

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ФРАГМЕНТОВ В РЕДАКТОРЕ КОМПАС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

по дисциплинам
*«Основы САПР», «САПР технологических процессов»,
«САПР технологических процессов
автоматизированных производств»*
для студентов машиностроительных специальностей
1 – 36 01 01 и 1 – 36 01 03

УДК 621.9.02

Методические указания позволяют приобрести навыки создания параметрических фрагментов, освоить общие принципы использования привязок, переменных и выражений при построении 2D и 3D параметрических моделей. Указания предназначены для студентов машиностроительных специальностей, а также могут быть полезны инженерно-техническим работникам машиностроительных предприятий.

Составители: Я.В. Кудрицкий, ст. преподаватель
А.М. Левданский, ст. преподаватель

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ФРАГМЕНТОВ В РЕДАКТОРЕ КОМПАС

Цель работы: приобретение навыков создания параметрических фрагментов, освоение общих принципов использования привязок, переменных и выражений при построении 2D и 3D параметрических моделей.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Характерной особенностью современного машиностроения является повышение степени гибкости и возможности быстро перенастраиваться на выпуск разнообразной номенклатуры изделий. В пределах группы деталей определённого класса принципиальных отличий обычно не бывает. В основном детали группы отличаются размерами конструктивных элементов. Часто обработка типовых деталей выполняется по схожей технологии. Поэтому, с учётом того, что существуют «сквозные» САПР, целесообразно выполнять формализованное изменение размеров конструктивных элементов типовых деталей на этапе конструкторской подготовки производства. Понятие «сквозная» САПР предполагает связь модулей CAD (Computer Aided Design), CAPP (Computer Automated Process Planning) и CAM (Computer Aided Manufacturing). Наличие связи между модулями обеспечивает возможность прямого обмена необходимыми данными. Так, например, данные о размерах и качествах каждого конструктивного элемента могут быть получены с чертежа или эскиза, и связаны с соответствующими переходами технологического процесса обработки детали. Изменения этих размеров и их точности на чертеже или эскизе автоматически считываются и переносятся в технологический процесс. Такая возможность быстрой взаимосвязанной корректировки технологического процесса позволяет значительно сократить срок подготовки производства для выпуска нового изделия на базе существующей типовой технологии.

Общие рекомендации, связанные с параметризацией чертежей

Имеет смысл параметризовать чертежи деталей, при модификации которых изменяются только размеры и не меняется топология. Таким образом, однажды созданное параметрическое изображение детали может быть быстро перестроено простым изменением значений размеров. Если выполняется новая разработка, оцените, будет ли она применяться в будущем как прототип. Если нет, тогда параметризация чертежа может не выполняться, так как отпадает необходимость в последующей быстрой модификации. Если же новая деталь будет часто использоваться как стандартный прототип, параметризация ее чертежа или создание параметрического фрагмента имеет смысл.

Скорее всего, не будет оправданной полная параметризация сложных сборочных чертежей, так как в этом случае велик объем работы по вводу ограничений и управляющих размеров. Попробуйте оценить на конкретных примерах чертежей типовых деталей, какие преимущества дает применение параметризации. В дальнейшем учитывайте полученные результаты при новом проектировании или переработке имеющейся чертежной документации.

Общие сведения о параметризации. Понятие “параметрическое изображение”

Отличие параметрического изображения от обычного состоит в том, что в нем хранится информация не только о расположении и характеристиках геометрических объектов, но и о взаимосвязях между объектами и наложенных на них ограничениях.

Под взаимосвязью объектов подразумевается зависимость между параметрами нескольких объектов. При редактировании одного из взаимосвязанных параметров изменяются другие. Редактирование параметров одного объекта, не связанных с параметрами других объектов, не влияет ни на какие параметры. При удалении одного или нескольких объектов взаимосвязь исчезает.

В качестве примеров связей, наложенных на объекты, можно привести параллельность и перпендикулярность отрезков, прямых, стрелок взгляда, сегментов линии ступенчатого разреза, равенство длин отрезков или радиусов окружностей. Взаимозависимыми параметрами параллельных отрезков являются углы их наклона, т.к. параллельность отрезков тождественна равенству углов их наклона. Если повернуть один из связанных таким образом отрезков, т.е. изменить угол его наклона, повернется и другой отрезок. Если сдвинуть или промасштабировать один из отрезков, т.е. не изменять его угол наклона, второй отрезок не изменится. Если удалить один из отрезков, то угол наклона другого станет независимым.

Зависимость между параметрами может быть и более сложной, чем равенство одного параметра другому. Например, возможно задание функции, определяющей отношение между параметрами нескольких объектов.

Второй тип параметрической связи – ассоциативность объектов. Ассоциативными могут быть объекты, которые при построении привязываются к другим объектам – размеры, технологические обозначения, штриховки. Такие объекты «помнят» о своей принадлежности к базовому графическому объекту (отрезку, окружности и т.д.) или к нескольким объектам. При редактировании базовых объектов (например, их сдвиге или повороте) ассоциативные объекты перестраиваются соответствующим образом. В результате сохраняется взаимное расположение базового и ассоциированного с ним объекта.

Под ограничением подразумевается зависимость между параметрами отдельного объекта, равенство параметра объекту константе или принадлежность параметра определенному числовому диапазону. Допускается только такое редактирование объекта, в результате которого не будут нарушены установленные зависимости, равенства и неравенства.

В качестве примеров ограничений, наложенных на геометрические объекты, можно привести вертикальность и горизонтальность отрезков, прямых, стрелок взгляда, линий разреза/сечения. Вертикальность отрезка тождественна равенству X-координат его концов друг другу или равенству угла его наклона 90° . Отрезок, на который наложено такое ограничение, можно перемещать, но нельзя поворачивать, т.е. изменять угол его наклона.

При редактировании параметризованных и ассоциативных объектов перестроение изображения происходит таким образом, что соблюдаются все наложенные на объекты ограничения и сохраняются связи между объектами.

Параметрические изображения могут использоваться как самостоятельно (например, чертеж, содержащий параметрические виды детали), так и для вставки в другие документы (чертежи или фрагменты). Параметрическое изображение, предназначенное для последующей вставки, обязательно должно храниться во фрагменте (файле с расширением *fw*) и иметь внешние переменные.

Идеология параметризации КОМПАС-3D

Существуют два принципиально различных способа получения параметрического изображения. Программирование, либо интерактивное формирование изображения непосредственно при рисовании. В ряде САД-систем можно вычерчивать изображение с одновременным заданием закона построения, который, однако, потом нельзя изменить в случае ошибки (придется удалить все построение и начать его заново), либо такое изменение сильно затруднено.

Наложение ограничений (связей) на объекты начерченного ранее изображения узла или детали, причем в любом порядке, не придерживаясь какой-либо жесткой последовательности. В этом случае возможно произвольное изменение изображения, не приводящее к необходимости повторных построений с самого начала.

В КОМПАС-3D реализован второй способ параметризации изображений. Такая параметризация называется вариационной.

Работая в чертеже, фрагменте или эскизе трехмерного элемента, можно накладывать различные размерные (линейные, угловые, радиальные и диаметральные) и геометрические (параллельность, перпендикулярность, касание, принадлежность точки к кривой, фиксация точки и т.д.) ограничения и связи на объекты изображения.

Параметрические возможности КОМПАС-3D

КОМПАС-3D позволяет обрабатывать следующие связи и ограничения: 1) Вертикальность объектов; 2) Горизонтальность объектов; 3) Коллинеарность отрезков; 4) Параллельность объектов; 5) Перпендикулярность объектов; 6) Выравнивание характерных точек объектов по вертикали; 7) Выравнивание характерных точек объектов по горизонтали; 8) Зеркальная симметрия; 9) Равенство радиусов дуг и окружностей; 10) Равенство длин отрезков; 11) Касание кривых; 12) Объединение характерных точек объектов; 13) Принадлежность точки кривой; 14) Фиксация характерных точек объектов; 15) Фиксация и редактирование размеров; 16) Присвоение размеру имени переменной. Некоторые связи и ограничения могут накладываться автоматически.

Команды наложения перечисленных связей и ограничений сгруппированы в меню **Инструменты** – **Параметризация**, а кнопки для вызова команд – на панели **Параметризация**.

Задание аналитических зависимостей (уравнений и неравенств) между переменными осуществляется в Окне работы с переменными.

Существуют также возможности для автоматической параметризации следующих построений:

1) Скругление; 2) Фаска; 3) Сопряжение; 4) Усечение двумя точками; 5) Выравнивание по границе; 6) Удлинение до ближайшего объекта; 7) Простановка точек на пересечении; 8) Простановка точек вдоль кривой; 9) Симметрия.

Для удобства работы можно включить отображение на экране значков, символизирующих ограничения, наложенные на объекты, а также значков, показывающих количество имеющихся у объектов степеней свободы.

Предусмотрен ввод ассоциативных объектов оформления. К ним относятся: т штриховки; т обозначения шероховатости; обозначения базы; размеры; обозначения центра; эквидистанты.

Не предусмотрена возможность параметризации некоторых сложных объектов: прямоугольника; многоугольника; ломаной; кривой Безье; контуров; текста; таблицы; линий-выносок всех типов; стрелки направления взгляда; линии разреза/сечения, макроэлементов.

Принципы и приемы наложения связей и ограничений

Ряд ограничений и связей может быть определен без явного ввода числовых значений (например, горизонтальность прямой или условие касания двух кривых). Напротив, такие ограничения, как значения размеров должны выражаться именно числовыми значениями. Некоторые связи и ограничения можно задать в форме уравнения или неравенства (например, указать функцию зависимости параметра объекта от параметров других объектов или задать диапазон, в котором должно находиться значение параметра).

Часть ограничений и взаимосвязей (совпадения точек, параллельность и др.) могут формироваться автоматически при вводе, если пользователь включил такую возможность. Например, совпадение точек и положение точки на кривой параметризуются через выполненную при указании точки привязку, а условия параллельности, перпендикулярности и касания – в соответствующих процессах ввода объектов. В любой момент можно выключить автоматическое формирование ограничений и взаимосвязей.

Дополнительные ограничения и взаимосвязи можно назначить объектам чертежа в любой момент работы над документом.

Ассоциативность объектов (размеров, штриховок и др.) возникает только при их вводе благодаря прямому или косвенному указанию базовых объектов. Отдельных команд для задания ассоциативности не существует.

Ограничения накладываются путем выбора их типа и указания параметризуемого объекта. Например, вы выбрали горизонтальность и указываете отрезки, которые должны быть горизонтальны.

Связи накладываются путем выбора их типа и указания пары взаимосвязанных объектов.

Например, вы выбрали параллельность и указываете пары отрезков, которые должны быть параллельны.

При этом запоминаются только те связи, которые были установлены явно (либо путем обращения к соответствующей команде параметризации, либо путем рисования в параметрическом режиме).

Обратите внимание на то, что новые связи, которые вытекают из нескольких ранее наложенных связей, автоматически не возникают, даже если они кажутся совершенно очевидными.

Например, вы начертили три отрезка и установили параллельность первого отрезка второму, а второго – третьему. При этом связь между первым и третьим отрезками является опосредованной – она осуществляется через второй отрезок. Сразу после удаления второго отрезка первый и третий будут параллельны, однако редактироваться они будут уже независимо друг от друга, т.к. прямой связи между ними нет.

Еще один способ наложения ограничений – фиксация ассоциативного размера. Если размер ассоциативный, то при помощи соответствующей команды его можно зафиксировать. Когда размер зафиксирован, его значение остается постоянным при любом перестроении объектов, составляющих изображение. Значение размера всегда характеризует какой-либо геометрический параметр. Например, значение ассоциативного линейного размера соответствует расстоянию между характерными точками объектов (или одного объекта), а значение ассоциативного радиального размера – радиусу базовой окружности или дуги окружности. Таким образом, фиксация размера позволяет установить равенство константе какого-либо параметра объекта. Значение каждого конкретного фиксированного размера можно изменить при помощи специальной команды, но нельзя изменить путем редактирования самих объектов.

Если зависимость между параметрами объектов требуется задать в аналитической форме (уравнением или неравенством), то сначала нужно создать переменные, соответствующие зависимым параметрам. Затем можно вводить уравнения и неравенства с участием созданных переменных.

Для создания переменной следует проставить ассоциативный размер, характеризующий ограничиваемый параметр (например, для длины отрезка это будет линейный размер между концами отрезка) и при помощи соответствующей команды присвоить этому размеру имя переменной.

Присвоив имя переменной зафиксированному размеру, можно использовать значение этого размера в уравнениях и неравенствах. Ввод уравнений и неравенств осуществляется в Окне работы с переменными.

Рекомендации по использованию параметрических возможностей

Наличие параметрических возможностей не накладывает каких-либо ограничений на стиль работы при создании чертежей. Вы можете выбирать, с каким именно изображением вам удобнее работать – с параметризованным или обычным. При необходимости в одном документе могут сочетаться параметризованные и не параметризованные объекты. Кроме того, можно без каких-либо проблем переходить от одного представления геометрии к другому, например, накладывая параметрические ограничения на созданный ранее обычный чертеж или удаляя ограничения, наложенные на созданное ранее параметрическое изображение.

К применению параметрических возможностей при работе с чертежной документацией следует подходить взвешенно, оценивая степень реальной необходимости полной параметризации того или иного чертежа.

Особенности работы с параметрическими объектами

При работе с параметрическими чертежами и фрагментами может оказаться полезным знание следующих особенностей.

Чем больше ограничений наложено на объекты, составляющие изображение детали, тем меньше вероятность сильных разбросов при пересчетах. В большинстве случаев рекомендуется полное определение изображения, т.е. лишение составляющих его объектов всех степеней свобод. В качестве вспомогательных ограничений применяйте фиксацию точек, назначение горизонтальности или вертикальности отрезков, простановку дополнительных размеров. Для удобства работы можно включить отображение на экране степеней свободы объектов.

Рекомендуется не выполнять «резких движений» при редактировании параметрического изображения, лучший стиль при работе с ним – постепенность. Например, не следует слишком сильно изменять значение размера (например, было 5°, а стало 120°). Такие значительные изменения лучше выполнять постепенно, в несколько приемов. То же самое можно сказать и о редактировании перетаскиванием точек – не следует сдвигать объект или точку сразу на очень большое расстояние, лучше выполнить такое перемещение в несколько этапов.

Помните, что время обработки параметрического изображения существенно зависит от насыщенности чертежа или фрагмента параметризованными объектами. Однако полностью определенное изображение обрабатывается быстрее, чем недоопределенное.

Некоторые приёмы работы в параметрическом режиме

Параметрическим режимом называется такой режим создания и редактирования геометрических объектов и объектов оформления, в котором параметрические связи и ограничения накладываются автоматически. При этом тип накладываемых связей и ограничений определяется в процессе построения благодаря последовательности выполнения команды построения объекта или осуществлению привязки (в том числе локальной).

Вычерчивание отрезка, параллельного другому отрезку, с помощью команды Параллельный отрезок вызовет автоматическое возникновение соответствующей связи – параллельности отрезков. Если при вычерчивании окружности ее центр будет привязан к концу отрезка, то соответствующая связь – совпадение точек – будет сформирована автоматически. Вычерчивание вертикального отрезка приводит к наложению на него соответствующего ограничения – вертикальности.

Построение горизонтальной линии разреза с выравниванием по центру окружности приводит к наложению на линию разреза ограничения горизонтальность и формированию связи выравнивание точек по горизонтали между первым штрихом линии и центром окружности.

Простановка обозначения шероховатости приводит к созданию ассоциативного знака шероховатости. По умолчанию во фрагментах и чертежах параметрический режим выключен, а в эскизах трехмерных элементов – включен.

Рекомендуется включать параметрический режим при оформлении чертежей, содержащих ассоциативные виды. Это позволит создавать ассоциативные объекты оформления (размеры, обозначения центра, шероховатости и т.п.), которые будут «следовать» за своими базовыми объектами при перестроении последних в результате редактирования модели. Чтобы включить и настроить параметрический режим в текущем графическом документе, вызовите команду **Сервис - Параметры - Текущий чертеж (фрагмент) - Параметризация**. На экране появится диалог настройки параметрического режима. Настройка параметрического режима хранится в самом документе и не изменяется при его передаче на другое рабочее место. Если вы создаете большинство графических документов в параметрическом режиме, то выполнение соответствующей настройки в каждом документе нерационально. В этом случае можно сделать так, чтобы во всех новых графических документах по умолчанию был включен параметрический режим. Для этого вызовите команду **Сервис - Параметры - Новые документы - Графический документ - Параметризация**. Настройте параметрический режим, как описано выше.

Общий порядок действий при построении параметрического изображения

Если параметрический режим включен, то отмеченные в диалоге настройки параметризации связи и ограничения формируются системой автоматически при вводе объектов.

Никаких специальных действий при создании объектов выполнять не нужно. Однако следует обязательно учитывать, что совпадения точек объектов параметризуются через выполненные при указании этих точек привязки. При этом не имеет значения, какая привязка действовала – глобальная или локальная. Точка, указанная просто «неподалеку» от другой точки, без выполнения привязки, параметризоваться не будет. Совпадение точек параметризуется и при перетаскивании характерных точек объектов (тоже через выполненную привязку).

Под словом «точка» здесь понимается не точка – геометрический объект, а любая задаваемая характерная точка объекта при его построении (начальная и конечная точки отрезка, центр окружности или эллипса и т.д.

Ассоциативные объекты оформления создаются в обычном порядке. Различные дополнительные взаимосвязи и ограничения можно назначить объектам в любой момент, когда это потребуется.

Задание аналитических зависимостей между переменными, соответствующими параметрам модели, производится в **Окне работы с переменными**.

Подготовка параметрических фрагментов для вставки в другие документы

Вставка в документы параметрических фрагментов позволяет сэкономить время не только на вычерчивании изображения, но и на его редактировании, так как для перестроения изображения достаточно изменить параметры фрагмента. Изменение параметров возможно как во время, так и после вставки.

Документ, в который вставляется фрагмент, называется главным документом. Как правило, в параметрическом изображении изделия одни переменные являются независимыми (их значения могут быть непосредственно введены пользователем), а другие – вычисляемыми (их значения зависят от значений остальных переменных). При вставке параметрического фрагмента в другой документ обычно требуется задание значений независимых переменных. Остальные переменные вычисляются согласно существующим во вставляемом фрагменте уравнениям и неравенствам.

Переменная в параметрическом фрагменте, значение которой можно изменять в главном документе, называется внешней. Любые переменные фрагмента могут быть внешними. Основное назначение внешних переменных – управление параметрами вставленного в другой документ фрагмента без редактирования этого фрагмента «изнутри».

Для быстрого присвоения внешним переменным вставляемого (вставленного) фрагмента предопределенных значений можно использовать **таблицу переменных**.

Например, вы построили в параметрическом фрагменте изображение фланца (рис. 5) и при помощи уравнений и неравенств задали зависимости между размерами его конструктивных элементов.

При вставке фрагмента с фланцем в чертеж, размером, определяющим все его параметры, должен быть диаметр. Сделайте переменную, соответствующую диаметру, внешней. Тогда в момент вставки фрагмента в чертеж нужно будет задать только значение диаметра. Расчет значений остальных переменных и соответствующее перестроение изображения будет выполнено автоматически.

Присвоение переменной статуса «внешняя» производится в **Окне работы с переменными**. Чтобы сделать переменную внешней, включите напротив нее опцию в колонке Внешняя.

Обратите внимание на то, что внешняя переменная будет доступна для изменения в главном документе, только если она присвоена зафиксированному размеру. Переменная, присвоенная информационному (т.е. незафиксированному) размеру, считается информационной. Она будет недоступна в главном документе.

Фиксация размера возможна с помощью команды **Зафиксировать размер** или диалога установки значения размера.

Наложение связей и ограничений

В описании каждой команды указаны ее возможности, кнопка для вызова команды, порядок указания объектов параметризации и механизм действия команды при отсутствии других связей и ограничений. Если связь или ограничение, накладываемые при помощи

этой команды, могут возникать автоматически в параметрическом режиме, в описании команды указана соответствующая опция настройки параметрического режима.

Если объекты, участвующие в выполнении команды параметризации, уже имеют связи и ограничения, то новая связь или ограничение накладываются с учетом уже существующих. При этом перестроение изображения происходит таким образом, что соблюдаются все связи и ограничения, а изменение параметров объектов минимально.

Связи и ограничения, противоречащие уже существующим, накладываются не будут. При необходимости вы можете включить и настроить отображение на экране символов, показывающих связи и ограничения, наложенные на графические объекты.

Горизонталь

Чтобы преобразовать наклонные объекты (отрезки, стрелки взгляда и др.) в горизонтальные, вызовите команду **Горизонталь**.

Последовательно указывайте объекты, которые необходимо преобразовать. При преобразовании отрезка в горизонтальный остается неизменной его проекция на горизонтальную ось, т.е. отрезок поворачивается с сохранением X-координат его концов. В результате длина наклонного отрезка уменьшается, длина горизонтального не меняется. Вертикальный отрезок нельзя преобразовать в горизонтальный, т.к. при этом он вырождается в отрезок нулевой длины. Горизонтальным считается объект, параллельный оси абсцисс системы координат текущего вида. Поэтому, если вы наложите ограничение **горизонтальность** на объект, расположенный в виде, система координат которого повернута относительно абсолютной системы координат, этот объект не будет параллелен горизонтальным сторонам листа. Данное ограничение – **горизонтальность** – может автоматически возникать в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать горизонтальность и вертикальность**. Ограничение будет возникать при построении (любым способом) горизонтального объекта. Например, при указании второй точки отрезка (или прямой) можно воспользоваться привязкой **Выравнивание** к первой точке, или набрать одинаковые Y-координаты его характерных точек в полях Панели свойств, или ввести нулевой угол наклона. Даже если при построении объекта его горизонтальность не была задана явно, но создан горизонтальный объект (например, новый отрезок проведен параллельно горизонтальному объекту), на него будет наложено ограничение **горизонтальность**.

Вертикаль

Чтобы преобразовать наклонные объекты (отрезки, стрелки взгляда и др.) в вертикальные, вызовите команду **Вертикаль**. Последовательно указывайте объекты, которые необходимо преобразовать. При преобразовании отрезка в вертикальный остается неизменной его проекция на вертикальную ось, т.е. отрезок поворачивается с сохранением Y-координат его концов. В результате длина наклонного отрезка уменьшается, длина вертикального не меняется. Горизонтальный отрезок нельзя преобразовать в вертикальный, т.к. при этом он вырождается в отрезок нулевой длины. Вертикальным считается объект, параллельный оси ординат системы координат текущего вида. Поэтому, если вы наложите ограничение **вертикальность** на объект, расположенный в виде, система координат которого повернута относительно абсолютной системы координат, этот объект не будет параллелен вертикальным сторонам листа. Данное ограничение – **вертикальность** – может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать горизонтальность и вертикальность**. Ограничение будет возникать при построении (любым способом) вертикального объекта.

Выравнивание точек по горизонтали

Чтобы выровнять по горизонтали характерные точки геометрических объектов, вызовите команду **Выровнять по горизонтали**. Указывайте попарно характерные точки геометрических объектов для выравнивания. Для выполнения команд: а) **Выровнять точки по горизонтали**, б) **Выровнять точки по вертикали**, в) **Объединить точки**. г) **Точка на кривой**, д) **Симметрия двух точек** можно указать только те точки, которые принадлежат текущему виду.

Выбор точки для выравнивания из нескольких совпадающих

Иногда точка, которую требуется указать для выравнивания, совпадает с характерной точкой другого объекта и выбрать точно ее невозможно, т.к. происходит привязка к точке другого объекта. В этом случае вы можете вначале указать графический объект, которому принадлежит параметризуемая точка, а затем – саму точку. Для этого нажмите кнопку **Указать объект**. Укажите объект и его характерную точку. Указание одной из совпадающих точек при выполнении команд **Выравнивание точек по вертикали** и **Совпадение точек** производится аналогично.

Выравнивание точек по вертикали

Чтобы выровнять по вертикали характерные точки геометрических объектов, вызовите команду **Выровнять по вертикали**. Указывайте попарно характерные точки геометрических примитивов для выравнивания.

Связи **выравнивание точек по горизонтали** и **выравнивание точек по вертикали** могут автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связи будут возникать при вводе характерной точки объекта путем привязки **Выравнивание** к другой характерной точке.

Объединение точек

Чтобы привязать характерные точки геометрических объектов друг к другу, вызовите команду **Объединить точки**. Указывайте попарно характерные точки объектов для объединения.

Связь **совпадение точек** может автоматически возникать при совпадении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связь будет возникать при вводе характерной точки объекта путем привязки к другой характерной точке, а также при вводе последовательности объектов с помощью команды **Непрерывный ввод**.

Точка на кривой

Чтобы привязать характерную точку объекта к какой-либо кривой (другому объекту), вызовите команду **Точка на кривой**. Укажите кривую, на которой должна располагаться точка, а затем – точку.

Данная связь – принадлежность точки кривой – может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связь будет возникать при вводе характерной точки объекта путем привязки **Точка на кривой**, при построении окружности с помощью команды **Окружность с центром на объекте**, а также при простановке точек на кривой с помощью команд **Точки по кривой**, и **Точка на заданном расстоянии**.

Симметрия двух точек

Чтобы установить симметрию характерных точек объектов относительно оси (зеркальную симметрию), вызовите команду **Симметрия двух точек**. Укажите ось симметрии, а затем – пару характерных точек объектов, которые должны быть симметричны.

Данная связь – зеркальная симметрия – может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать симметрию**. Связь будет возникать при выполнении команды **Симметрия**, если в качестве оси симметрии указан существующий отрезок (а не две точки, принадлежащие оси симметрии).

Параллельность

Чтобы установить **параллельность объектов** (отрезков, стрелок взгляда и др.), вызовите команду **Параллельно**. Указывайте попарно объекты, параллельность которых требуется установить. Для выполнения команд: **Параллельно**, **Перпендикулярно**, **Колли-**

неарно, Касание, Равенство радиусов, Равенство длин – можно указывать только те объекты, которые принадлежат одному и тому же виду. Связь **параллельность** может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать параллельность**. Связь будет возникать при создании прямых и отрезков с помощью команд **Параллельная прямая** и **Параллельный отрезок**.

Перпендикулярность

Чтобы установить перпендикулярность объектов (отрезков, стрелок взгляда и др.), вызовите команду **Перпендикулярно**. Указывайте попарно объекты, перпендикулярность которых требуется установить. Связь **перпендикулярность** может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать перпендикулярность**. Связь будет возникать при создании прямых и отрезков, перпендикулярных прямым и отрезкам, с помощью команд **Перпендикулярная прямая** и **Перпендикулярный отрезок**.

Коллинеарность

Чтобы установить коллинеарность отрезков, вызовите команду **Коллинеарно**. Указывайте попарно отрезки, которые должны лежать на одной прямой. Связь **коллинеарность** может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связь будет возникать при разделении отрезка на две части с помощью команды **Усечь кривую двумя точками**.

Касание

Чтобы установить касание кривых, вызовите команду **Касание**. Укажите первую и вторую кривые, касание которых требуется установить. Связь **касание** может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать касание**. Связь будет возникать при построении касательных объектов.

Равенство радиусов

Чтобы сделать радиусы указанных дуг и/или окружностей равными, вызовите команду **Равенство радиусов**. Указывайте попарно дуги и/или окружности для выравнивания их радиусов.

Равенство длин

Чтобы сделать длины указанных отрезков равными, вызовите команду **Равенство длин**. Указывайте попарно отрезки для выравнивания их длин.

Фиксация точки

Чтобы зафиксировать координаты характерных точек геометрических объектов, вызовите команду **Зафиксировать точку**. Указывайте характерные точки геометрических примитивов для их фиксации.

Фиксация размера

Чтобы зафиксировать значение указанного размера, вызовите команду **Зафиксировать размер**.

Указывайте размеры для их фиксации. При успешной фиксации размерная надпись заключается в прямоугольную рамку (она отображается на экране, если в текущем окне включен показ ограничений, Эта рамка на печать не выводится).

Фиксация возможна для размеров всех типов, за исключением следующих: а) линейный размер с обрывом, б) размер дуги, в) размер высоты для вида сверху с линейной-выносной, г) размер высоты непосредственно на изображении.

Зафиксировать неассоциативные или избыточные размеры невозможно. Избыточным является размер, значение которого можно вычислить либо исходя из существующих в документе уравнений, либо на основе проставленных ранее зафиксированных размеров.

Фиксация размера с переменной равносильна добавлению в систему уравнений документа уравнения вида «имя переменной = значение размера».

Фиксация размеров может производиться автоматически при их простановке в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должны быть включены опции **Ассоциировать при вводе размеры** и **Фиксировать размеры**. Связь будет возникать при простановке ассоциативных не избыточных размеров.

Установка значения размера

Присвоение размеру имени переменной и изменение числового значения фиксированного размера производится в диалоге установки значения размера. В этом же диалоге можно сделать размер фиксированным или информационным (т.е. снять с него фиксацию).

Для вызова диалога установки значения размера служит команда **Установить значение размера**.

Чтобы присвоить размеру имя переменной, введите его в поле **Переменная**. Имя переменной может содержать буквы латинского алфавита (различаются символы верхнего и нижнего регистра), арабские цифры и символы подчеркивания («_»). Длина имени переменной не более 16 символов. Первый символ в имени переменной – буква или подчеркивание.

Если размер зафиксирован, то поле **Значение** доступно, и вы можете задать нужное значение размера.

Если размер не зафиксирован, то поле **Значение** не доступно. В нем отображается текущее значение размера.

Опция **Информационный размер** позволяет фиксировать размер и снимать с него фиксацию. При выключении опции размер фиксируется, и поле **Значение** становится доступным, а при включении – размер делается информационным, и поле **Значение** становится недоступным. Завершив установку значения размера, нажмите кнопку **ОК** диалога.

Если выполнение фиксации или изменения значения размера невозможно, то на экране появится соответствующее сообщение.

Переменная, поставленная в соответствие ассоциативному размеру, называется связанной. Соответствие между связанной переменной и размером является взаимно однозначным. Значение связанной переменной равно значению размера. Имя связанной переменной отображается в скобках на размерной линии. На печать оно не выводится.

Диалог установки значения размера можно вызвать и без использования специальной команды – достаточно дважды щелкнуть мышью на его размерной надписи. Двойной щелчок на любой другой части размера (например, на размерной линии) запустит процесс редактирования размера.

Параметризация объектов

Чтобы полуавтоматически наложить некоторые типы связей и ограничений на геометрические объекты, выделите их и вызовите команду **Параметризовать объекты**. На экране появится диалог настройки параметризации.

Порядок выполнения работы

В редакторе КОМПАС требуется выполнить построение параметрических фрагментов в соответствии с заданием. Изменение параметров каждого построенного фрагмента необходимо задать двумя способами – с помощью уравнений и с помощью таблицы переменных. Условия изменения размеров конструктивных элементов приведены в соответствующих таблицах.

Задача 1

Необходимо построить параметрический прямоугольник с длинами сторон, изменяющимися по закону, предложенному в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость размеров сторон параметрического прямоугольника

Параметр	Диапазоны размеров						
Значение высоты h , мм	10...<20	20...<30	30...<40	40...<50	50...<70	70...<100	100...<150
Значение ширины b , мм	10	15	18	22	25	30	40

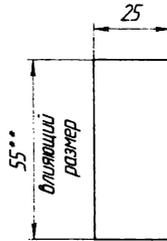


Рисунок 1 – Параметрический прямоугольник с размерами сторон

Задача 2

Необходимо построить главный вид и сечение плиты с отверстием (рис. 2). Учитывая, что значение высоты (h) является определяющим, изменение ширины (b), толщины плиты (l) и диаметра отверстия (d) задать по закону: $b=0,5 \times h$; $d=b-5$; $l=h < 50 ? b-5 : b-10$.

ПРИМЕЧАНИЕ: $l=h < 50 ? b-5 : b-10$ – запись логического выражения следования для КОМПАС, читается как: "Если величина $h < 50$, то значение $l=b-5$, иначе $l=b-10$ ". Коды других логических операций для редактора КОМПАС приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Логические операции в редакторе КОМПАС-3D

Наименование операции	Сочетание символов	Наименование операции	Сочетание символов
Тождество	==	Логическое сложение ИЛИ	
Не тождество	!=	Логическое отрицание НЕ	!
Больше	>	Логическое умножение И	&&
Меньше	<	Следование (ЕСЛИ; ТОГДА)	?:

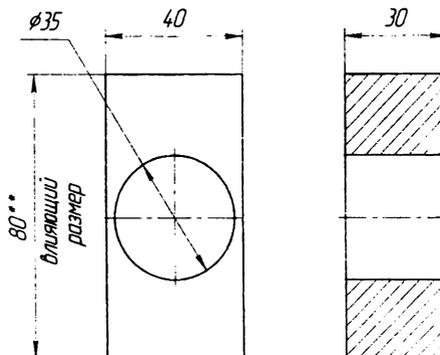


Рисунок 2 – Главный вид и сечение детали

Задача 3

Необходимо построить валик со шпоночным пазом и сечением. Изменение длины детали, размеров фасок и шпоночного паза задать в зависимости от диаметра валика.

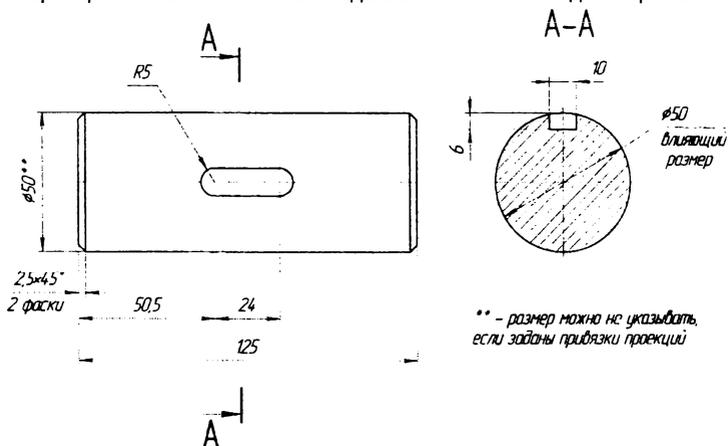


Рисунок 3 – Валик со шпоночным пазом и сечением

Выполнение задачи рекомендуется разделить на три этапа – 1) построение параметрического фрагмента сечения; 2) построение параметрического фрагмента детали с фасками; 3) выполнение привязки элементов валика и сечения.

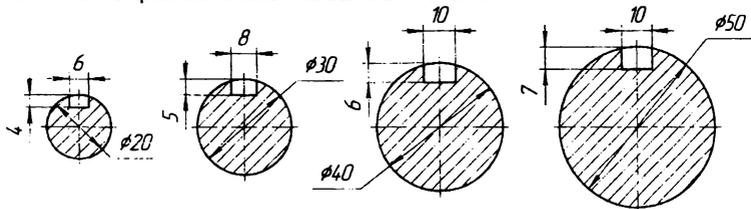


Рисунок 4 – Параметрическое сечение валика с изменяющимися размерами

Изменение размеров конструктивных элементов рекомендуется задать, используя таблицу переменных. В редакторе КОМПАС предусмотрена опция импорта подготовленной таблицы из редактора Microsoft Excel. Таблицу в Microsoft Excel предварительно следует сохранить в файл, при этом наименование листа с таблицей должно быть «VarTable».

Задача 4

Необходимо построить главный вид и сечение детали фланец. Изменение размеров, конструктивных элементов фланца задать в зависимости от наружного диаметра большей ступени $d1$.

Зависимость размеров конструктивных элементов фланца определить из условий: 1) наружный диаметр меньшей ступени $d2=0,5 \times d1$; 2) внутренний диаметр меньшей ступени $d3=d2-15$; 3) размер по фаске $d31=d2+2$; 4) диаметр окружности расположения центров четырёх одинаковых отверстий $d4=0,5 \times (d1+d2)$; 5) диаметр четырёх одинаковых отверстий $d5=0,5 \times (d3-5)$; 6) длина ступени меньшего диаметра $l1=d1 > 80 ? 25 : d3+4$; 7) длина ступени большего диаметра $l2=d1 > 80 ? 20 : l1-3$.

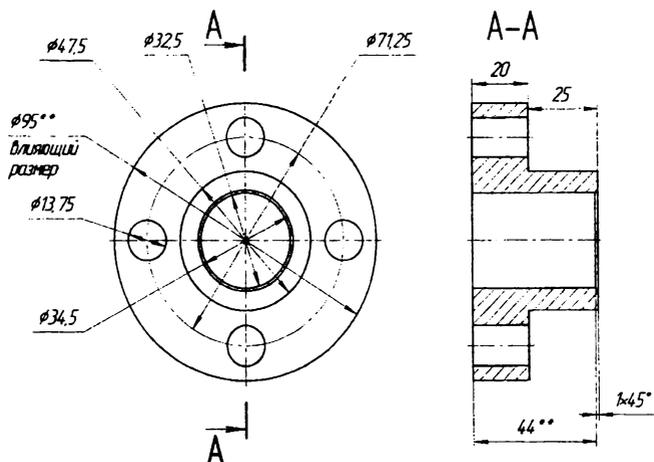


Рисунок 5 – Главный вид и сечение детали Фланец

При использовании таблицы переменных рекомендуется использовать данные, приведённые в таблице 4.

Таблица 4 – Размеры конструктивных элементов фланца

Варианты	D	d1	d2	d3	d5	a1	a2	f1	f2	f3
ИСПОЛНЕНИЕ 1	140	80	68	14	110	22	25	2	1,6	1
ИСПОЛНЕНИЕ 2	120	65	53	12	92,5	22	25	2	1,6	1
ИСПОЛНЕНИЕ 3	100	55	43	10	77,5	22	40	1,6	1	0,6
ИСПОЛНЕНИЕ 4	80	50	38	8	65	30	35	1	0,6	0,6
ИСПОЛНЕНИЕ 5	60	35	23	6	47,5	15	20	1	0,6	0,6

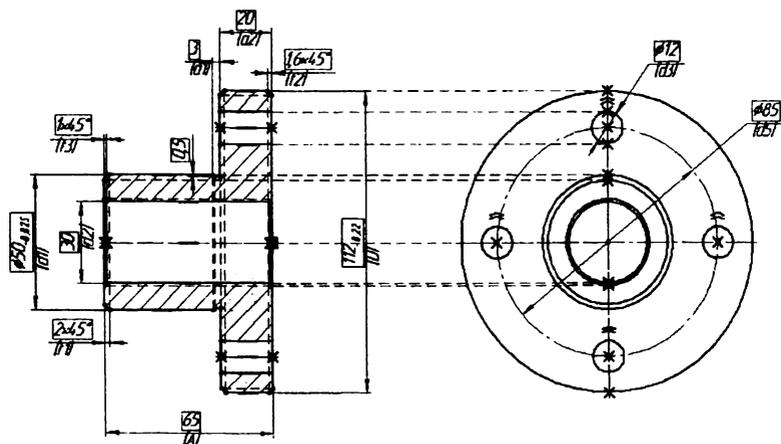


Рисунок 6 – Главный вид и сечение детали Фланец с привязками (вариант)

Работа рассчитана на 4 академических часа.

Составители:
Ярослав Владимирович Кудрицкий
Алексей Маратович Левданский

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ФРАГМЕНТОВ В РЕДАКТОРЕ КОМПАС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

по дисциплинам
*«Основы САПР», «САПР технологических процессов»,
«САПР технологических процессов
автоматизированных производств»*

для студентов машиностроительных специальностей
1 – 36 01 01 и 1 – 36 01 03

Ответственный за выпуск: Я.В. Кудрицкий
Редактор: Т.В. Строкач
Компьютерная верстка: Е.А. Боровикова
Корректор: Е.В. Никитчик

Подписано к печати 31.01.2012 г. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».
Усл. п. л. 0.93. Уч. изд. л. 1.0. Тираж 50 экз. Заказ № 134. Отпечатано на ризографе
учреждения образования «Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.