

**Казанский государственный энергетический университет
Кафедра инженерной графики**

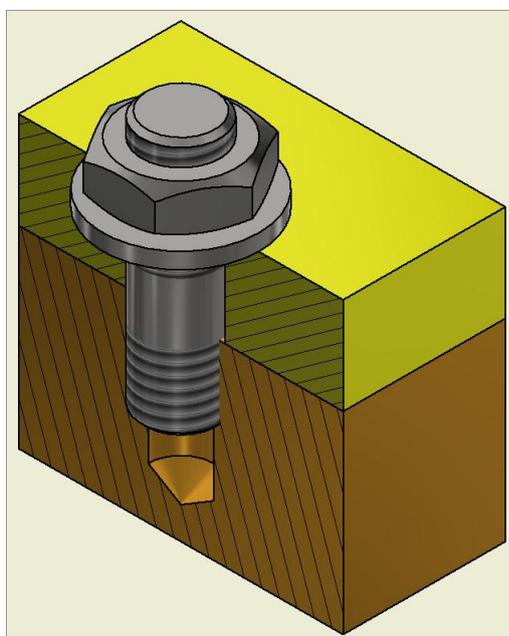


РУКАВИШНИКОВ В.А.

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 использованием «*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).

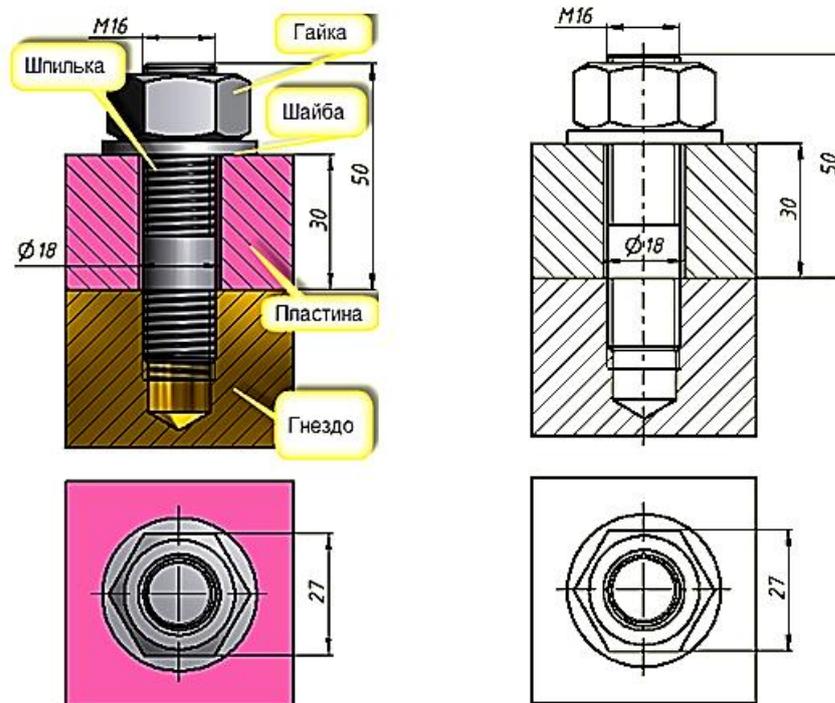


Рис. 1. Соединение деталей шпилькой

Последовательность создания соединения шпилькой:

1. В корпусной детали соединения (рис. 2, а) просверливают глухое отверстие глубиной $l_{отв.}$, а затем нарезают резьбу длиной $l_{рез.}$ (рис. 2, б).
2. Шпильку резьбовым посадочным концом l_1 завинчивают в глухое отверстие (рис. 2, в).
3. В подсоединяемой пластине просверливают отверстие диаметром $1,05...1,1d$ и надевают её на шпильку (рис. 2, г).
4. На шпильку надевают шайбу и навинчивают гайку (рис. 2, д, е).

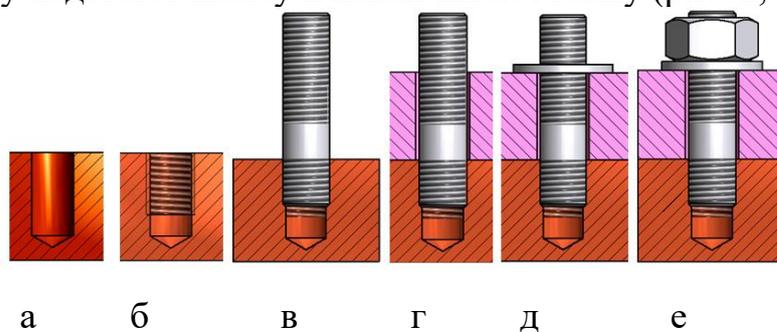


Рис. 2. Последовательность создания соединения шпилькой

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 разёма 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 отверстия 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).

Задание по теме «Соединение шпилькой»

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номинальный диаметр шпильки, мм	M12	M10	M16	M18	M36	M20	M24	M30	M30	M36	M10	M12	M10	M16	M18
Материал детали	Титан. сплав	Ковкий чугун	Серый чугун	Сталь	Бронза	Серый чугун	Серый чугун	Ковкий чугун	Алюм. сплав	Бронза	Серый чугун	Сталь	Бронза	Ковкий чугун	Серый чугун
Толщина скрепляемой детали, мм	25	25	30	30	40	30	30	30	35	50	20	25	30	30	30

№ варианта	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номинальный диаметр шпильки, мм	M24	M30	M36	M12	M20	M12	M16	M30	M12	M10	M20	M16	M20	M12	M36
Материал детали	Ковкий чугун	Сталь	Бронза	Сталь	Серый чугун	Алюм. сплав	Серый чугун	Бронза	Алюм. сплав	Алюм. сплав	Латунь	Сталь	Латунь	Алюм. сплав	Сталь
Толщина скрепляемой детали, мм	30	35	40	25	30	25	30	40	25	25	30	28	30	25	40

Рис. 3. Задание по теме «Соединение шпилькой»

Даны три параметра соединения шпилькой:

1. Обозначение резьбы, например **M16**.

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.

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

Длина ввинчиваемого резьбового конца	ГОСТ		Область применения
	Шпилька класса точности В	Шпилька класса точности А	
$l_1 = d$	22032-76	22033-76	для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях и деталях из титановых сплавов
$l_1 = 1,25d$	22034-76	22035-76	для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна
$l_1 = 1,6d$	22036-76	22037-76	
$l_1 = 2d$	22038-76	22039-76	для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов
$l_1 = 2,5d$	22040-76	22041-76	

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:

$$l_p = B + 1,3d = 25 + 1,3 \cdot 16 = 46,8 \text{ мм}$$

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):

$$l_{\text{рез}} = 1,25 l_1 = 20 \text{ мм}$$

$$l_{\text{отв.}} = 1,5 l_1 = 24 \text{ мм}$$

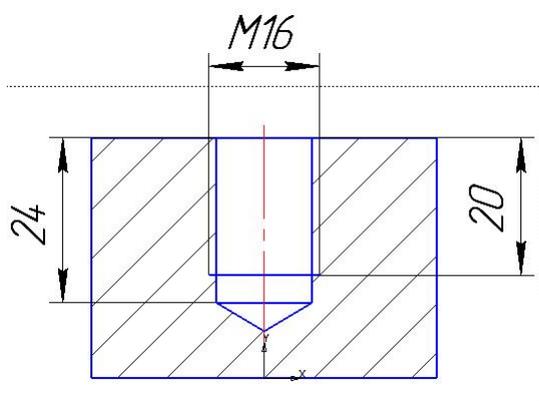
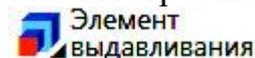


Рис. 5. Чертёж гнезда

Построение электронной модели пластины с гнездом под шпильку.

Создайте пластину с размерами 50x50x35 мм.

Построение осуществите с помощью команды «***Элемент выдавливания***»



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

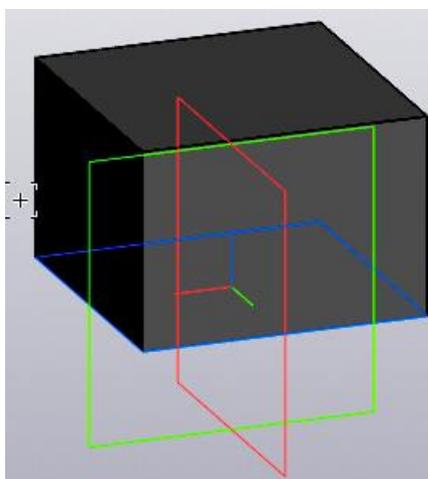
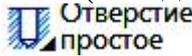


Рис. 6. Пластина под «гнездо для шпильки»

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.

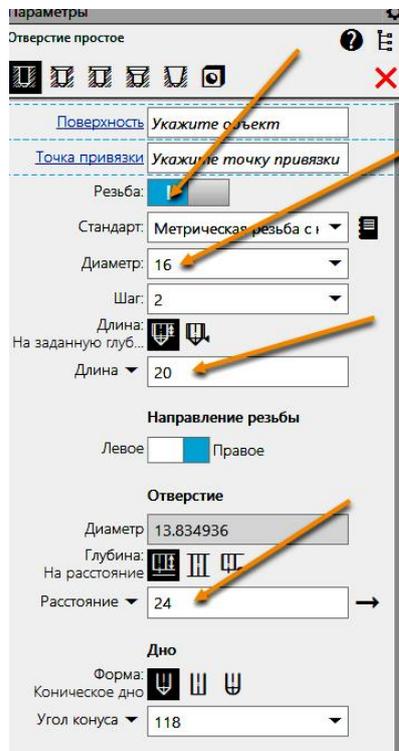


Рис. 7. Диалоговое окно «*Параметры*» команды «*Отверстие простое*»

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

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

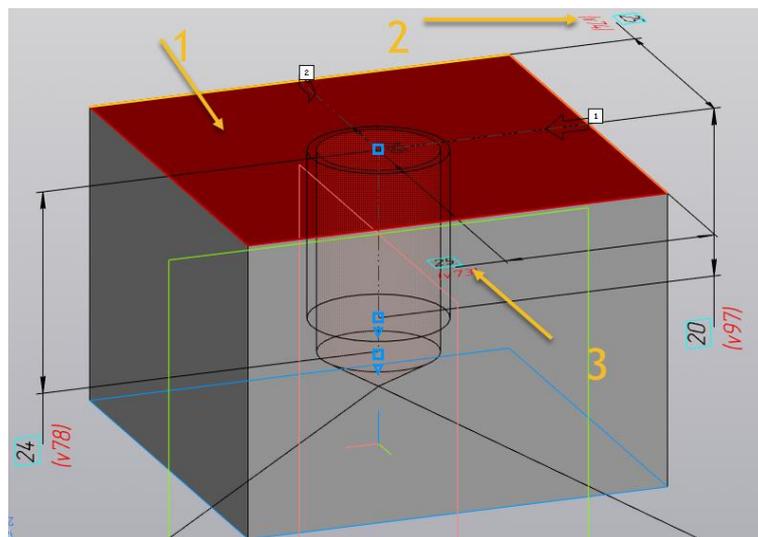


Рис. 8. Выбор грани для размещения отверстия

Нажмите кнопку **Готово** «».

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

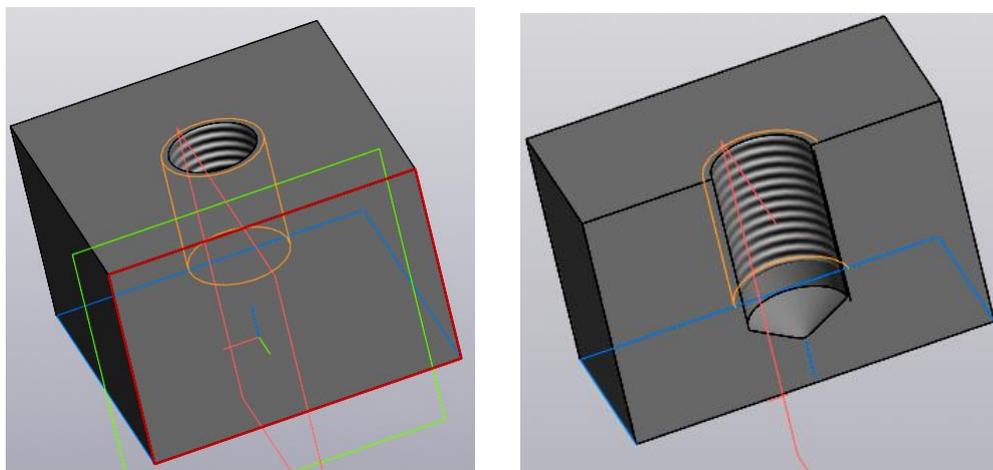


Рис. 9. Модель глухого отверстия с резьбой

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**»  и, используя команду «**Добавить компонент**»  **Добавить компонент из...**, вставьте в среду «**Сборка**» модель детали «**Гнездо**» (рис. 10).

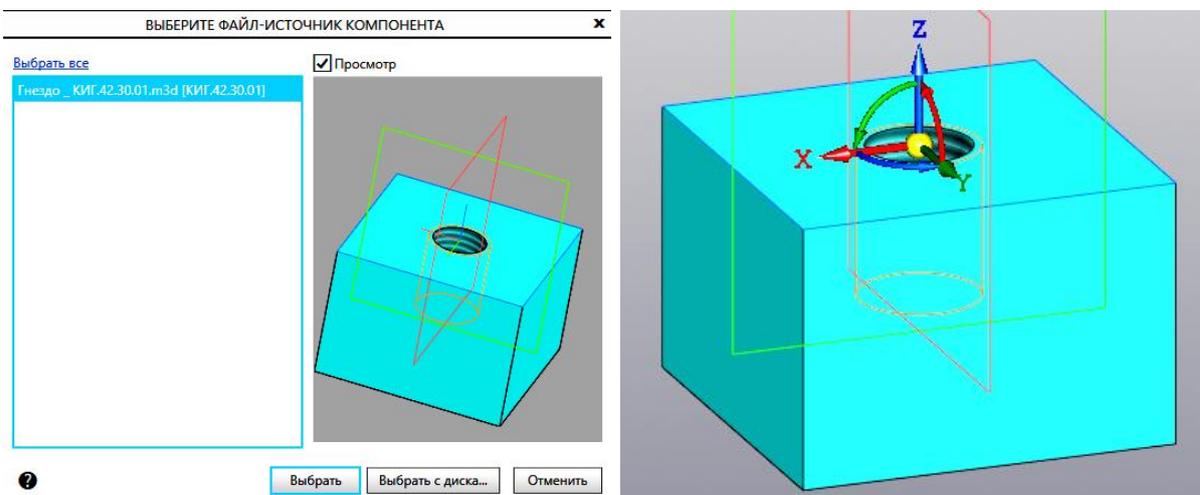


Рис. 10. Гнездо

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

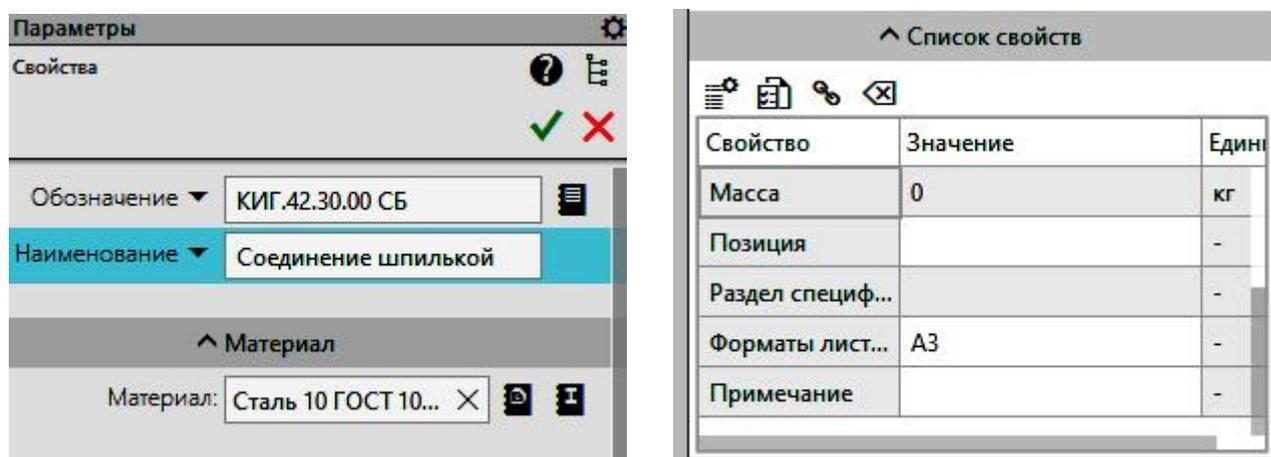


Рис. 11. Ввод параметров сборочного чертежа в разделе «Свойства»

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

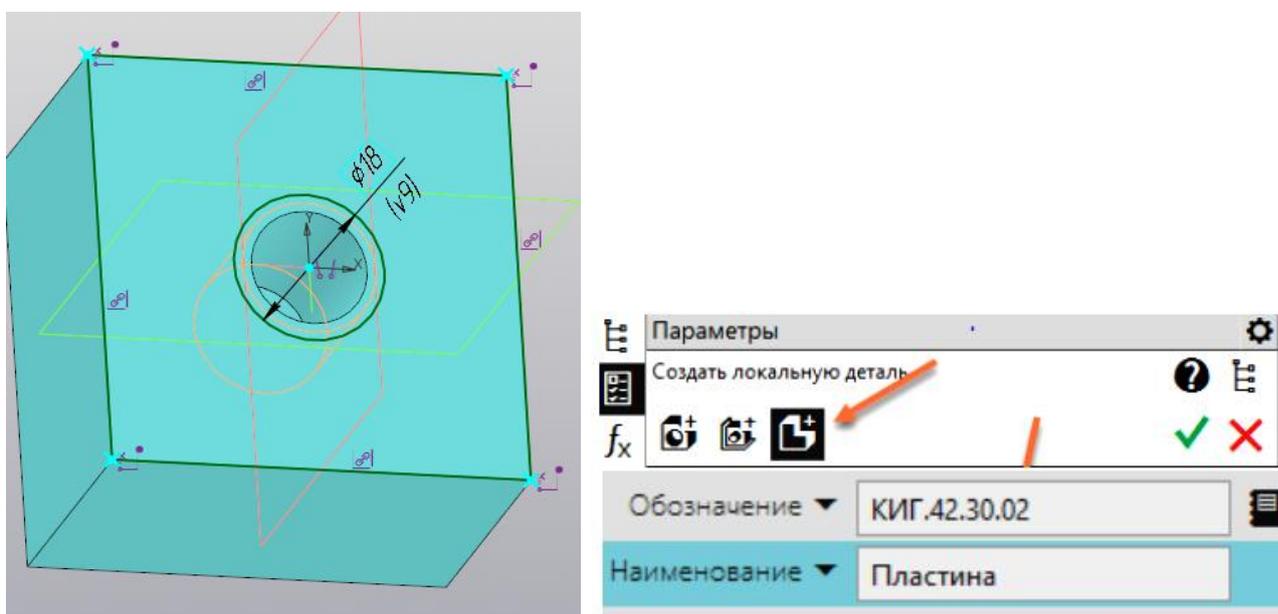


Рис. 11. Заполнение параметров в браузере

В правом верхнем углу рабочего поля появится 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*»  Спроецировать объект в панели «*Геометрия*» и укажите отрезки пластины с глухим отверстием, а затем постройте окружность для построения отверстия диаметром 18 мм (рис. 12).

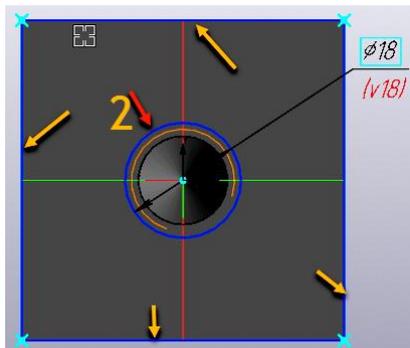


Рис. 12. Эскиз для создания верхней пластины

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

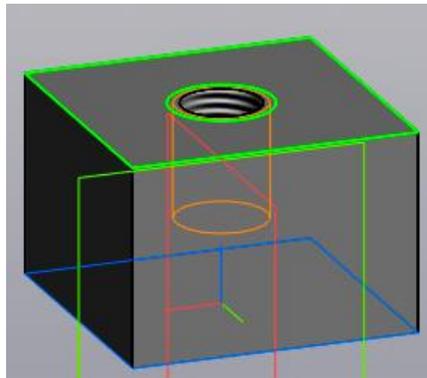
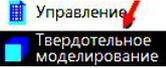
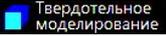


Рис. 13. Завершение построения эскиза

Перейдите в режим «*Твердотельное моделирование*»  Управление  Твердотельное моделирование, а затем выберите команду «*Выдавить элемент*»  Элемент выдавливания и укажите на построенный эскиз. Задайте толщину пластины равной 25 мм (рис. 14).

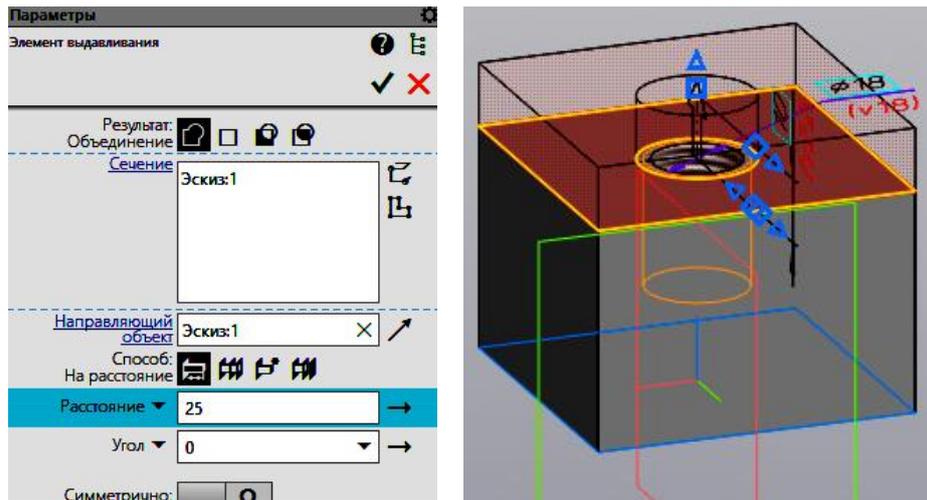


Рис. 14. Построение верхней пластины.

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»

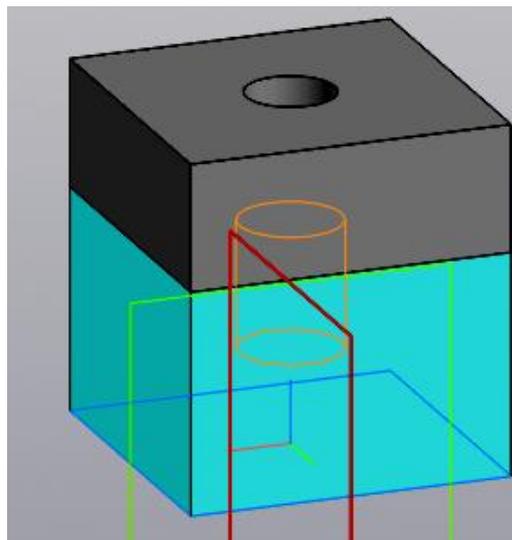


Рис. 16. Завершение построения модели пластины верхней в сборке

3. Создание электронной модели соединения шпилькой

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

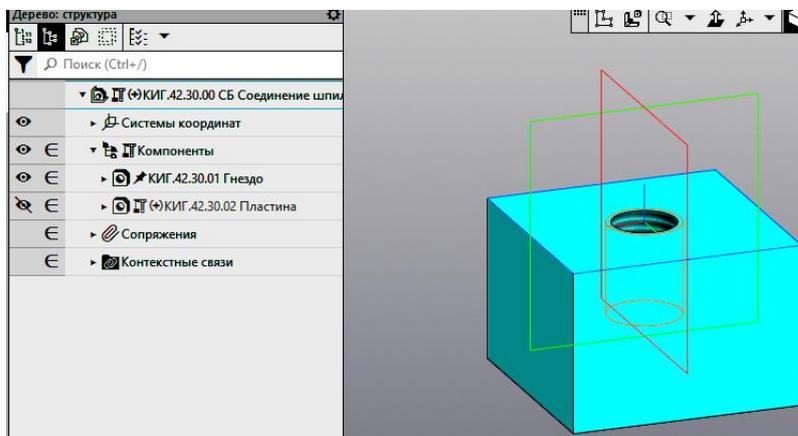


Рис. 17. Отключение видимости верхней пластины

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).

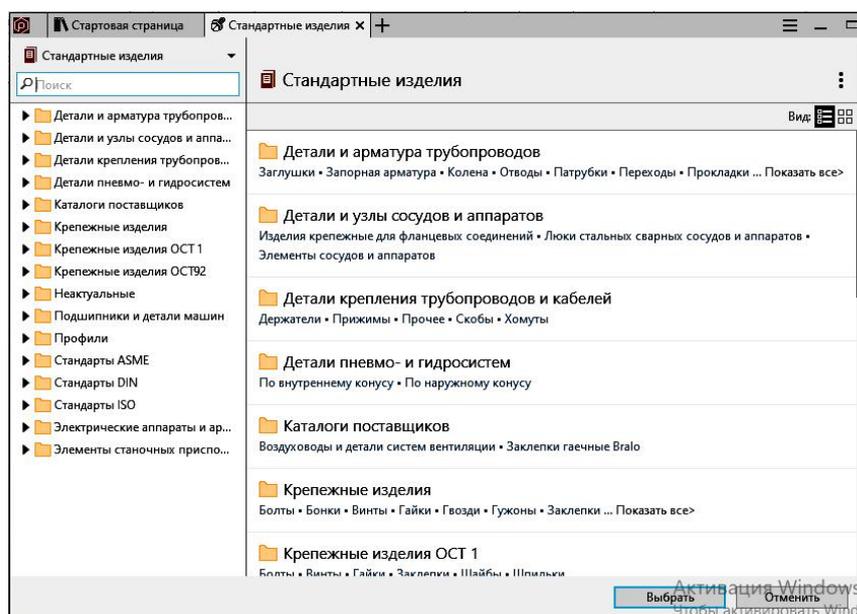


Рис.18. Окно «Стандартные элементы»

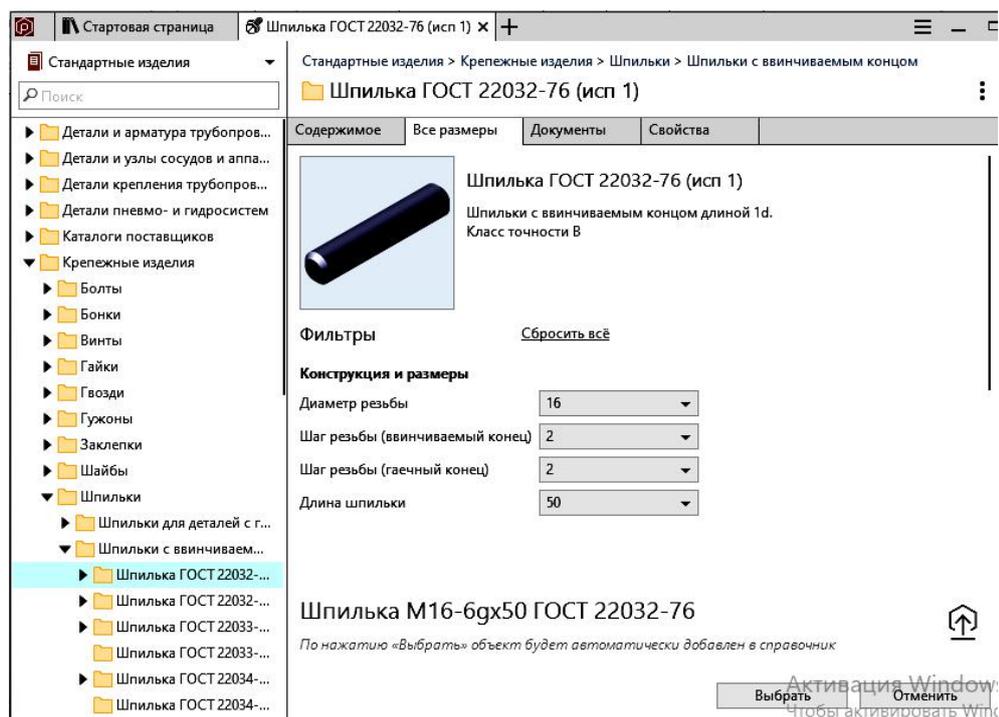


Рис. 19. Выбор *Шпильки ГОСТ 22032-76 (исп 1)* и задание параметров

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 становится активной, то это означает, что шпильки с такой длиной нет в библиотеке «Стандартные изделия». Необходимо уменьшить длину или увеличить диаметр шпильки.

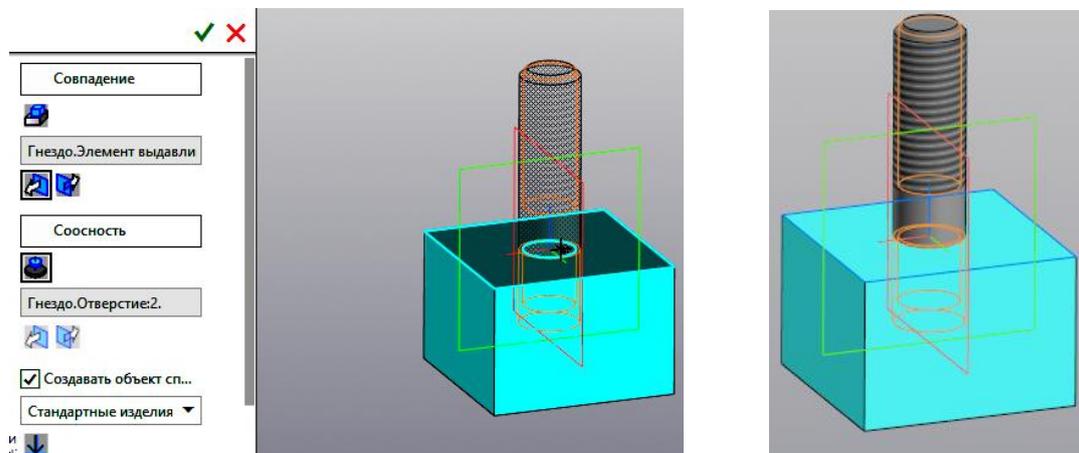


Рис. 20. Размещение шпильки в гнезде корпусной пластины

Нажмите кнопку *Готово* «», а затем *Завершить* «» (рис. 21).

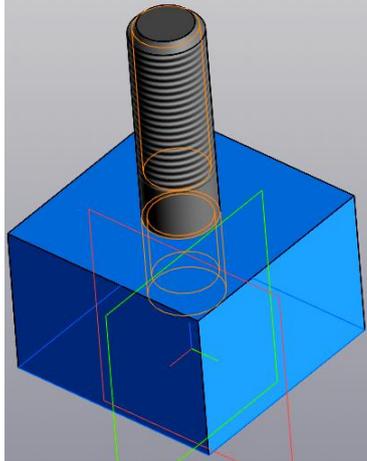


Рис. 21. Завершение вставки шпильки

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

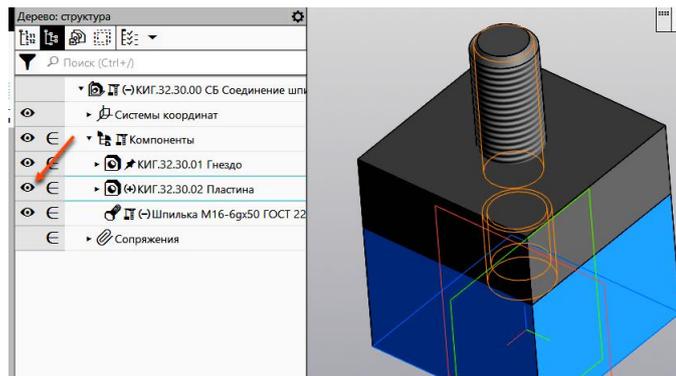


Рис. 22. Включение видимости верхней пластины.

3.2. Вставка в сборку шайбы

Для вставки шайбы в модель сборочной единицы «*Соединение шпилькой*» шайбы аналогичной вставке шпильки щёлкните на кнопке «*Вставить элемент*» , а затем в окне «*Стандартные изделия*» последовательно пройдите следующие шаги: «*Стандартные изделия*» -> «*Крепёжные изделия*» -> «*Шайбы*» -> «*Шайба ГОСТ 11371-78 Исп 1*».

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

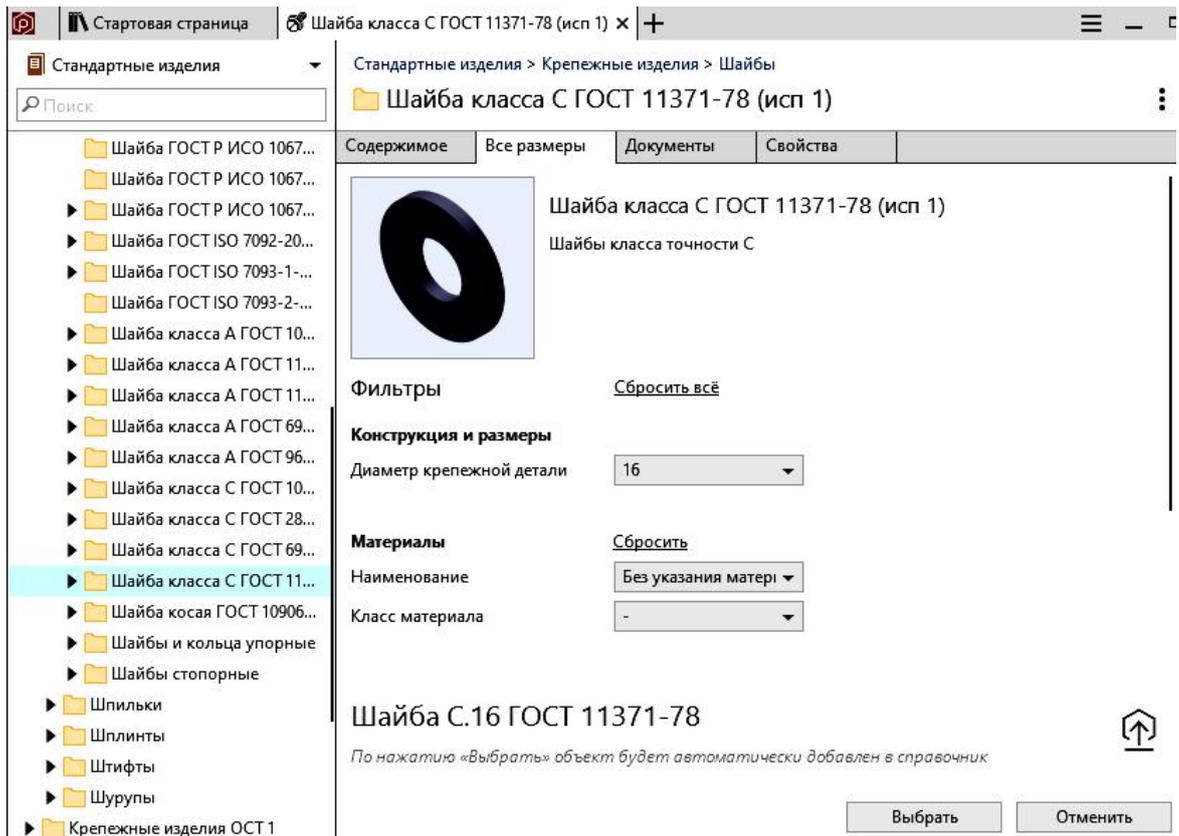


Рис. 23. Задание параметров шайбы

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).

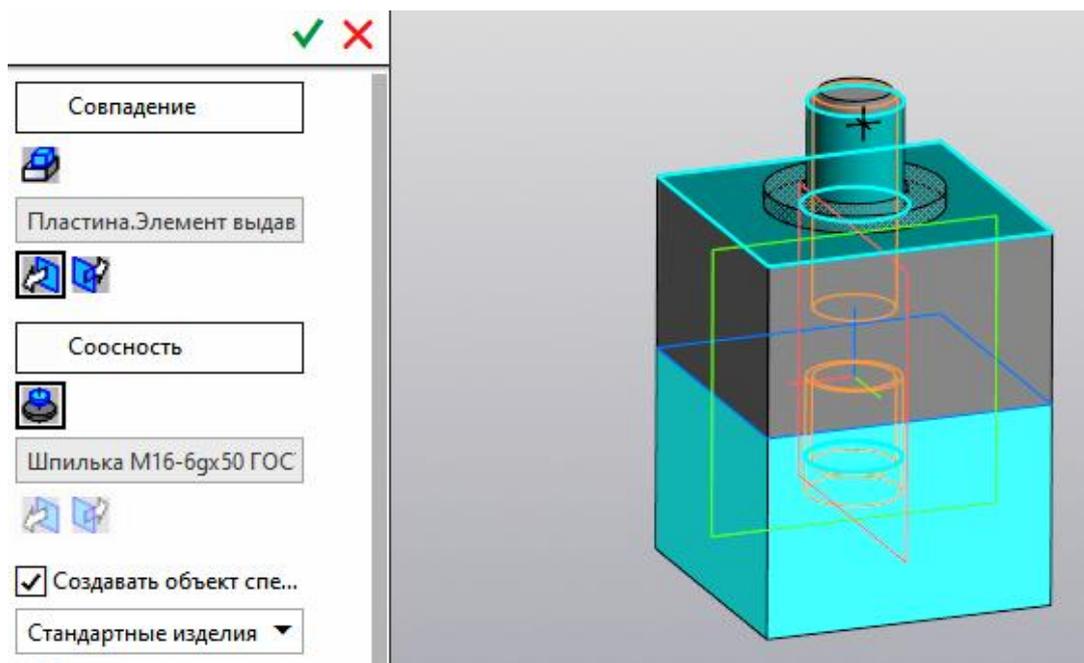


Рис.24. Размещение шайбы в модели сборочной единицы

Нажмите последовательно кнопки  . Модель сборочной единицы примет вид как на рисунке 25.

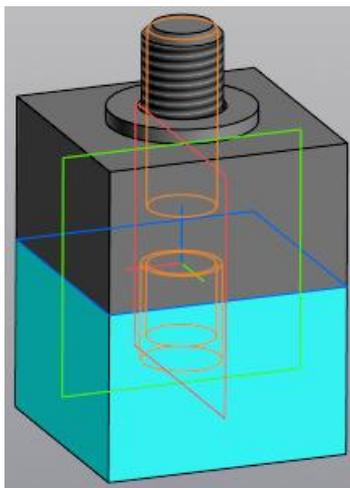


Рис. 25. Размещение шайбы

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.

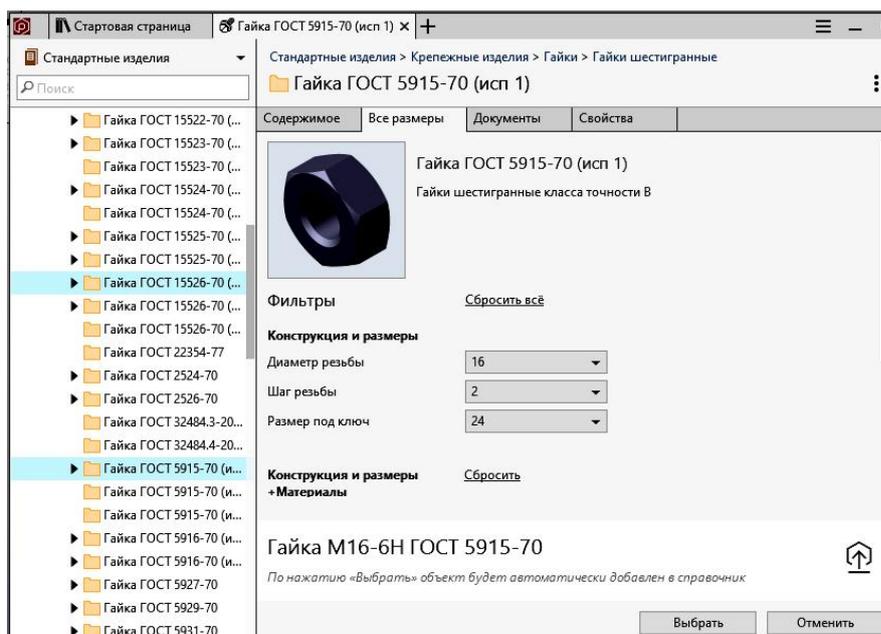


Рис. 26. Задание параметров гайки

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

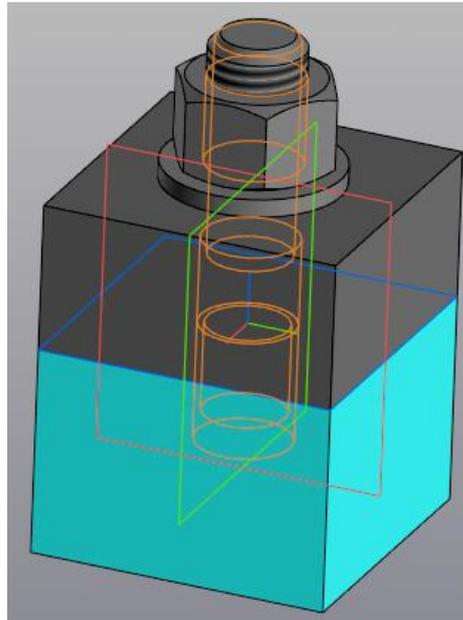


Рис. 27. Завершение размещения гайки

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).

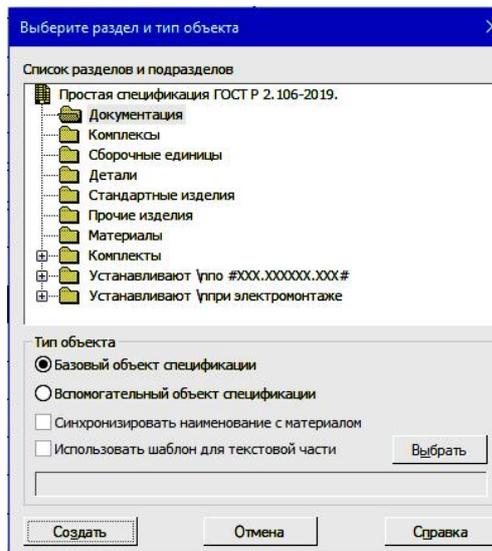


Рис. 28. Выбор и добавление раздела «Документация» в спецификацию

Введите обозначение сборочного чертежа как показано на рисунке 29.

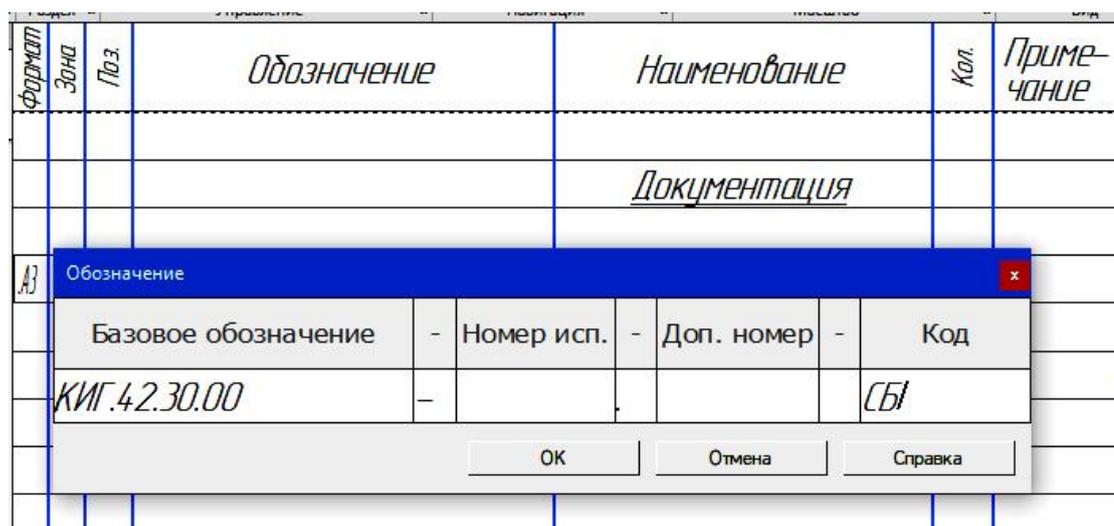


Рис. 29. Ввод обозначения сборочного чертежа в разделе документация

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

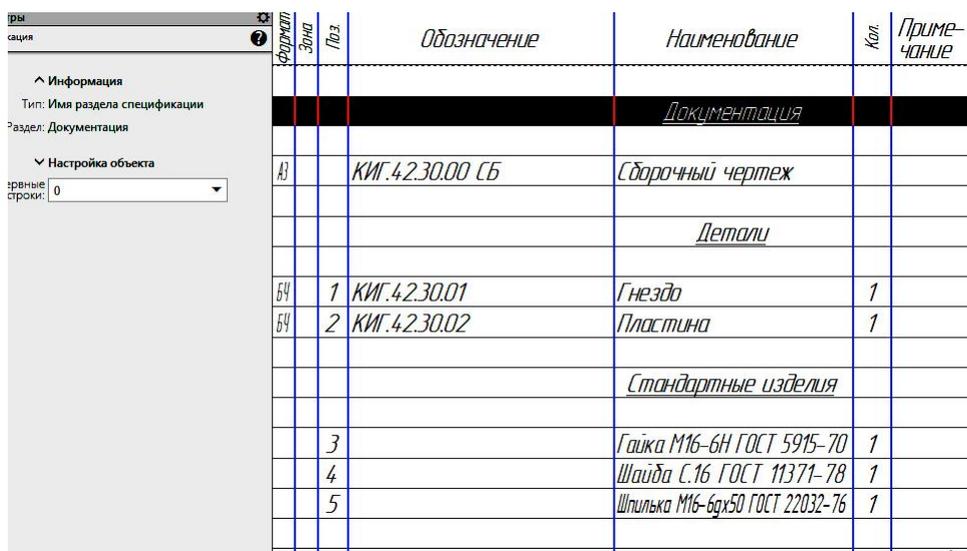
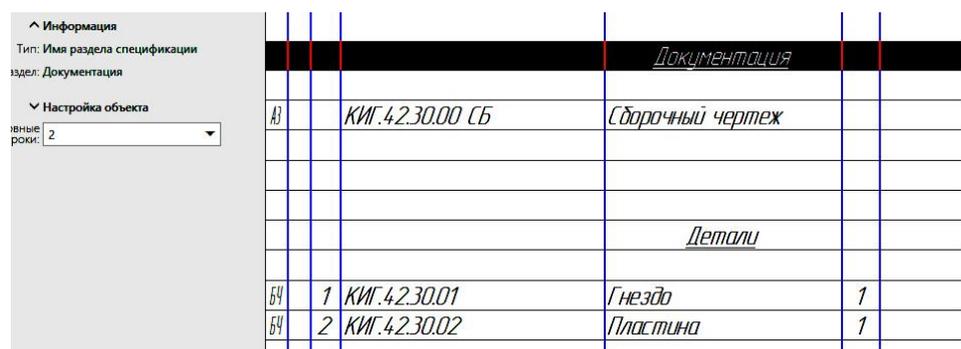


Рис. 30. Установка количества резервных строк во всех разделах равными нулю

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

Формат Заказ		Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<u>Документация</u>						
А3			КИГ.4.230.00 СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
Б4		1	КИГ.4.230.01	Гнездо	1	
Б4		2	КИГ.4.230.02	Пластина	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
		3		Гайка М16-6Н ГОСТ 5915-70	1	
		4		Шайба С.16 ГОСТ 11371-78	1	
		5		Шпилька М16-6х50 ГОСТ 22032-76	1	
			КИГ.4.230.00		Активизация	
			Соединение шпилькой		КГЭУ, зр. ПТ-1-23	
			Копировал		Формат А4	

Рис. 31. Спецификация

Сохраните спецификацию.

4. Создание сборочного чертежа соединения шпилькой

Загрузите среду «Чертёж», нажав кнопку  Создать чертёж по модели.

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.

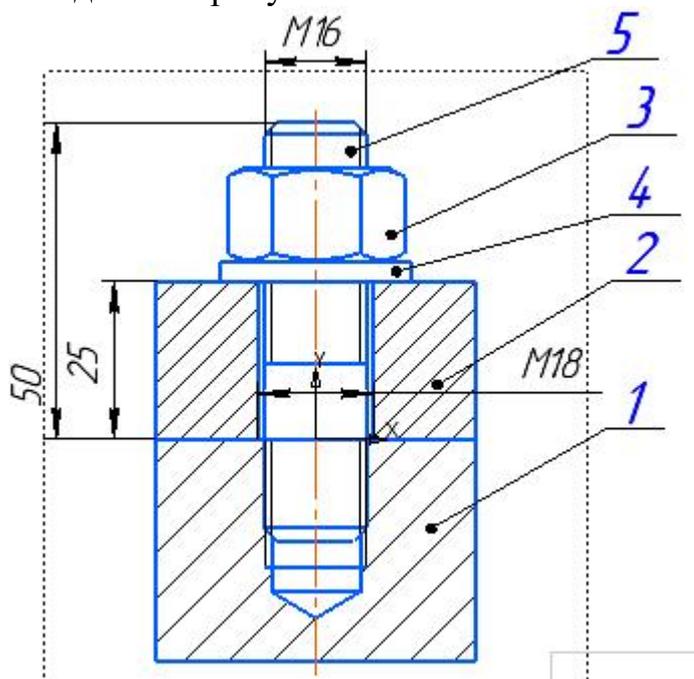


Рис. 32. Главный вид

Заполните основную надпись (рис. 33).

				<i>КИГ.42.30.00 СБ</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Соединение шпилькой Сборочный чертёж</i>	<i>Лист</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>						<i>1,24</i>	<i>1:1</i>
<i>Пров.</i>	<i>Ружавишников</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
<i>Т.контр.</i>						<i>КПЭУ, гр. ПТ-1-23</i>		
<i>И.контр.</i>								
<i>Утв.</i>								

Рис. 33. Основная надпись

Сборочный чертёж примет вид как на рисунке 34.

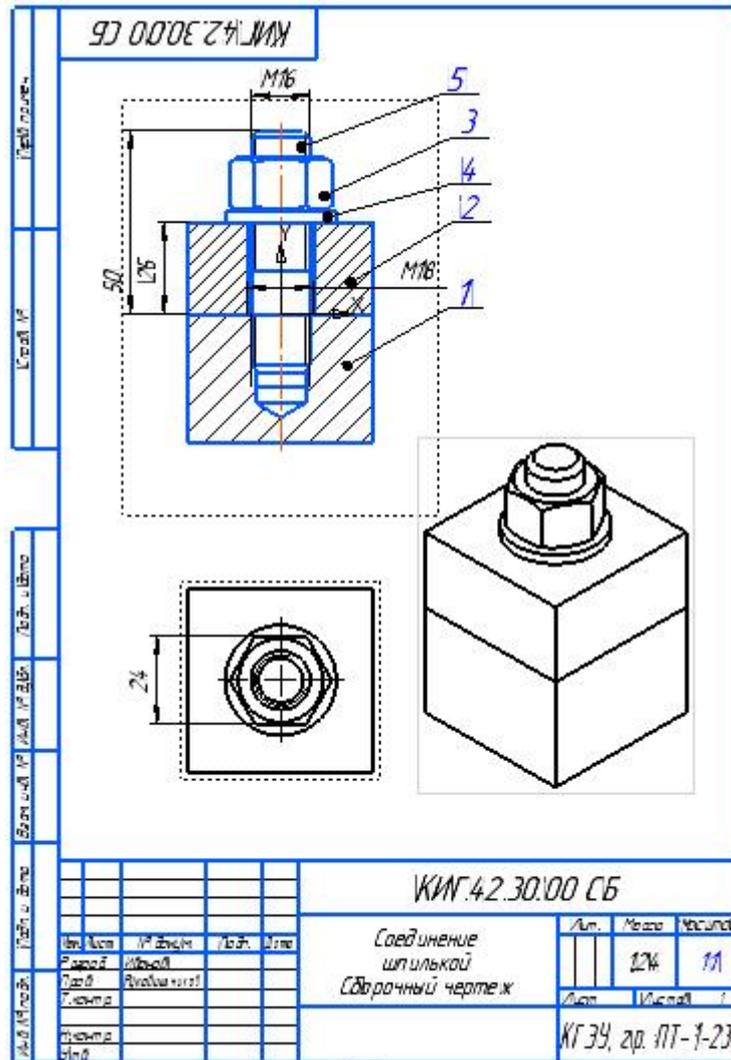


Рис. 33. Сборочный чертёж соединения шпилькой

Создание конструкторской документации соединения шпилькой завершено.