» -> «Гайка М16 ГОСТ 5915–70 Исп 1» (рис. 26) и разместите её в модели сборочной единицы.

Проследите, чтобы диаметр и шаг резьбы гайки совпали с диаметром и шагом резьбы шпильки.

🚺 🕅 Ci	гартовая страница 🛛 🕱 Ган	йка ГОСТ 5915-70 (исп 1) 🗙 🕂				= = =
Станда Станда	ртные изделия 🗸	Стандартные из Стандартные из	делия > Крепеж DCT 5915-7	ные изделия > Гаі 0 (исп 1)	йки > Гайки L	uестигр <mark>анные</mark>	:
۱.	🛅 Гайка ГОСТ 15522-70 (Содержимое	Все размеры	Документы	Свойства		
•	Гайка ГОСТ 15523-70 (Гайка ГОСТ 15523-70 (Гайка	a FOCT 5915-7	70 (исп 1)		
•	Гайка ГОСТ 15524-70 (Гайки і	шестигранные кл	асса точност	иВ	
	Гайка ГОСТ 15525-70 (Гайка ГОСТ 15525-70 (Гайка ГОСТ 15525-70 (
•	Гайка ГОСТ 15526-70 (
۱.	Гайка ГОСТ 15526-70 (Фильтры		Сбросить всё			
	Гайка ГОСТ 15526-70 (Гайка ГОСТ 22354-77	Конструкция и	размеры	16			
•	🛅 Гайка ГОСТ 2524-70	диаметр резвов		10	•		
•	🛅 Гайка ГОСТ 2526-70	Шаг резьбы		2	•		
	🛅 Гайка ГОСТ 32484.3-20	Размер под клю	ч	24	•		
	🛅 Гайка ГОСТ 32484.4-20						
•	🛅 Гайка ГОСТ 5915-70 (и	Конструкция и	размеры	Сбросить			
	🛅 Гайка ГОСТ 5915-70 (и	+Материалы	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •				
	🛅 Гайка ГОСТ 5915-70 (и						
•	🛅 Гайка ГОСТ 5916-70 (и	Гайка М1	6-6H FOCT	5915-70			~
•	🛅 Гайка ГОСТ 5916-70 (и		o onnoch	5515 10			<u>l</u> √j
×	🛅 Гайка ГОСТ 5927-70	По нажатию «Е	ыврать» объекі	т будет автомаї	тически доба	влен в справочник	
•	🛅 Гайка ГОСТ 5929-70						
•	🔁 Гайка ГОСТ 5931-70					Выбрать	Отменить

Рис. 26. Задание параметров гайки

Нажмите кнопку *Готово* « , a затем *Завершить* (рис. 27).



Рис. 27. Завершение размещения гайки

4. Создание спецификации

Для создания спецификации в панели «*Чертёж, спецификации*» выберите команду «*Создать спецификацию*» ^{Создать} спецификацию»

Для создания раздела «Документация» щёлкните кнопку • и в появившемся окне «Список разделов и подразделов» выберите раздел «Документация» и нажать кнопку «Создать» (рис. 28).

Простая спецификация ГОСТ Р 2.106-2019.	
Документация	
Комплексы	
Сборочные единицы	
— 🛅 Детали	
Стандартные изделия	
Прочие изделия	
Материалы	
В Комплекты	
Устанавливают (nno #XXX.XXXXXX.XXX	
в	
ипобъекта	
Базовый объект спецификации	
Вспомогательный объект спецификации	
Синхронизировать наименование с материал	OM
Использовать шаблон для текстовой части	Выбрать

Рис. 28. Выбор и добавление раздела «Документация» в спецификацию

Введите обозначение сборочного чертежа как показано на рисунке 29.

	And a second		a representation		1 1000011					S (2)	2 (VA	
POPMON	Зона	Ilo3.	Обозначен		Наименование						Приме чание	
							<u>[</u>	окументац.	ЦЯ	,		
A 3	00	бозна	чение					1		1		×
	Базовое обозначение		- Номер		исп.		Доп. номер		Код			
	KI	11.4	2.30.00	2 	5	100 C				[Б]		
_					0	к		Отмена		Спра	вка	
	-						-		-			

Рис. 29. Ввод обозначения сборочного чертежа в разделе документация

Уберите резервные строки спецификации. Для этого, последовательно выбирая разделы спецификации, количество резервных строк сделайте равными нулю (рис. 30).



Рис. 30. Установка количества резервных строк во всех разделах равными нулю

Нажмите кнопку Отображать оформление, спецификация примет вид как на рисунке 31.

	theman	3040	103.	Обозначени	е Наименавание	Kan	Приме- чание
HEAVING L	E		- 3		<u>Дакцментация</u>		
1000	AB			КИГ.4.2.30.00 СБ	Сбарочный чертеж		
ŀ	ł				<u>Demanu</u>		
	64		1	КИГ.4.2. <mark>3</mark> 0.01	Гнезда	1	
	64		2	КИГ.42 3 0.02	Пластина	1	
1007	Þ				<u>Стандартные изделия</u>		
	F		3		Гайка М16-6Н ГОСТ 5915-70	1	
	E		4		Шаџаа 1.16 ГОСТ 113/1-/8 Шпиљка М16-6qx50 ГОСТ 22032-76	1	
1800 N 53MD							
10 M 2000							
	F						
M0 1990	F						
1000 11 10001					КИГ 1, 2 30 00		Ακτν
YOOY A US	Иа Ра Пр Нл	н Ли 300д об	an M P D	ИГ доним. Падп. Дото (банов (раблиникав	Соединение	/wcm	71.e.mob 0.a.3.4e 0.1-1-2

Рис. 31. Спецификация

Сохраните спецификацию.

4. Создание сборочного чертежа соединения шпилькой

Загрузите среду «Чертёж», нажав кнопку Создать чертеж Порядок оформления чертежа:

1. Разместите на поле чертежа два проекционных вида (главный вид и вид сверху), а также изометрический вид. Выполните разрез на главном виде.

2. Нанесите необходимые осевые и центровые линии.

3. Нанесите необходимые размеры.

4. Заполните основную надпись.

5. Нанесите номера позиций.

Главный вид примет вид как на рисунке 32.



Рис. 32. Главный вид

Заполните основную надпись (рис. 33).

					КИГ.4.2.30.0	.00 СБ					
	·			1. J.	<i>C</i> 7	Num.	Масса	Μαςωπαδ			
Изr	1 AUCTI	№ докум.	Подп.	Дата	Соебинение		124 8 8	1 Market			
Pa.	эрфб.	Иванав	ванов		шпилькой		1,24	1:1			
Пр	0â	Рукавишников			[δηπημμί] μεηπεγ						
Т.к	онтр,					Лист Листов					
	2003						8 1				
H.ĸ	онтр,					KI 74	2N 11	1-1-23			
Ут	в.			2		,	<i>ср.</i> П				

Рис. 33. Основная надпись

Сборочный чертёж примет вид как на рисунке 34.



Рис. 33. Сборочный чертёж соединения шпилькой

Создание конструкторской документации соединения шпилькой завершено.