

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 30.06.2026 10:02:47
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Рязанский институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

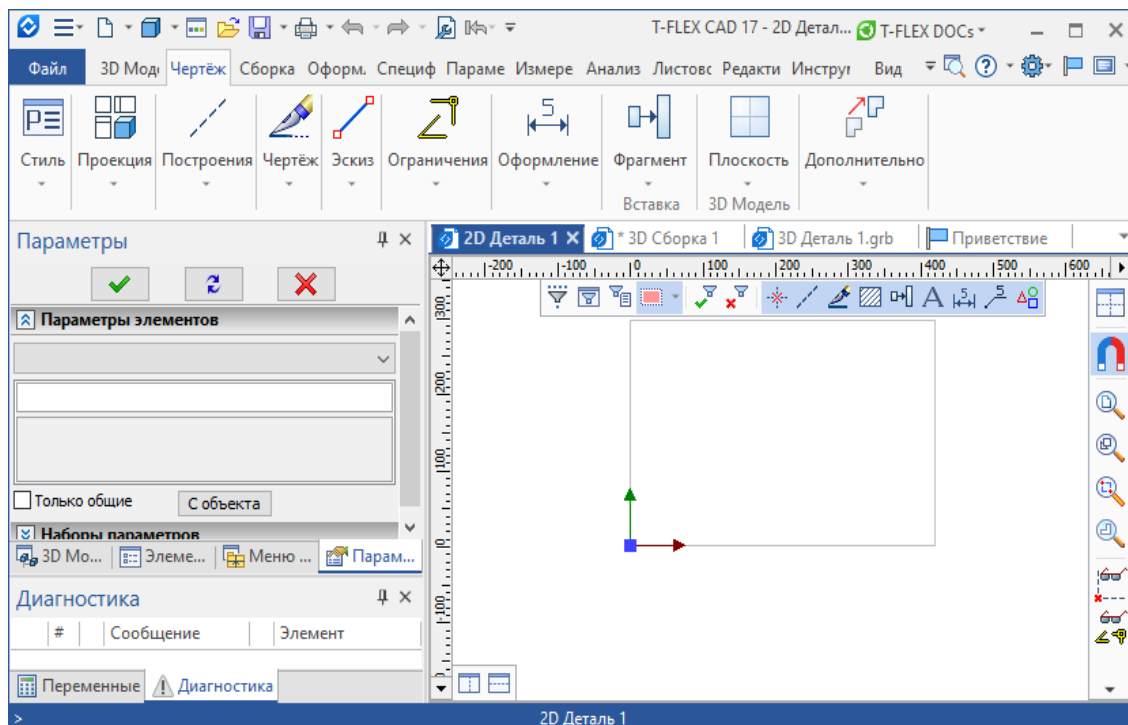
Кафедра «Энергетические системы и точное машиностроение»

А.Н. Паршин, Н.Н. Татарников, А.Д. Чернышев

ДВУХМЕРНОЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЧЕРЧЕНИЕ В T-FLEX CAD ВЕРСИИ 17

Часть 1

Методические указания к практическим занятиям



Рязань
2024

УДК 004.92
ББК 32.973.26-018.2
П18

Паршин, А.Н.

- П18** Двухмерное параметрическое проектирование и черчение в T-Flex версии 17. Часть 1: Методические указания к практическим занятиям / А.Н. Паршин, Н.Н. Татарников, А.Д. Чернышев. – Рязань : Рязанский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2024. – 48 с.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Машиностроительная компьютерная графика в системе «T-Flex» и «Компьютерная графика в системе «T-Flex» содержит краткое описание основных положений работы в системе T-Flex CAD 2D версии 17 автоматизированного программного комплекса T-Flex. Практический курс изучения системы T-Flex CAD 2D версии 17 состоит из двух частей и шести практических работ. В каждую работу входят теоретическая часть, где приводится описание команд и опций, типовые и контрольные графические задания.

Методические указания предназначены для студентов направлений подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 21.03.01 Нефтегазовое дело всех форм обучения.

Печатается по решению Методической комиссии Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

УДК 004.92
ББК 32.973.26-018.2

© Паршин А.Н., Татарников Н.Н.,
Чернышев А.Д., 2024
© Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического
университета, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Основные понятия при работе с системой T-Flex CAD 2D версии 17.....	5
Практическое занятие № 1 – Знакомство с системой T-FLEX CAD.	
Основные понятия. Способы построения и редактирования чертежа	11
1 Теоретическая часть	11
2 Типовые графические задания	16
3 Содержание отчёта	24
Практическое занятие № 2 – Формирование параметрических зависимостей между геометрическими элементами. Геометрические построения. Нанесение размеров	25
1 Теоретическая часть	25
2 Типовые графические задания	31
3 Содержание отчёта	33
Практическое занятие № 3 – Создание и редактирование копий в T-FLEX CAD. Фаски. Штриховки	33
1 Теоретическая часть	33
2 Типовые графические задания	40
3 Содержание отчёта	45
Библиографический список	47

Введение

Одним из важных направлений повышения эффективности промышленного сектора экономики является применение современных информационных технологий. Такие технологии при грамотном использовании могут выполнять не только рутинные однотипные операции, но и оказывать помощь в принятии решения с увеличением времени, необходимого для творческой работы. Большую роль в творческой работе конструкторов и технологов играет в настоящий момент выбор системы проектирования.

T-FLEX CAD – система параметрического автоматизированного проектирования и черчения. Высокоэффективные средства системы T-Flex CAD позволяют использовать её для решения широкого круга задач: проектирования оборудования и инструмента, составления технологических карт и спецификаций, подготовки данных для разработки технологических процессов, динамического графического моделирования процессов и изделий, механизмов и машин, дизайна промышленных изделий и оборудования [1, 2]. Поэтому система T-Flex CAD широко применяется в учебном процессе, на многих предприятиях России и за рубежом.

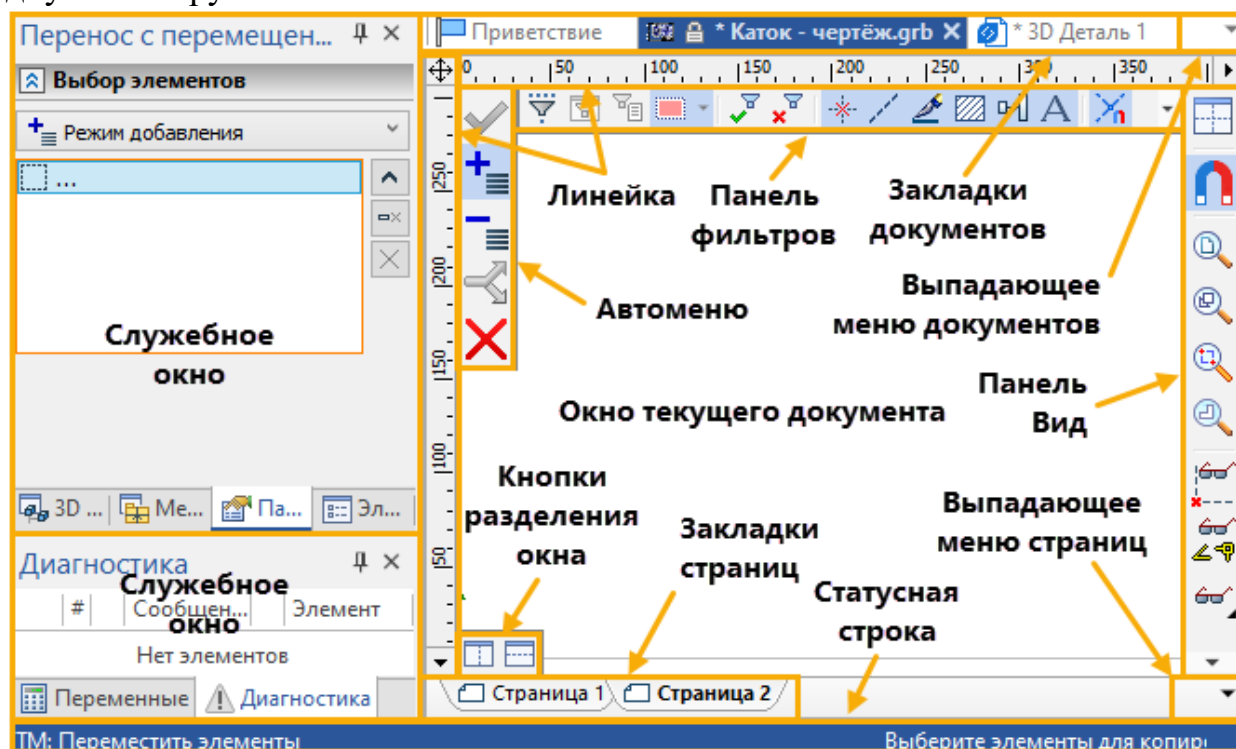
Система T-Flex CAD 2D версии 17 проста в использовании и, в тоже время, обеспечивает высокую степень гибкости благодаря возможностям изменения изображаемого объекта за счет назначения геометрических параметров через переменные. Параметрическая модель лежит в основе чертежа, что позволяет вносить изменения в любое время (на стадии создания или уже в готовой модели). Изменяя параметры чертежа, получают чертежи нового проектируемого изделия. При этом не требуется специальных знаний в области программирования.

Основные понятия при работе с системой T-Flex CAD 2D версии 17

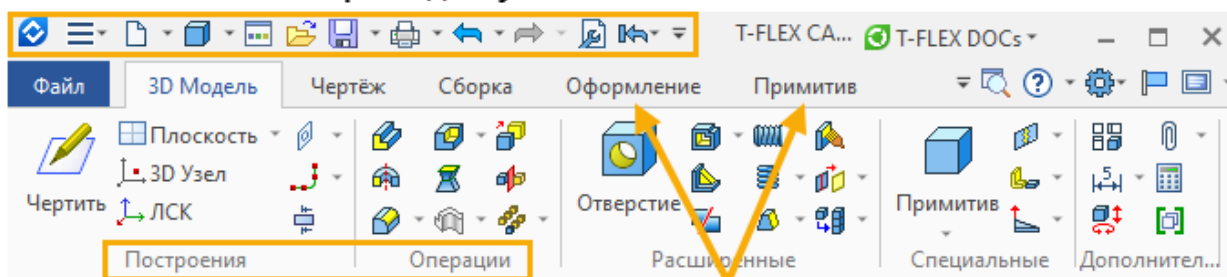
1 Служебные окна и элементы управления

Служебные окна и элементы управления показаны на рисунке 1.

Конфигурация диалоговых элементов управления T-FLEX CAD (присутствие и положение элементов) может быть изменена по желанию пользователя. Для этого можно воспользоваться пунктом меню «Настройка/Окна» или «Настройка/Настройка...». Также для этого можно воспользоваться правой клавишей мыши, указав при этом на автоменю или одну из инструментальных панелей.



Панель быстрого доступа



Названия групп

Закладки

Рисунок 1 – Служебные окна и элементы управления

Окно текущего документа предназначено для вывода изображения чертежа. Создание и редактирование чертежей происходит только в этом окне. **Линейка** показывает координаты по осям X и Y текущего окна чертежа.

Автоменю – пиктографическое меню, показывающее доступные опции текущей команды. Если не задана текущая команда, поле автоменю остаётся пустым.

Главная инструментальная панель содержит команды T-FLEX CAD в виде пиктограмм. В окне системы, помимо главной панели, может содержаться несколько инструментальных панелей (в том числе созданных пользователем). Панели могут быть плавающими или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.

Статусная строка содержит имя текущей команды, подсказку для пользователя, значения текущих координат X и Y, а также значение дополнительной координаты (в зависимости от текущей команды).

Системная панель содержит поля для изменения текущих установок элементов: цвет, тип линии, уровень, слой. Также содержит кнопки для выполнения команд конфигурации слоёв, конфигурации уровней текущего документа и кнопки для установки селектора.

Закладки страниц служат для быстрого перемещения по страницам текущего многостраничного документа. Для перехода на нужную страницу необходимо выбрать её закладку. Если страница документа скрыта, соответствующая ей закладка не отображается.

Закладки документов служат для быстрого перемещения по открытым документам. Для перехода в окно нужного документа необходимо выбрать его закладку.

Окно параметров используется для задания параметров в прозрачном режиме во многих 2D и 3D командах. Это окно может быть плавающим или размещено вдоль одной из границ главного окна системы.

Окно общего вида показывает полное изображение чертежа, независимо от текущего окна чертежа. Позволяет осуществить быстрое перемещение к любому месту чертежа. Это окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.

Меню документов содержит графическое и текстовое представление библиотек и чертежей текущей конфигурации библиотек. Служит для быстрой загрузки необходимого чертежа или просмотра библиотек чертежей. Это окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.

Окно диагностики предназначено для вывода сообщений об ошибочных ситуациях, которые могут возникать при работе системы T-FLEX CAD. Окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.

Окно «Переменные» – дополнительное окно редактора переменных, позволяющее работать с переменными в прозрачном режиме, одновременно с работой на поле чертежа или 3D модели. При изменении выражения переменной в данном окне производится прозрачная регенерация модели. Все изменения сразу же отражаются на чертеже. Данное окно может быть плавающим, размещенным вдоль одной из сторон главного окна системы или быть всплывающим.

2 Основные типы элементов системы T-FLEX CAD при создании чертежа

Система T-FLEX CAD использует при создании чертежа несколько типов элементов.

Элементы построения. Формируют каркас чертежа. С ними связаны элементы изображения, которые и являются тем реальным изображением, которое мы хотим в итоге получить. К элементам построения относятся линии построения и узлы. Линии построения и узлы – основные элементы, формирующие параметрическую модель чертежа. По аналогии с черчением их можно сравнить с тонкими карандашными линиями, которые затем обводятся тушью. С помощью задания различных типов линий построения и узлов устанавливается взаимосвязь элементов построения и определяется порядок расчета их положения при параметрическом изменении чертежа. Они присутствуют только на экране и не выводятся на принтер или плоттер, а также не экспортируются.

Элементы изображения. Формируют изображение чертежа. К элементам изображения относятся линии изображения, размеры, тексты, штриховки, допуски формы и расположения поверхностей и т. д. Они могут «привязываться» к элементам построения. В этом случае, при изменении положения линий построения и узлов, элементы изображения изменяют свое положение, что и является основной идеей параметризации в T-FLEX CAD. Эти элементы составляют изображение чертежа при выводе на принтер и плоттер.

К вспомогательным элементам, используемым в системе, относятся переменные, базы данных, отчеты, а также некоторые другие служебные данные.

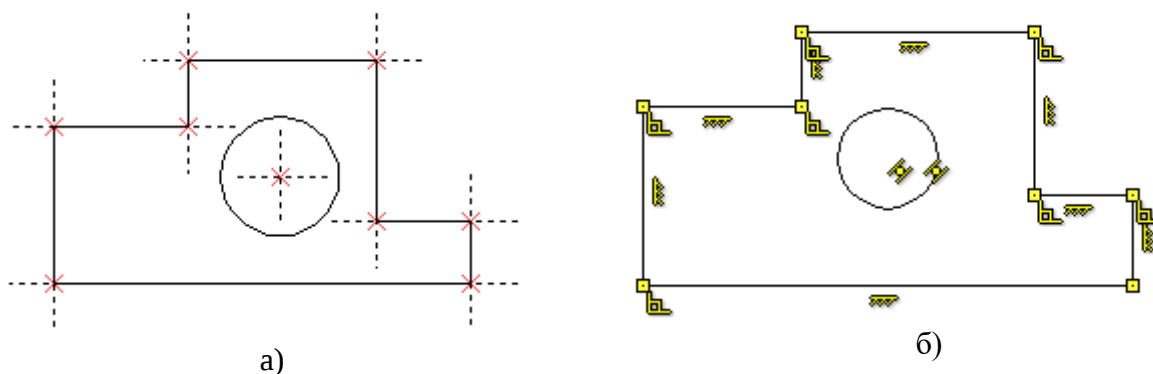
3 Методы построения чертежа

В системе T-FLEX CAD чертёж может быть построен одним из следующих способов.

Параметрический чертёж (рисунок 2а). Это основной режим работы системы T-FLEX CAD. Используя преимущества параметрического проектирования T-FLEX CAD, вы можете создать чертёж, который будет легко изменяться по вашему желанию. Также вы можете использовать этот чертёж в качестве элемента параметрической библиотеки для использования его в других, более сложных, чертежах. При этом вы можете задавать его положение и параметры для изменения изображения.

Непараметрический чертёж – эскиз (рисунок 2б). То есть чертёж, созданный аналогично большинству известных CAD-систем. Чертёж строится с использованием стандартного набора функций создания различных примитивов (отрезков, дуг, окружностей, эллипсов, сплайнов и т. п.) и механизма объектных привязок. Такие чертежи не обладают

преимуществами параметрических чертежей по эффективному изменению параметров (размеров), однако их создание в ряде случаев происходит быстрее и может дать выигрыш в тех случаях, когда не требуется существенная последующая модификация.



а – параметрического; б – непараметрического

Рисунок 2 – Примеры чертежей

Построение чертежа с использованием вариационного проектирования (Эскиз с Ограничениями). Чертёж создаётся при помощи команды «Эскиз» в режиме автоматического создания ограничений. В процессе создания линий изображения система сама устанавливает зависимости между элементами. Ограничения позволяют изменять геометрию моделей, устанавливая отношения между линиями чертежа. Управляющие размеры позволяют быстро и наглядно изменять созданный чертёж. Управляющие размеры могут быть созданы вручную или в автоматическом режиме.

Построение непараметрического чертежа (Эскиз без Ограничений). Данный способ создания чертежа предусматривает быстрый ввод линий изображения. При создании элементов эскиза используются объектные привязки и динамические подсказки, но не используются ограничения. Такие чертежи не обладают преимуществами параметрических чертежей по эффективному изменению параметров (размеров). Создание таких чертежей имеет смысл в тех случаях, когда не требуется существенное изменение размеров изделия.

4 Работа с мышкой

Работа в T-FLEX CAD ведётся в основном с помощью мыши. Клавиатура же используется для ввода числовых значений, имён, иногда для запуска команды с помощью горячих клавиш.

Использование левой кнопки мыши:

- наведение курсора на пиктограмму и нажатие левой кнопки мыши запускает соответствующую пиктограмме команду;
- наводя курсор на элементы текстового меню, можно также запускать команды нажатием левой кнопки мыши;

- наведением курсора на 2D элемент построения или изображения в окне чертежа и нажатием левой кнопки мыши осуществляется выбор этого элемента и вызов команды его редактирования;

- наведение курсора на 2D элемент и двойное нажатие левой кнопки мыши вызывает диалоговое окно «Параметры элемента»;

- для перемещения 2D элемента необходимо навести курсор на элемент, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская клавиши мыши, переместить курсор;

- последовательное указание с помощью левой кнопки мыши на 2D или 3D элементы при нажатой левой клавише «<Shift>» на клавиатуре позволяет выбрать группу элементов;

- группу 2D элементов можно выбрать, указав с помощью курсора при нажатой левой кнопки мыши прямоугольную область в поле чертежа. Если при задании прямоугольной области курсор перемещается слева направо, то выбираются все элементы, целиком входящие в указанную область. Рамка выбора при этом рисуется на экране сплошной линией. При движении курсора справа налево происходит выбор объектов текущей рамкой. Это означает, что выбираются не только объекты, полностью попадающие в прямоугольник выбора, но и объекты, пересекаемые этим прямоугольником. В таком случае рамка выбора рисуется на экране штриховой линией;

- удалить элемент из группы выбранных можно, указав на него с помощью левой кнопки мыши при нажатой *левой* клавише «<Ctrl>» на клавиатуре;

- наведение курсора на выбранную группу элементов и нажатие левой кнопки мыши или двойном её нажатии приводит к переходу в режим перемещения выбранных элементов.

Использование правой кнопки мыши:

- при работе с большинством команд нажатие правой кнопки мыши отменяет выполнение последнего действия или всей команды. В некоторых командах (например, при построении сплайна или создании штриховки) при нажатии правой кнопки пользователю предоставляется возможность выбрать следующие действия: отмена создания элемента, отмена выбора последнего элемента или окончание ввода;

- в случае, если не активна ни одна из команд, нажатие правой кнопки мыши вызывает **контекстное меню**. Меню состоит из доступных в данный момент для конкретного элемента команд. Состав контекстного меню будет отличаться в зависимости от того, в какое место указывал курсор: на элементы чертежа, в служебное пространство T-FLEX CAD – в область панелей и меню, на служебное окно и т. д. Для запуска команды наведите курсор на соответствующую строчку контекстного меню и нажмите левую кнопку мыши. Контекстное меню также можно вызвать при работе с диалоговыми окнами.

Использование мыши IntelliMouse (с колесом посередине)

Если вы используете специальную мышь IntelliMouse (с колесом посередине), то операции увеличения/уменьшения и перемещения окна чертежа значительно упростятся. Увеличение/уменьшение окна чертежа осуществляется

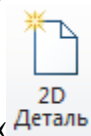
вращением колеса мыши, а перемещение окна достигается соответствующим перемещением курсора при нажатом колесе мыши.

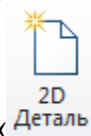
5 Создание, открытие и сохранение документа

Создание нового документа

Для создания новых документов можно использовать диалог «Приветствие», которое при стандартных настройках системы всегда присутствует на экране и с его помощью можно создавать новые документы на основе прототипов, а также открывать уже существующие документы из списка ранее использованных. Помимо диалога «Приветствие», для создания новых документов можно использовать команды, сгруппированные в текстовом меню «Файл». («Файл | Создать | 2D деталь»).

Также для создания нового документа вы можете воспользоваться



командой «Создать новую 2D деталь» «».

При вызове команды создаётся новый чертёж без имени (Без имени 1, Без имени 2). При сохранении чертежа вам необходимо будет задать его имя.

Открытие документа

Открытие документа в системе T-FLEX CAD осуществляется с помощью



команды «О: Открыть документ» «». Вызов команды («Файл | Открыть...»).

На экране появится окно диалога «Открыть». Данное окно является стандартным окном открытия файлов для приложений Windows за исключением некоторых дополнительных элементов.

Сохранение документа

Команда «S»: Сохранить документ» «» сохраняет текущий документ («Файл|Сохранить»).

Команда «SV: Сохранить документ с другим именем» «» позволяет сохранить текущий документ в новый файл с другим именем, не удаляя исходного документа («Файл|Сохранить как...»).

Команда «SL: Сохранить все документы» «» позволяет сохранить все, открытые на данный момент документы («Файл|Сохранить все»).

Практическое занятие № 1 – Знакомство с системой T-FLEX CAD. Основные понятия. Способы построения и редактирования чертежа

Цели занятия:

- 1) освоение элементов построения и изображения, способов их редактирования при создании параметрического чертежа;
- 2) задание параметров элементов чертежа;
- 3) формирование простых геометрических элементов построения и изображения.

1 Теоретическая часть

1.1 Создание элементов построения в системы T-FLEX CAD

Линии построения – это базовые элементы параметрической модели в T-FLEX CAD. Они являются тонкими конструкционными линиями, с помощью которых вы создаете параметрический каркас вашего чертежа. К линиям построения относятся бесконечные прямые, окружности, эллипсы, сплайны, эквидистанты, функции, пути. На экране линии построения отображаются в виде штриховых линий.

1.1.1 Методы создания бесконечных прямых

Команду построения бесконечных прямых можно вызвать с помощью



команды «Прямая» или из текстового меню («Построения|Прямая»). С помощью этой команды можно построить следующие бесконечные прямые:

- в абсолютных координатах с помощью опций «» (создать горизонтальную прямую), «» (создать вертикальную прямую), «» (создать две перпендикулярные прямые и узел в месте их пересечения). Для таких прямых в качестве параметров задаются их координаты в абсолютной системе координат чертежа. В параметрических чертежах с жёстко заданными топологическими связями должны быть построены только две базовые перпендикулярные друг другу прямые. Эти прямые образуют локальную систему координат параметрического чертежа, поэтому они стоятся один раз. При дальнейших построениях чертежа, этими опциями стараются не пользоваться;

- прямые, параллельные уже построенной базовой прямой, строят без обращения к опциям автоменю. Необходимо указать курсором базовую прямую и задать в окне свойств расстояние между этой прямой и параллельно строящейся;

- наклонная прямая имеет в качестве параметра угол наклона к уже построенной базовой прямой. Для построения такой прямой необходимо

выбрать 2D узел чертежа, через который будет проходить прямая, либо касательную окружность, далее выбрать базовую прямую, а затем задать параметр. Также построение наклонной прямой можно выполнить, не указывая базовой прямой, при этом угол наклона задается в абсолютной системе координат;

- прямая, перпендикулярная базовой прямой, строится следующим образом: сначала выбирается 2D узел, через который будет проходить прямая, далее базовая прямая, а затем опция «»;

- пропорциональная прямая (прямая линия, проходящая перпендикулярно прямой, соединяющей два узла) строится в таком порядке: вначале выбирается первый узел, далее опция «», затем – второй узел, а после этого задается параметр в окне свойств – коэффициент пропорциональности расстояния между выбранными узлами;

- прямые, проходящие через два узла, касающиеся двух элементов построения, или проходящие через 2D узел и касающиеся одного элемента построения, строятся одинаковым методом. При этом выбираются нужные элементы построения или узлы без обращения к опциям автоменю.

1.1.2 Методы создания окружностей

Команду построения окружностей можно вызвать с помощью команды



«Окружность» или из текстового меню («Построения|Окружность»). После вызова команды необходимо выбрать элементы, задающие положение окружности на чертеже. Прямые или окружности, которых будет касаться строящаяся окружность, выбираются правой кнопкой мыши. Используя эту команду, можно построить следующие окружности:

- окружность с центром в узле, строится в режиме «». Для построения такой окружности необходимо задать два элемента: либо центр и радиус (диаметр), либо центр и узел, через который проходит окружность, либо центр и касание к прямой или другой окружности. В качестве центра выбирается узел чертежа или пересечение линий построения. Если необходимо точно задать радиус или диаметр, то его значение набирается в окне свойств (рисунок 3), без вызова этой опции радиус или диаметр будет взят по положению курсора. Если задается касание или узел, то необходимо указать курсором на нужный элемент построения чертежа.

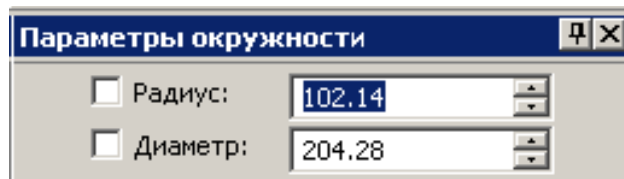


Рисунок 3 – Окно свойств параметров окружности



- окружность, проходящая через узел чертежа, строится в режиме «». Для построения такой окружности нужно задать узел, через который проходит окружность, и любые два элемента из перечисленных: другие узлы, радиус, диаметр, касательные окружности или прямые;

- окружность, симметричная заданной относительно оси, строится в следующем порядке: вначале выбирается опция «», затем ось симметрии в виде бесконечной прямой, затем заданная окружность. Этот режим действует до отмены опции, поэтому с помощью этой опции можно построить несколько окружностей, симметричных заданным относительно выбранной оси;

- окружность, концентричная заданной, строится следующим образом: вначале выбирается опция «», затем заданная окружность, а после этого задается параметр – смещение (разность радиусов окружностей) с помощью окна свойств или курсором. Если значение задаваемого параметра положительное, то строящаяся концентричная окружность будет больше заданной, а в противном случае – меньше заданной.

1.1.3 Методы создания эллипсов

Команду построения эллипсов можно вызвать с помощью пиктограммы «» или из текстового меню («Построения|Эллипс»). После вызова команды необходимо выбрать элементы, задающие положение эллипса на чертеже, аналогично команде построения окружностей. При этом вначале с помощью элементов построения задается значение первой полуоси эллипса, а потом указывается значение второй полуоси эллипса в окне свойств или мышью.

1.1.4 Методы создания сплайнов

Команду построения сплайнов можно вызвать с помощью пиктограммы «» или из текстового меню («Построения|Сплайн»). При создании сплайнов можно использовать уже существующие узлы чертежа или автоматически создавать новые. При установленном режиме «» связанного рисования новые узлы могут создаваться только на пересечении линий построения, а в режиме «» свободного рисования, кроме этого, создаются и свободные узлы «», то есть узлы, не связанные с другими элементами чертежа. При выборе каждого следующего узла на экране появляется динамическое изображение создаваемой кривой. Завершить построение сплайна можно с помощью опции «» или нажатием клавиши «<End>».

1.1.5 Методы создания эквидистант

Команду построения эквидистант можно вызвать с помощью пиктограммы «» или из текстового меню («Построения|Кривая смещения»). При создании эквидистант вначале выбирается сплайн или эллипс, далее

указывается узел, через который проходит эквидистанта, или с помощью опции «» задаётся смещение эквидистанты от заданной кривой.

1.1.6 Методы создания функций

Команду построения функций можно вызвать с помощью пиктограммы «» или из текстового меню («Построения|Функция»). Функции бывают нескольких видов: явная, параметрическая, полярная, полярно-параметрическая. При создании функций вначале выбирается первый узел, характеризующий начало системы координат строящейся функции, потом – второй узел, отвечающий за направление оси X или начального угла поворота строящейся функции, а далее в окне «Параметры функции» (рисунок 4) набирается математическое выражение для строящейся функции, путём задания пределов для параметра «#1» функции, масштабов по осям X и Y, числа шагов и параметров сплайна по полилинии. После этого необходимо нажать на кнопку «ОК» для построения функции.

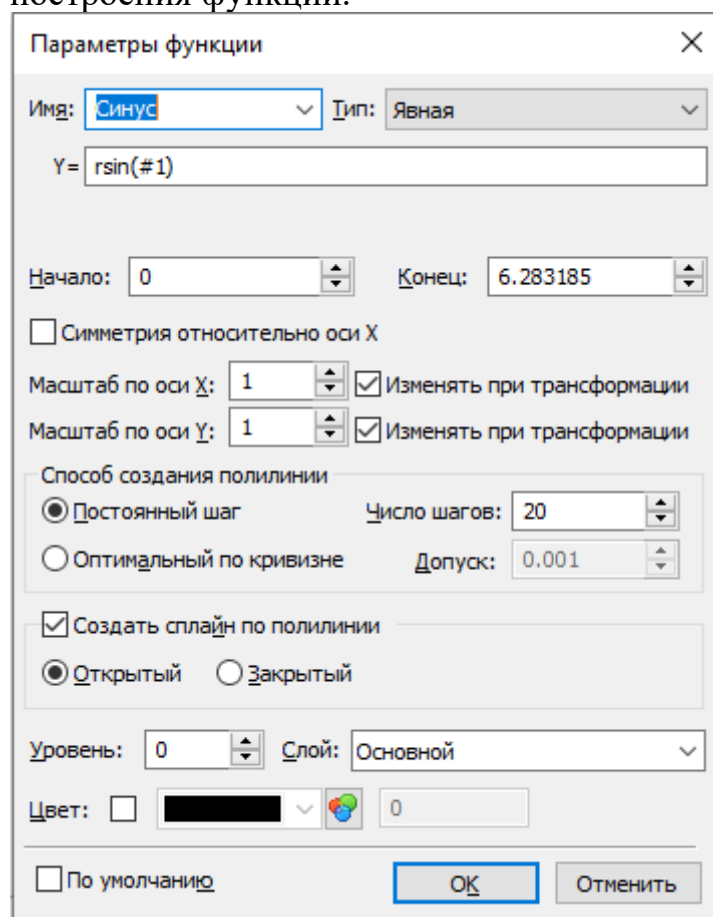


Рисунок 4 – Окно «Параметры функции»

1.1.7 Методы создания путей

Команду построения путей можно вызвать с помощью пиктограммы «» или из текстового меню («Построения|Путь»). Путь представляет собой линию построения, состоящую из последовательных участков других линий построения. Сначала необходимо выбрать или создать начальный узел пути. Затем последовательно выбираются линии построения (изображения) и узлы.

Завершить построение пути можно с помощью опции «» или нажатием клавиши «<End>». В отличие от штриховки путь может быть незамкнутым.

1.1.8 Методы построения 2D узлов

Узлы являются одними из самых существенных элементов T-FLEX CAD. Ведь именно они являются начальными и конечными точками линий изображения. Они напрямую участвуют при создании размеров и сплайнов. К ним могут быть «привязаны» элементы изображения всех остальных типов. Важную роль играют узлы и при создании линий построения. Существуют следующие типы узлов:

- связанный узел – точка пересечения двух линий построения;
- свободный узел – узел, не являющийся точкой пересечения линий. Он просто располагается на чертеже и отображается на чертеже квадратом;
- узел с фрагмента – узел с чертежа T-FLEX, включенного в текущий чертеж;
- узел, построенный относительно другого узла. Его положение задается смещением относительно другого узла. Смещение может быть задано константами или при помощи переменных. Узел данного типа может использоваться в качестве вспомогательной точки, когда какой-либо элемент необходимо привязать не точно к оригинальному узлу, а с некоторым смещением от него;
- узел, лежащий на линии построения, на заданном расстоянии по этой линии построения от узла;
- узел, являющийся характерной точкой линии построения. К категории таких узлов относится узел, лежащий в центре окружности; узел, находящийся в начальной или конечной точке сплайна или другой кривой;
- узел, находящийся на кривой и делящий её в заданной пропорции;
- узлы, лежащие в характерных точках элементов. К этой категории относятся узлы, лежащие на выносных линиях размеров, надписях, на концах линий изображения, созданных копированием и т. д.

Узел на пересечении линий построения можно создать, не выходя из команд создания линий построения, если подвести курсор к нужному месту и нажать «<Пробел>» или нажать левую кнопку мыши. Также можно вызвать специальную команду «» («Построения|Узел») и указать курсором на нужное место. Если элементов построения в одном месте чертежа много, то чтобы избежать ошибки, следует указать курсором последовательно на каждый из элементов построения, на пересечении которых необходимо построить узел.

1.2 Редактирование линий построения

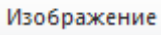
Команду редактирования линий построения можно вызвать с помощью пиктограммы «» или из текстового меню («Правка|Построения|Линии построения»). Эта команда позволяет редактировать элементы построения (линии построения: прямые, окружности, эллипсы, сплайны, узлы). Если

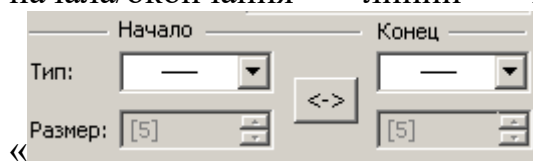
необходимо изменить положение, какого-либо элемента построения, достаточно лишь выбрать его с помощью левой клавиши мыши, переместить курсор в нужное место и снова нажать левую клавишу мыши. Для задания точного значения положения используется окно свойств. Редактирование линий построения удобнее осуществлять в установленном режиме динамического пересчета модели (опция «»). После вызова команды необходимо выбрать линию, подлежащую изменению. При редактировании можно изменить либо параметр линии построения, либо способ ее задания (опция «»). При вызове опции «» система предлагает заново построить редактируемую линию. Ограничением в данной опции является рекурсивное задание линии.

1.3 Создание линий изображения

Команду создания линий изображения можно вызвать с помощью



пиктограммы «» или из текстового меню («**Чертеж|Изображение**»). Некоторые параметры линий изображения можно задавать с помощью системной панели. В окне «Свойства» специально для задания параметров линий изображения имеются кнопки для задания типа линии изображения и начала/окончания линии изображения «»



». Кнопка «» предназначена для выбора наиболее часто используемых стилей линий изображения. Опции «, » позволяют выбирать один из двух режимов создания элементов построения - узлов в системе T-FLEX. Либо основной режим («связанное» рисование), при котором создаваемый узел является точкой пересечения линий построения, либо режим «свободного» рисования, когда узел не связан с другими конструктивными элементами, и его положение определяется абсолютными координатами чертежа. В общем случае для создания линии изображения необходимо:

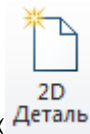
- указать начальный узел;
- указать линию построения (необязательное действие). Если линия построения не выбрана, то линия изображения будет являться отрезком, проходящим от начального до конечного узла.
- указать конечный узел.

2 Типовые графические задания

Войдите в систему T-FLEX CAD. Внимательно рассмотрите рисунки в упражнениях. На рисунках изображение указателя с цифрой, например, «»,

обозначает элемент или опцию, которые нужно выбрать в данный момент. Указатели пронумерованы в порядке выполнения построений. Изображение указателя без цифры обозначает место, в котором должен располагаться курсор перед заданием параметров элемента чертежа в окне свойств.

Выполните графические задания, создавая для каждого новый документ с



помощью команды «Деталь». Для сохранения полученных файлов каждому студенту рекомендуется создать в каталоге Студенты индивидуальную папку, а в ней - папку по номеру практической работы.

2.1 Построение и редактирование вертикальных, горизонтальных, наклонных, симметричных прямых. Создание изображения

Порядок выполнения задания изображен на рисунках 5-10.

2.1.1 Вызовите команду построения бесконечных прямых с помощью пиктограммы «».

2.1.2 Постройте две перпендикулярные прямые «а», «б» и 2D узел в точке их пересечения. Порядок построения: выбрать опцию «» в автоменю, затем поместить курсор в нужном месте экрана (рисунок 5а), нажать левую клавишу мыши, далее для выхода из опции построения двух перпендикулярных прямых нажать один раз правую кнопку мыши.

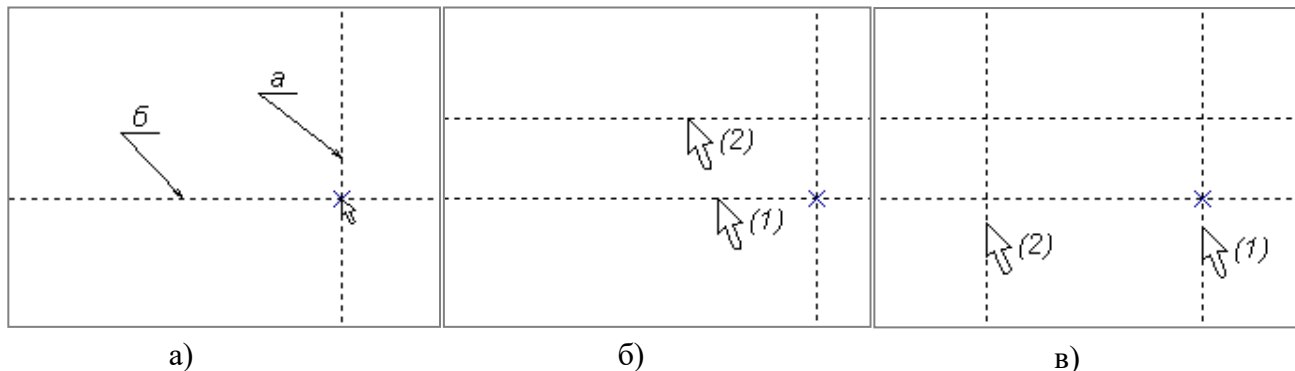


Рисунок 5 – Порядок построения перпендикулярных и параллельных прямых

2.1.3 Постройте горизонтальную прямую параллельно заданной. Порядок построения: выбрать базовую горизонтальную прямую (1), не выходя из команды построения бесконечных прямых, затем переместить курсор в нужное место экрана и нажать левую кнопку мыши (2) (рисунок 5б).

2.1.4 Постройте вертикальную прямую. Порядок построения: выбрать базовую вертикальную прямую (1), затем переместить курсор в нужное место экрана и нажать левую кнопку мыши (2) (рисунок 5в).

2.1.5 Постройте наклонную прямую, проходящую через узел чертежа. Порядок построения: выбрать точку пересечения перпендикулярных прямых или нужный узел чертежа (1), затем переместить курсор в нужное место экрана и нажать левую кнопку мыши (2) (рисунок 6а).

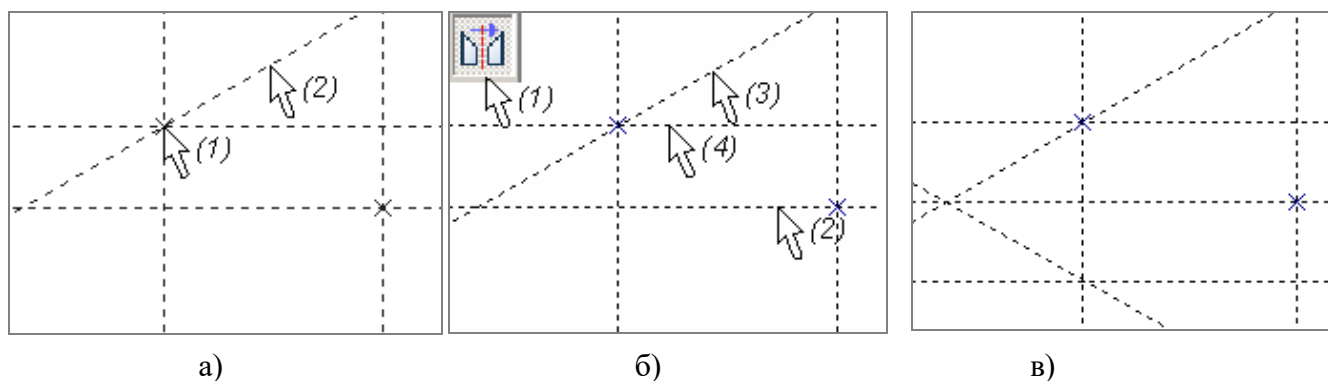


Рисунок 6 – Порядок построения наклонной и симметричных прямых

2.1.6 Постройте прямые, симметричные относительно горизонтальной базовой прямой (2) (рисунок 6б). Порядок построения: вызвать опцию «» (1), затем указать на ось симметрии (2), после этого на прямые (3) и (4), симметричные копии которых нужно создать. Результат выполнения команды – рисунок 6б).

2.1.7 Создайте изображение чертежа, соблюдая типы линий изображения.



Порядок построения: вызвать команду « Изображение». По умолчанию в команде установлен тип линии «Основная», эта информация отображена на системной панели (смотри рисунок 1). Далее выбрать узел, с которого начнется создание изображения (1) (рисунок 7а), затем подвести курсор мыши к линии построения, дождаться изменения изображения курсора мыши и цвета линии построения, нажать левую клавишу мыши. При этом линия изображения начинает двигаться по линии построения. После этого последовательно указывать курсором на линии построения (2)-(7), на которых необходимо расположить линии изображения. Для завершения команды нужно указать на узел, которым закончится линия изображения (8), и нажать правую клавишу мыши. Затем с помощью кнопки «» на системной панели установить тип линии «Осевая» (рисунок 7б) и вычертить ось (1) (рисунок 7в). Полученный чертеж имеет произвольные размеры, так как при построениях не задавались точные значения параметров линий построения.

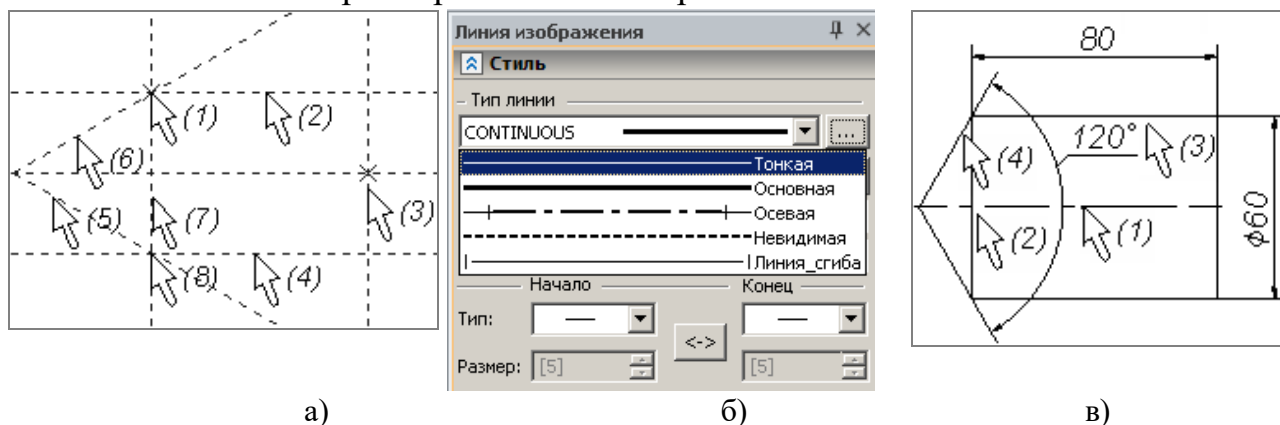


Рисунок 7 – Порядок создания линий изображения

2.1.8 Для изменения параметров чертежа до размеров, показанных на рисунке 7, в), выполните редактирование линий построения. Порядок построения: при пустом автоменю, подвести курсор мыши к редактируемой линии построения, дождаться когда линия построения подсветится, нажать левую клавишу мыши, задать в окне свойств линии построения необходимый параметр и нажать левую клавишу мыши или кнопку «Enter» на клавиатуре. Если в режиме редактирования в автоменю установить режим динамического пересчета модели «», то чертеж в процессе редактирования будет динамически изменяться. Для вертикальной прямой (2) (рисунок 7в) значение расстояния равно 80 мм, для горизонтальной (3) – 30 мм, для наклонной прямой (4) значение угла наклона – 60° . Полученный файл сохранить с именем «рис_1», при этом размеры на чертеже не проставлять.

2.2 Построение наклонных и перпендикулярных прямых. Построение касательной окружности

2.2.1 Выполните подготовительный этап. Порядок построения: вызвать команду «». При помощи опции «» построить базовые прямые в нижней части экрана. Вызвать команду «» «Изменить построения». При помощи опции «» убрать выступание построенных прямых. Вызвать команду «». Построить прямую, проходящую под углом 60° к горизонтальной оси. Порядок построения аналогичен построению наклонной прямой, проходящей через узел чертежа (пункт 2.1.5). При этом после выбора узла необходимо указать левой клавишей мыши линию построения относительно, которой будет задаваться угол наклона, а в окне свойств линии построения задать числовое значение угла, и нажать левую клавишу мыши или кнопку «Enter» на клавиатуре (рисунок 8а).

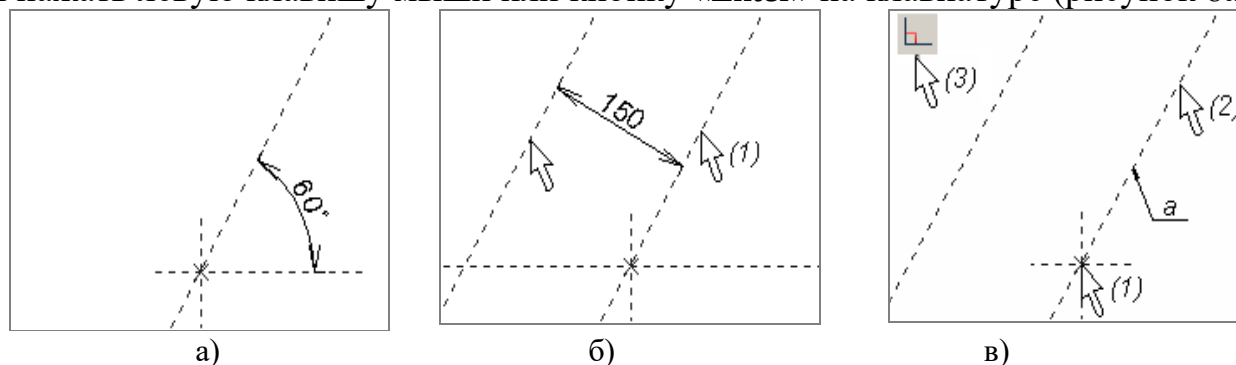


Рисунок 8 – Порядок создания наклонной, параллельной и перпендикулярной прямых

2.2.2 Постройте прямую, параллельную наклонной прямой. Порядок построения: указать курсором на наклонную прямую (1) (рисунок 8б), затем в окне свойств элемента построения задать числовое значение 150 мм и нажать левую клавишу мыши или кнопку «Enter» на клавиатуре.

2.2.3 Постройте прямую, перпендикулярную прямой «а» (рисунок 8в). Порядок построения: указать курсором на узел, через который должна

проходить прямая (1), затем левой клавишей мыши указать на прямую (2), после чего в автоменю выбрать опцию «».

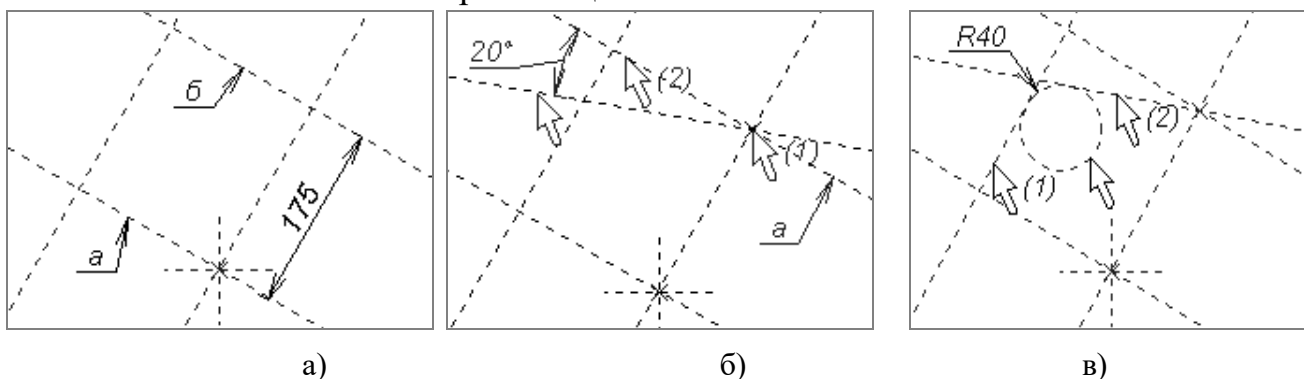


Рисунок 9 – Порядок создания параллельной и наклонной прямых, а также касающейся их окружности

2.2.4 Постройте прямую «б» (рисунок 9а), параллельно отстоящую от прямой «а» на 175 мм. (Построения аналогичны рассмотренным в пункте 2.2.2).

2.2.5 Постройте прямую, проходящую под углом 20° к прямой «а» (рисунок 9б). (Построения аналогичны рассмотренным в пункте 2.2.1).

2.2.6 Постройте окружность, касающуюся двух прямых. Порядок построения: вызвать команду «», указать курсором на прямую (1) (рисунок 9в), затем на прямую (2). Далее в окне свойств элемента построения задать числовое значение радиуса 40 мм и нажать левую клавишу мыши или кнопку «Enter» на клавиатуре.

2.2.7 Создайте изображение, учитывая типы линий согласно рисунка 10 с

помощью команды « Изображение». Убрать выступание прямых линий при помощи опции «» в команде «». Полученный файл сохранить с именем «рис_2».

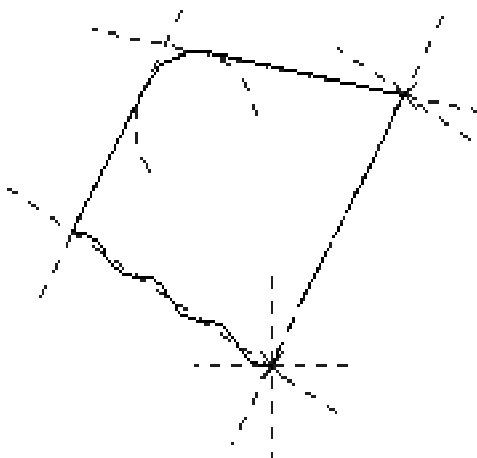


Рисунок 10 – Порядок обводки линий построения линиями изображения

2.3 Построение сопряжений

2.3.1 Постройте опорные линии для центров окружностей при помощи команды «». Порядок построения: при помощи опции «» построить прямые в правом нижнем углу. Это базовые прямые. Построить вертикальную прямую на расстоянии 150 мм от базовой. Построить горизонтальную прямую на расстоянии 100 мм от базовой. Построить узел на пересечении прямых с помощью опции «» (рисунок 11). Убрать выступание прямых линий при помощи опции «» в команде «».

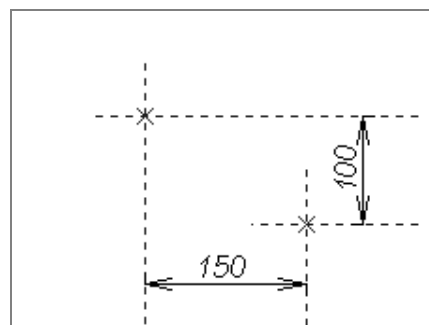
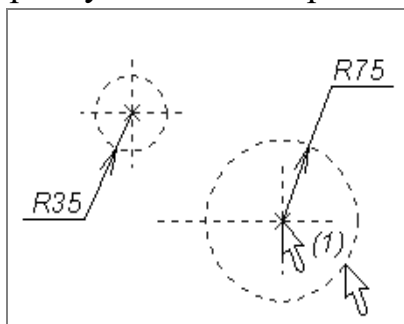
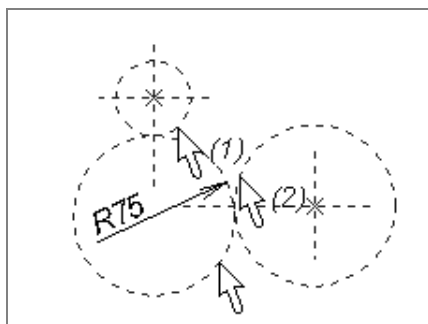


Рисунок 11 – Построение узла в точке пересечения прямых

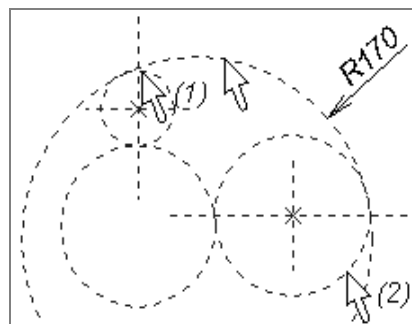
2.3.2 Построить окружность радиусом 75 мм. Порядок построения: вызвать команду «». Указать курсором на узел (1) (рисунок 12а), затем задать радиус окружности в окне свойств элемента построения. Окружность радиусом 35 мм строится аналогично.



а)



б)



в)

Рисунок 12 – Порядок построения касающихся окружностей

2.3.3 Постройте сопрягающуюся окружность с внешним касанием. Порядок построения: подвести курсор к окружности (1) (рисунок 12б), дождаться момента, когда рядом с курсором высветится условный знак, обозначающий окружность (1), нажать левую клавишу мыши, затем аналогично, нажатием левой клавиши мыши, указать окружность (2). Значение радиуса 75 мм касающейся окружности задать в окне свойств элемента построения и нажать левую клавишу мыши в тот момент, когда рядом с курсором не высвечивается условный знак.

2.3.4 Постройте сопрягающуюся окружность с внутренним касанием. Порядок построения аналогичен рассмотренному в пункте 2.3.3. При этом после указания окружностей касания (1) и (2) (рисунок 12в) необходимо, двигая курсором мыши, выбрать внутренний тип касания, указать в окне свойств элемента построения радиус 170 мм и нажать клавишу «Enter» на клавиатуре или левую клавишу мыши в тот момент, когда рядом с курсором не высвечивается условный знак.

2.3.5 Постройте концентричную окружность. Порядок построения: находясь в команде «», выбрать опцию «», затем указать на окружность (1) (рисунок 13а). В окне свойств элемента построения, задать разность радиусов окружностей, равную – 15 мм. Построения для другой окружности аналогичны.

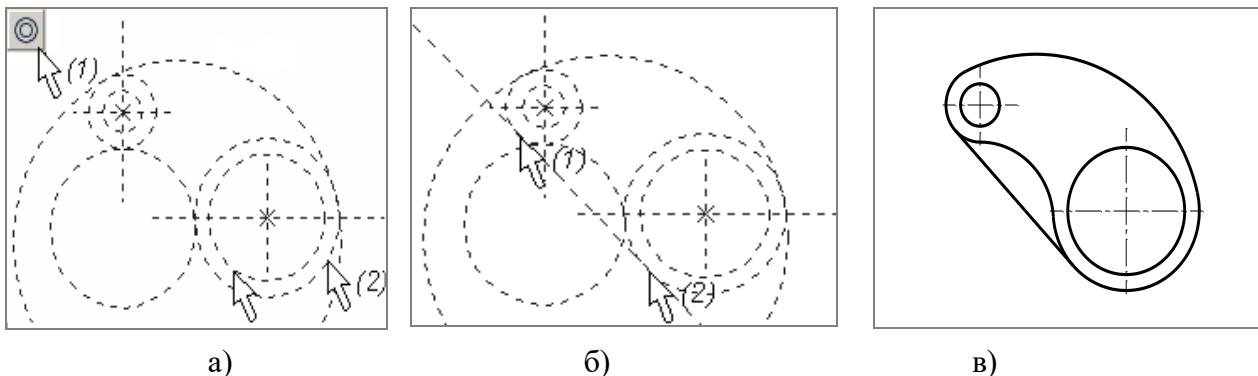


Рисунок 13 – Порядок построения концентрических окружностей, касательной прямой и изображения чертежа

2.3.6 Постройте касательную прямую. Порядок построения: вызвать команду «». Аналогично построению касательных окружностей, располагая курсор в указанных местах поля чертежа, выбрать сначала окружность (1) (рисунок 13б), затем окружность (2).

2.3.7 Создайте изображение чертежа. Порядок построения: вызвать команду « Изображение» и вычертить контур основной линией (рисунок 13в). Для нанесения осевых линий воспользоваться командой «» («Чертеж|Оси»).

Полученный файл сохранить с именем «рис_3».

2.4 Построение пропорциональных прямых и сплайнов

2.4.1 Выполните подготовительный этап. Порядок построения: вызвать команду «». При помощи опции «» построить базовые прямые в нижней части экрана. Далее при помощи опции «» построить прямую, параллельную вертикальной прямой, на расстоянии 250 мм (рисунок 14а).

2.4.2 Постройте прямую, являющуюся осью симметрии двух прямых. Порядок построения: находясь в команде «», выбрать опцию «» и указать курсором сначала на прямую (1), затем на прямую (2) (рисунок 14б).

2.4.3 Постройте прямые, делящие расстояние между опорными прямыми на 3 части. Порядок построения: находясь в команде «», указать курсором на узел (1) (рисунок 14в), затем выбрать опцию «», после этого указать на узел (3). Далее в окне свойств элементов построения задать значение коэффициента пропорциональности $1/3$ и нажать клавишу «Enter» на клавиатуре. Так как этот режим действует до отмены опции «», то, не

выходя из команды можно построить несколько прямых с разными коэффициентами пропорциональности, каждый раз в окне свойств элемента построения задавая коэффициент пропорциональности. Поэтому снова в окне свойств необходимо задать значение параметра $2/3$ и нажать «Enter» на клавиатуре. После этого закончить выполнение команды правой кнопкой мыши.

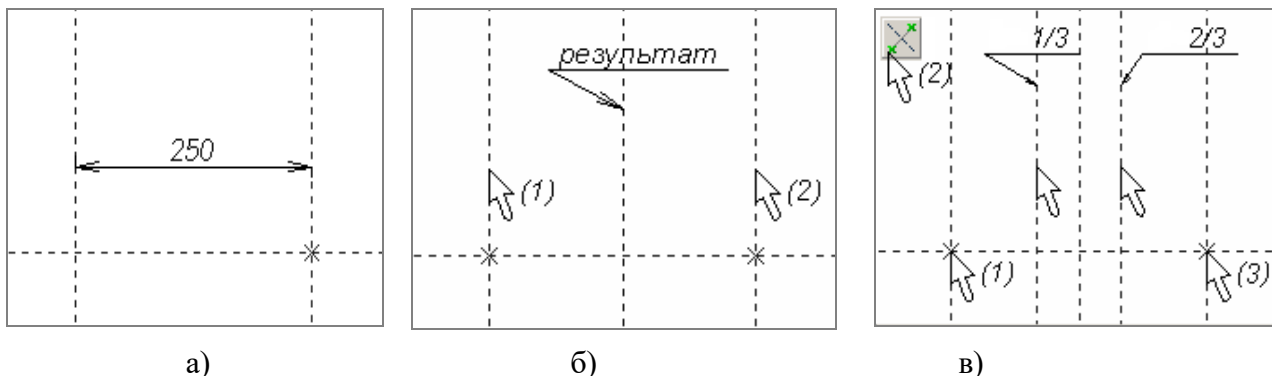


Рисунок 14 – Порядок построения симметричной и пропорциональных прямых

2.4.4 Постройте прямую, отстоящую от горизонтальной прямой на 120 мм. Постройте прямую «а» (рисунок 15а), проходящую по середине между ними (порядок построения аналогичен рассмотренному в пункте 2.4.2).

2.4.5 Постройте сплайн по узлам чертежа. Порядок построения: вызвать команду «» («Построения|Сплайн»). Последовательно указать на узлы (1-5) (рисунок 15б) в изначально установленном режиме связного рисования «». Закончить построение сплайна опцией «».

2.4.6 Постройте сплайн по произвольным точкам (свободным узлам). Порядок построения: вызвать команду «» («Построения|Сплайн»). Установить режим свободного рисования «». Выбрать узел чертежа (1) (рисунок 15в), затем произвольные точки (2), (3) и (4), затем узел чертежа (5). Закончить построение сплайна опцией «».

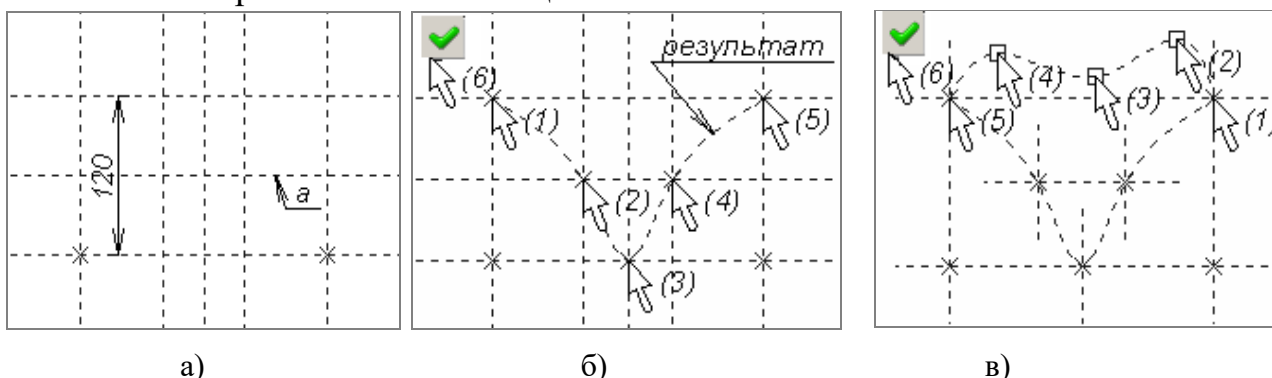


Рисунок 15 – Порядок построения сплайнов

2.4.7 Создайте изображение кривых. Порядок построения: вызвать команду «», установить режим связного рисования «». Чтобы вычертить сплайновую кривую, необходимо указать на нее курсором (рисунок 16).

Полученный файл сохранить с именем «рис 4».

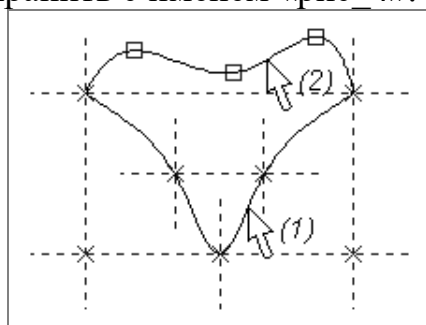


Рисунок 16 – Порядок построения изображения

3 Содержание отчёта

После выполнения работы в оперативной памяти машины будет находиться одновременно 4 файла. Для устного отчёта о проделанной работе выполнить команду «**Окно|Расположить вертикально**», и все полученные чертежи расположатся на экране так, как показано на рисунке 17.

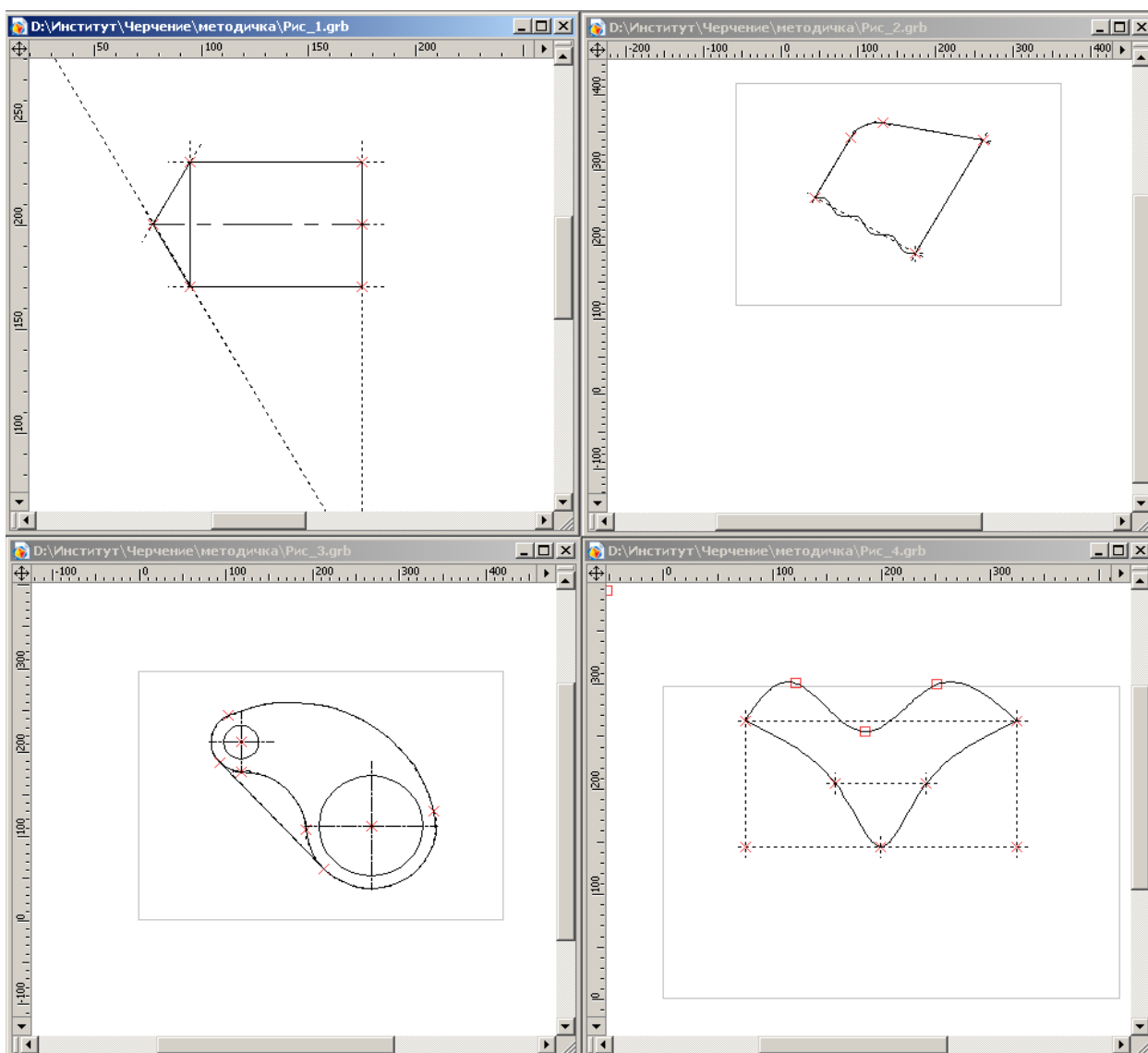


Рисунок 17 – Содержание отчёта

Вопросы для самоподготовки

1. Какие элементы используются при построении чертежа в *T-FLEX CAD*?
2. Что такое линии построения? Типы линий построения.
3. Какие элементы чертежа выводятся при распечатке?
4. Порядок построения чертежа в *T-FLEX CAD*.
5. Какие типы линий в *T-FLEX CAD* вам известны?
6. Как создаются линии изображения в *T-FLEX CAD*?
7. Как можно изменить линию изображения?
8. Как можно изменить линию построения?

Практическое занятие № 2 – Формирование параметрических зависимостей между геометрическими элементами. Геометрические построения. Нанесение размеров

Цели занятия:

- 1) формирование параметрического чертежа. Выполнение различных типов сопряжений элементов построения;
- 2) изучение команды нанесения размеров;
- 3) закрепление навыков работы с системой T-FLEX CAD.

1 Теоретическая часть

1.1 Нанесение размеров



Для нанесения размеров в T-FLEX CAD предназначена команда « Размер». После входа в команду простановки размеров, можно создать следующие типы размеров.

1.1.1 Линейные размеры

Для нанесения размера между двумя параллельными прямыми необходимо выбрать первую линию построения с помощью левой клавиши мыши, а затем – вторую. Такой тип размера между линиями построения можно создать, если на линиях построения имеется хотя бы один узел. После этого в окне свойств задать параметры создаваемого размера и нажать левую клавишу мыши в требуемом месте, где необходимо расположить размер. При простановке размера, после выбора линий построения можно задать различные способы прорисовки размерных линий с помощью следующих опций. С помощью клавиши «Z» или с помощью опции «» в атомене можно изменить ориентацию основной полки. При нажатии первый раз клавиши «Пробел» или выбора опции «» в атомене, можно установить выносные линии размера в требуемом месте в абсолютных координатах. При нажатии второй раз можно зафиксировать выносную полку в абсолютных координатах. При нажатии в

третий раз можно поставить размер с выноской. При нажатии в четвертый раз ввод размера возвращается в исходное положение. С помощью клавиши «j» или с помощью опции  можно включить режим центрирования. Опция , (, , , , , , ) или нажатие клавиши «d» позволяют сменить знак перед размерным числом. Процесс изменения знака после выбора этой опции показан на рисунке 18. С помощью опции  выносные линии размера или выносную полку можно привязать к узлу.

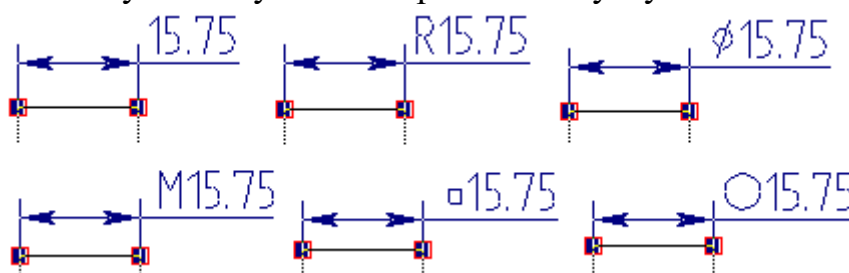


Рисунок 18 – Изменение знака перед размерным числом

Для задания связи размера с другим размером можно использовать опцию . Данную функциональность можно использовать, например, для отображения на упрощенном чертеже таких же размеров, как на точном чертеже изделия.

Аналогично строятся размеры между прямой и узлом, а также между двумя узлами. Однако, при простановке размера между двумя узлами появляется опция , позволяющая с помощью выпадающего меню выбрать один из способов простановки размеров: между узлами , по горизонтали , по вертикали , между узлами (с произвольным положением)  (рисунок 19). Способ простановки размеров также можно выбрать с помощью клавиши «m».



Рисунок 19 – Способы простановки размеров между узлами

С помощью опции  можно поставить линейный размер по трём узлам, который представляет собой разновидность линейного размера между прямой (отрезком) и точкой. То есть размер будет создаваться между прямой, определяемой первыми двумя узлами (концами отрезка прямой), и третьим выбранным узлом.

С помощью опции  можно создать размер дуги окружности. Создание размера для полной дуги начинается с выбора соответствующей линии изображения. Выносные линии размера в этом случае будут привязаны к

узлам в конечных точках выбранной дуги. Если же необходимо создать размер для части дуги или окружности, ограниченной двумя узлами, требуется поочерёдно выбрать начальный узел измеряемой дуги, конечный узел измеряемой дуги и дугу или окружность, проходящие через эти узлы. В этой опции с помощью кнопки «Н» можно изменить выносные линии на параллельные или радиальные (рисунок 20).

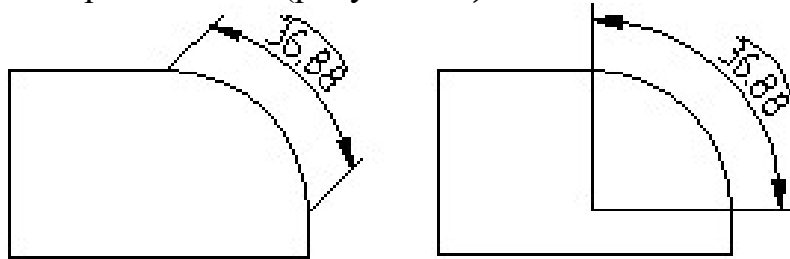
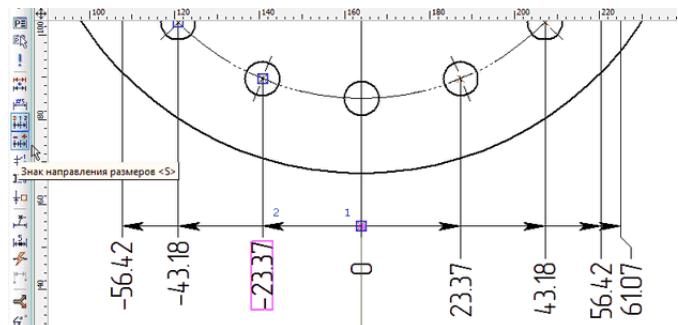
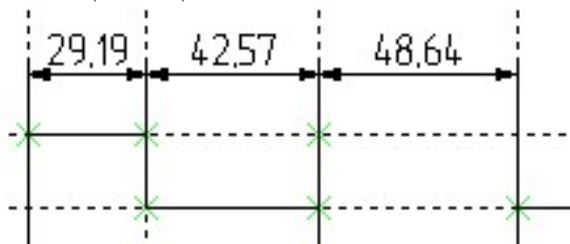


Рисунок 20 – Способы создания размера дуги окружности

Опция «» позволяет создать цепочку размеров (рисунок 21а). При создании новой цепочки первым элементом должна быть выбрана линия построения – прямая или линия изображения – отрезок. Последующие размеры цепочки могут быть привязаны и к узлам или к перечисленным выше элементам. Завершение создания цепочки размеров необходимо закончить при помощи опции «».



а)

б)

Рисунок 21 – Цепочка размеров и размеры от единой базы

Опция «» позволяет создать размеры от единой базы (рисунок 21б). Создание данного типа размеров совпадает с действиями при создании цепочки размеров.

Для создания строительных размеров (отметок уровня) предназначена опция «». Создание новой серии размеров начинается с создания базового («нулевого») размера. Для этого достаточно выбрать либо горизонтальную линию построения или изображения, либо узел. В результате на экране появится привязанное к курсору динамическое изображение создаваемого размера. Для создания размеров относительно ранее созданной базы после вызова опции необходимо указать требуемый базовый размер или один из размеров, созданных относительно него. Все размеры, созданные после этого, будут проставляться относительно выбранной базы.

Для нанесения размера на окружности необходимо подвести курсор к линии построения – окружности, нажать левую клавишу мыши. После этого окружность выделится и на экране вместе с курсором появится изображение размера, которое можно перемещать по экрану. Далее в окне свойств необходимо задать параметры создаваемого размера и нажать левую клавишу мыши в требуемом месте, где необходимо расположить размер. В режиме создания радиального размера в автоменю будет отображаться пиктограмма «», позволяющая перейти в режим диаметрального размера. И наоборот – в режиме создания диаметрального размера в автоменю будет отражаться пиктограмма «». С помощью клавиши «Пробел» можно в режиме создания радиального или диаметрального размеров выбрать способ их прорисовки (рисунок 22). Опция «» предусмотрена для простановки радиального размера с изломом размерной линии на окружностях большого радиуса.

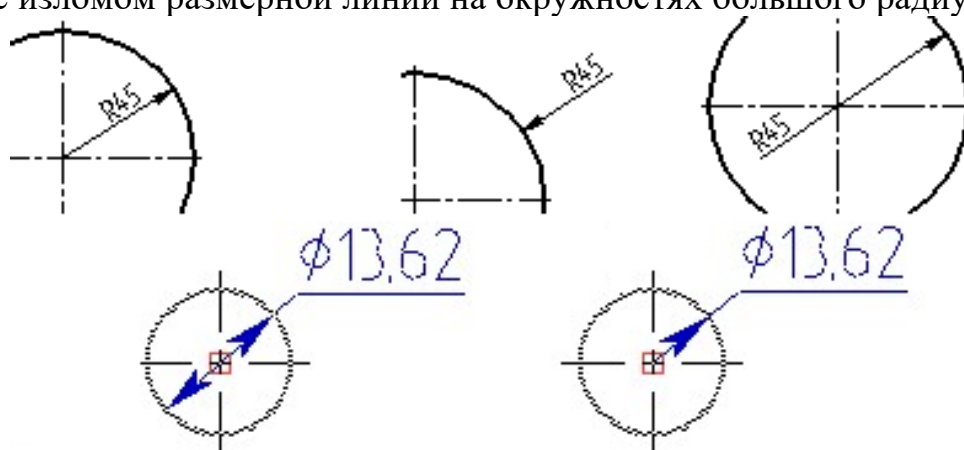


Рисунок 22 – Способы прорисовки радиального и диаметрального размеров

1.1.2 Угловые размеры

Для нанесения размера между двумя пересекающимися прямыми размерами необходимо выбрать первую линию построения – прямую или линию изображения – отрезок. Для этого необходимо подвести курсор к необходимому элементу и нажать левую клавишу мыши. Далее выбрать вторую линию построения – прямую или линию изображения – отрезок. После этого на экране вместе с курсором появится изображение размера, которое можно перемещать по экрану. Далее в окне свойств необходимо задать параметры создаваемого размера и нажать левую клавишу мыши в требуемом месте, где необходимо расположить размер. При простановке угловых размеров предусмотрены опции для задания цепочки размеров и простановки размеров от одной базы. При создании углового размера нажатие клавиши «Z» приводит к смене четверти, на которой строится размер. Курсор при этом должен быть установлен в ту четверть, где нужно построить размер. Остальные опции аналогичны опциям линейных размеров.

Опция «» предназначена для простановки размера по четырём узлам, который фактически представляет собой разновидность углового размера

между двумя отрезками (прямыми). Отрезки, между которыми будет построен размер, задаются конечными узлами.

1.1.3 Размеры на линии изображения

В команде «Размеры» существует возможность быстрого создания размеров по линиям изображения (отрезок, дуга). Для этого после вызова необходимо указать нужный элемент и переместите мышь с нажатой левой кнопкой. При этом команда автоматически перейдет в режим создания размера, изображающего длину отрезка или длину дуги. Другим способом создать размер отрезка по линии изображения можно с помощью опции «».

В команде «Размеры» опция «» предназначена для быстрого создания размеров на основе двух непараллельных линий изображения. Выбранные линии считаются боковыми сторонами конуса (проекции конуса). Размер при этом измеряется между концами выбранных линий, перпендикулярно оси конуса. Таким образом, можно проставлять диаметры оснований на проекции конуса без создания дополнительных узлов на концах.

Для создания размеров, подобных показанному на рисунке 23, используется опция «». После вызова опции необходимо указать точку (2D узел) для привязки размера. После задания точки привязки необходимо задать положение полки размера. Параметры размера задаются вручную в окне свойств команды.

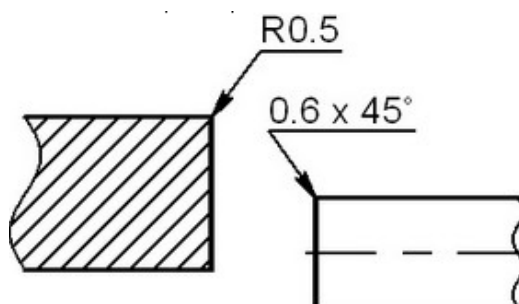


Рисунок 23 – Простановка размер-лидера в T-FLEX CAD

Опция «» – «Размеры от оси» позволяет проставлять диаметральные размеры от оси. Такой размер выглядит как обычный линейный размер, в параметрах которого задан знак диаметра, при этом значение номинала удвоено. Стрелка около оси отсутствует – она заменена на выступающую линию, длиной в половину размера шрифта (рисунок 24). Для создания размера от оси необходимо указать ось (линию построения или линию изображения) и объект, на котором создаётся размер. Таким объектом может быть линия построения, линия изображения или узел.

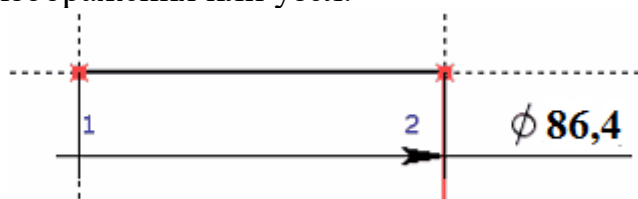


Рисунок 24 – Простановка размера от оси в T-FLEX CAD

1.2 Редактирование размеров

При пустом автоменю можно выбрать для редактирования один размер, указав на него курсором и нажав левую клавишу мыши в районе выносных линий. В этом случае можно изменить положение размера, его привязку к различным элементам чертежа или параметры, которые были заданы во время простановки. Однако если щелкнуть левой клавишей мыши в области числового значения размера, то можно попасть в команду изменения расстояния между элементами построения или элементами изображения, между которыми ставится размер.

Также для редактирования размеров используется команда «». С помощью её можно выбрать все размеры, после чего удалить их или изменить их параметры. Или выбирать произвольное количество размеров. Для выбора размера достаточно указать на него курсором мыши и нажать левую клавишу мыши. Для множественного выбора используются клавиши «Shift» (добавление к списку выбранных) и «Ctrl» (удаление из списка выбранных).

Значения параметров создаваемого размера можно быстро скопировать с уже существующего размера. Для этого необходимо воспользоваться опцией «». После вызова опции достаточно указать размер, значения параметров которого необходимо передать новому размеру. Скопированы будут значения тех параметров, которые являются общими для выбранного и создаваемого размеров.

Для того, чтобы скопированные значения параметров присваивались всем новым размерам, перед выбором исходного размера необходимо включить дополнительную опцию «». При включенной опции скопированные параметры будут сохранены как параметры по умолчанию.

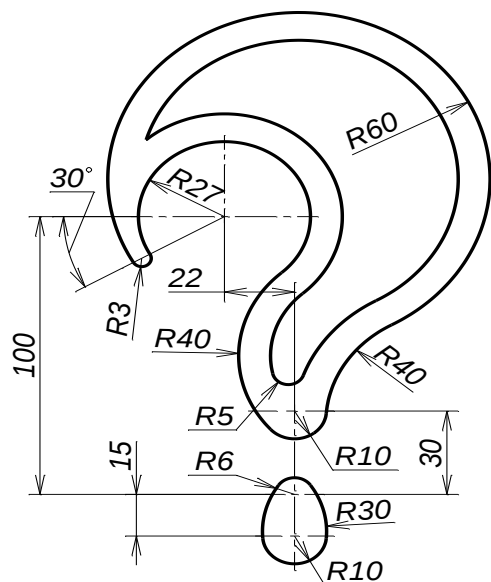
1.3 Рекомендации к выполнению практического задания

Перед выполнением задания необходимо внимательно рассмотреть чертеж, соответствующий номеру варианта, и определить в нем базовые элементы – оси, точки. Затем выделить геометрические элементы, присутствующие на чертеже: прямые, окружности. После этого установить геометрические связи между элементами: углы наклона прямых, параллельность прямых, симметричность относительно осей, касание окружностей, сопряжения, и т. д. Продумать логическую последовательность построения параметрического чертежа, т. е. установить порядок построения линий.

При построениях не выбирать опции «» и «», так как они создают вертикальные и горизонтальные прямые в абсолютных координатах без связи с базовыми линиями построения. Необходимо использовать построение линий, параллельных базовым.

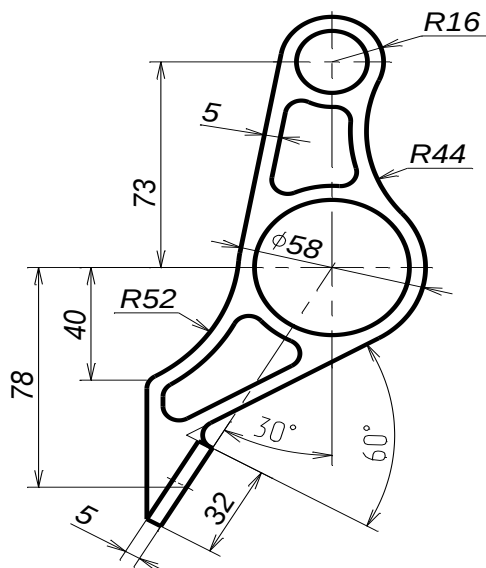
2 Типовые графические задания

Выполните графическое задание по рабочим чертежам, представленным на рисунке 25. В начале, необходимо произвести построения в тонких линиях (линиях построения). Затем создать изображение чертежа линиями изображения. Далее с помощью команды «Размеры» проставить размеры так, как показано на рабочем чертеже задания.



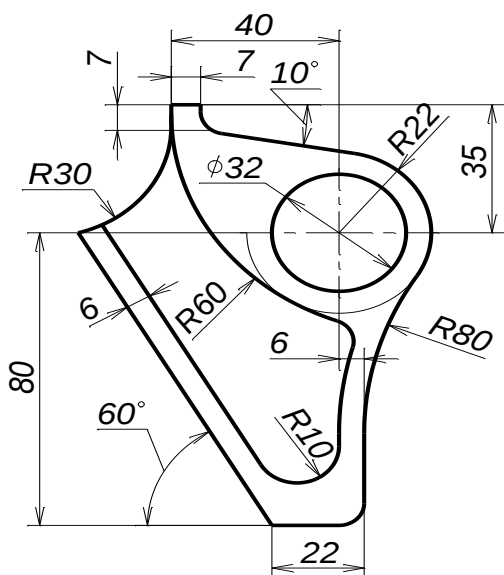
Толщина приливов 10 мм.

Вариант 1



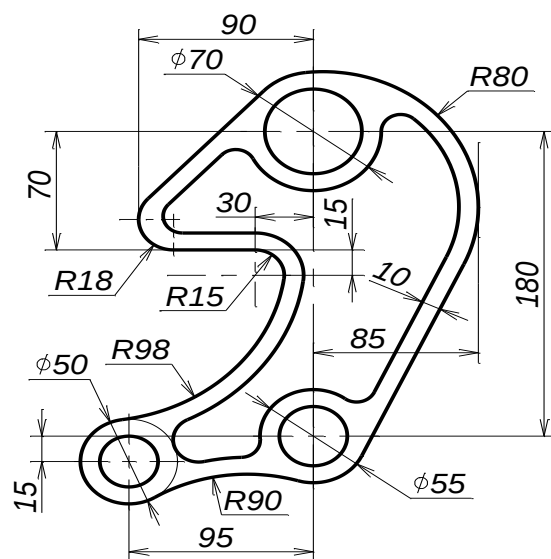
Неуказанные радиусы 5 мм.

Вариант 2



Неуказанные радиусы 6 мм.

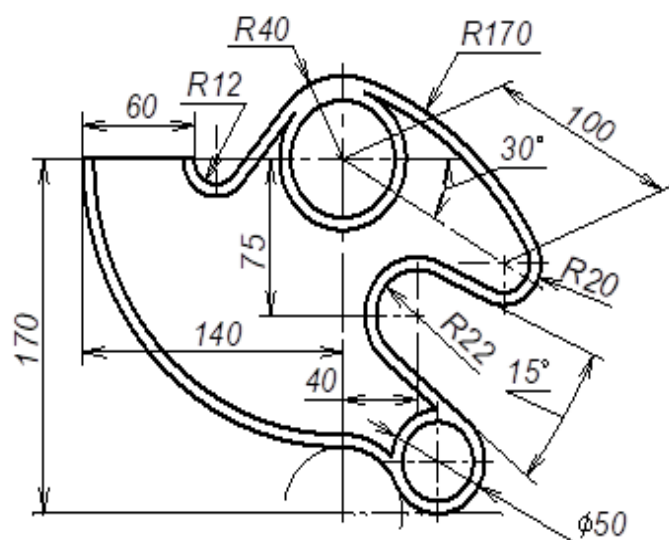
Вариант 3



Неуказанные радиусы 10 мм.

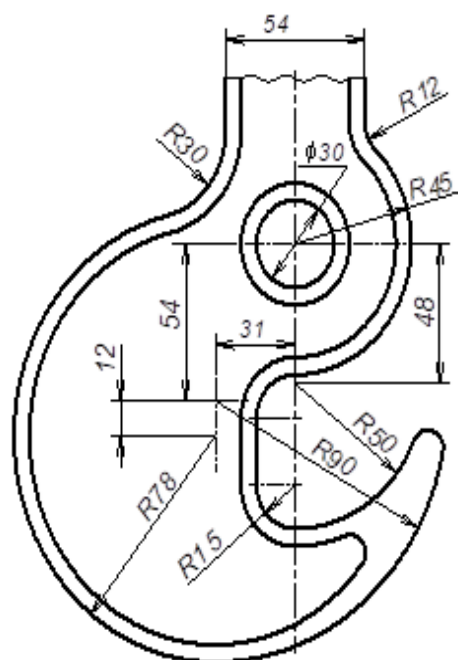
Вариант 4

Рисунок 25 – Варианты заданий



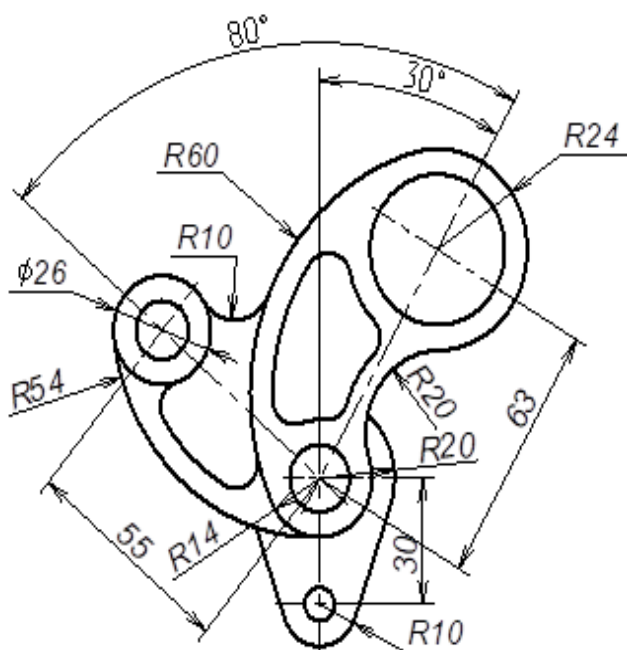
Толщина приливов 6 мм.

Вариант 5



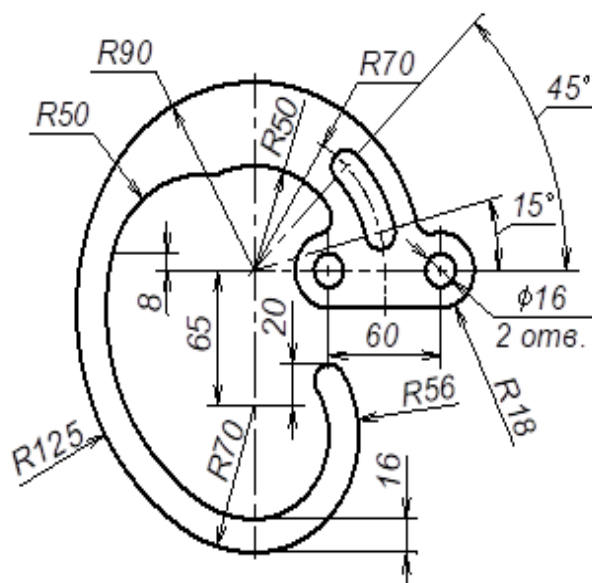
Неуказанные радиусы скруглений
и толщина приливов 6 мм.

Вариант 6



Толщина приливов 6 мм.
Неуказанные радиусы скруглений 6 мм.

Вариант 7



Неуказанные радиусы 8 мм.
Смещение концентрических
окружностей 16 мм.

Вариант 8

Рисунок 25 – Варианты заданий (продолжение)

3 Содержание отчёта

После выполнения работы полученный файл сохраните с именем, соответствующим номеру практической работы и варианта.

Вопросы для самоподготовки

1. Для чего предназначены базовые линии построения? Привести примеры.
2. Способы построения прямых и окружностей в T-FLEX CAD.
3. Как можно отредактировать линии построения?
4. Как изменить тип линии изображения?
5. Принцип работы команды нанесения размеров.
6. Какие горячие клавиши применяются при простановке размеров?

Приведите примеры.

Практическое занятие № 3 – Создание и редактирование копий в T-FLEX CAD. Фаски. Штриховки

Цели занятия:

- 1) формирование параметрического чертежа. Выполнение различных типов сопряжений элементов построения;
- 2) изучение команды нанесения размеров;
- 3) закрепление навыков работы с системой T-FLEX CAD.

1 Теоретическая часть

1.1 Создание копий в T-FLEX CAD

Для изменения существующих элементов чертежа в T-FLEX CAD существует набор команд, выполняющих различные типы преобразований: перемещение, поворот, симметричное отображение, масштабирование, создание линейного и кругового массивов. Все эти преобразования, кроме массивов, выполняются в одном из двух режимов: перенос – изменение положения выбранных элементов; копия – создание копии выбранных элементов (при этом исходные элементы остаются). Массивы всегда создаются в режиме копирования.

В текстовом меню существуют три группы команд, вызывающих выполнение переноса/копирования. Важно отметить, что несмотря на то, что каждый тип преобразования вызывается отдельной командой, все дальнейшие действия выполняются под управлением общего механизма. Т. е. все эти команды имеют общий набор опций автоменю, но разные режимы, установленные системой по умолчанию.

К первой группе команд относятся команды переноса: «» перемещение, «» перемещение с поворотом, «» перемещение с масштабированием, «» симметричное перемещение, «» перенос с перемещением и поворотом.

Ко второй группе команд относятся команды копирования: «» копирование, «» копирование с поворотом, «» копирование с масштабированием, «» симметричное копирование, «» копирование с перемещением и поворотом.

К третьей группе команд относятся команды работы с массивами: «» линейный массив, «» круговой массив.

Перечисленные команды могут быть вызваны двумя способами. Первым способом команды можно вызвать из контекстного меню для выбранного элемента (набора элементов) чертежа, нажав правую клавишу мыши после выделения. В этом случае при входе в команду необходимо выделить набор элементов чертежа, нажав левую клавишу мыши и, не отпуская ее, обозначив в виде квадрата область расположения этих элементов. Лишние элементы чертежа, попавшие в область выделения, можно исключить, нажав клавишу «Ctrl» и щелкая левой клавишей мыши по ним. Для добавления элементов чертежа можно использовать клавишу «Shift». Вторым способом команды можно вызвать из текстового меню. При этом после входа в команду необходимо указать исходные элементы для выполнения преобразования. Для выбора доступны любые элементы построения и изображения. В этом способе элементы выделяются аналогично, только завершение выбора элементов заканчивается опцией «». Кроме этого, в этом случае элементы добавляются с помощью опции «», а исключаются с помощью опции «».

Перемещение задаётся исходной и целевой точками, т.е. выбранные элементы перемещаются по вектору, заданному этими точками. Положение конечной точки может быть задано относительно начальной точки значением длины и угла наклона вектора перемещения, задаваемыми в окне свойств. Также в окне свойств могут быть заданы параметры «Масштаб» и «Угол».

Поворот задаётся тремя точками – центр поворота, начальная и конечная точки поворота. Положение начальной точки может быть задано относительно центра значением длины и угла, задаваемыми в окне свойств. Положение конечной точки может быть задано относительно начальной точки значением длины и угла. Можно задать это преобразование другим способом – указать центр поворота, задать значение параметра «Угол» в окне свойств и подтвердить изменения элементов нажатием клавиши «Enter» или левой клавишей мыши.

Масштабирование задаётся тремя точками – центр масштабирования, базовая и конечная точки. Как и при задании поворота, положение базовой и конечной точек масштабирования может быть задано относительными значениями длины и угла. Преобразование можно задать и другим способом: указать центр, задать значение параметра «Масштаб» в окне свойств и

подтвердить изменения элементов нажатием клавиши «Enter» или левой клавишей мыши.

Симметрия задаётся двумя точками или «прямой/отрезком», определяющими ось симметрии. Вторая точка может быть задана относительно первой точки значением длины и угла. При необходимости для текстов можно в окне свойств установить флаг «Симметрия текстов».

Для создания линейного массива необходимо указать начальную и конечную точки, а также параметры массива в окне свойств.

Круговой массив элементов задаётся центральной точкой и параметрами в окне свойств.

При создании копий и массивов можно задавать тип связи между элементами и их создаваемой копией. С помощью опции  можно разрушить связь между элементами и их создаваемой копией. В этом случае результатом опции является набор линий изображения, не связанный с

исходными линиями изображения. При помощи опции  можно разрушить копию с сохранением связей. В этом случае созданная операция копирования автоматически разрушается. Созданные с её помощью элементы становятся независимыми от исходных родительских элементов. Однако между получившимися объектами сохраняются связи, аналогичные тем, что были

между исходными элементами. С помощью опции  можно создать ассоциативную копию. В этом случае результатом является набор линий изображения, зависящих от исходных элементов. Например, в линейном массиве при изменении диаметра исходной окружности соответственно

изменяются и все элементы массива. С помощью опции  можно создать копию на ассоциативных построениях. При использовании этого режима для выбранных элементов построения создаются ассоциативные копии. Копии элементов изображения отрываются от исходных родительских элементов и привязываются к копиям элементов построения. Если данный режим используется при создании линейного или кругового массива, то элементы изображения создаются только в момент создания массива. Увеличение количества элементов массива не приводит к появлению новых линий изображения и др. элементов изображения.

1.2 Редактирование копий

Копии, полученные с помощью опции , можно отредактировать при помощи команды  (Правка|Чертёж|Копии). После вызова команды нужно выбрать копию, которая подлежит редактированию, она подсветится. После этого выбранную копию можно удалить , изменить её в окне свойств, изменить набор элементов, входящих в копию , разрушить копию , или разрушить копию с сохранением связей .

Вызов команды редактирования также доступен из текстового меню для выбранной копии. При выборе элемента чертежа, созданного копированием любого типа и являющегося ассоциативной копией, в контекстном меню доступны следующие пункты: изменить (вызов команды редактирования копий), свойства (вызов окна параметров выбранной копии), разрушить (данная команды разрывает связь копии с исходным элементом), разрушить с сохранением связей (данная команда разрывает связь копии с исходным элементом и в результате создаётся элемент изображения с родительскими линиями построения).

1.3 Создание фасок в T-FLEX CAD

Фаски создаются с помощью команды «» (Чертеж|Фаска). После вызова команды на экране появляется окно «Параметры фаски» (рисунок 26). Необходимо выбрать тип фаски, задать её размер и подтвердить выбор кнопкой «ОК». Далее указать на линии изображения или узлы, которые будут определять положение фаски. Редактируются фаски как обычные элементы построения.

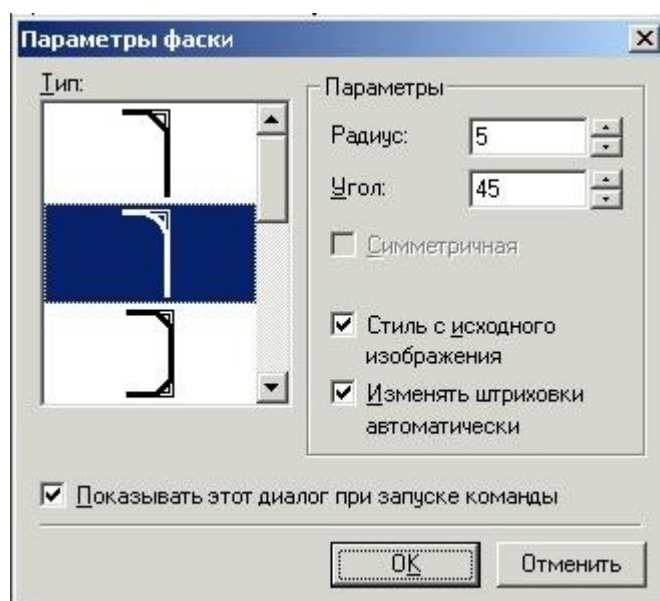


Рисунок 26 – Окно «Параметры фаски»

1.4 Создание штриховки в T-FLEX CAD



Команда « Штриховка» предназначена для создания штриховок. Основная часть параметров штриховки доступна для редактирования в полях системной панели (рисунок 1). Устанавливая соответствующие параметры штриховки, можно добиться необходимого способа заполнения контура, от стандартных и специальных технических до различных художественных типов. Заливка заполняет область профиля установленным цветом. Параметры штриховки

можно задать в окне «Параметры штриховки», выбрав опцию «» или в окне «Параметры» служебных окон (рисунок 27).

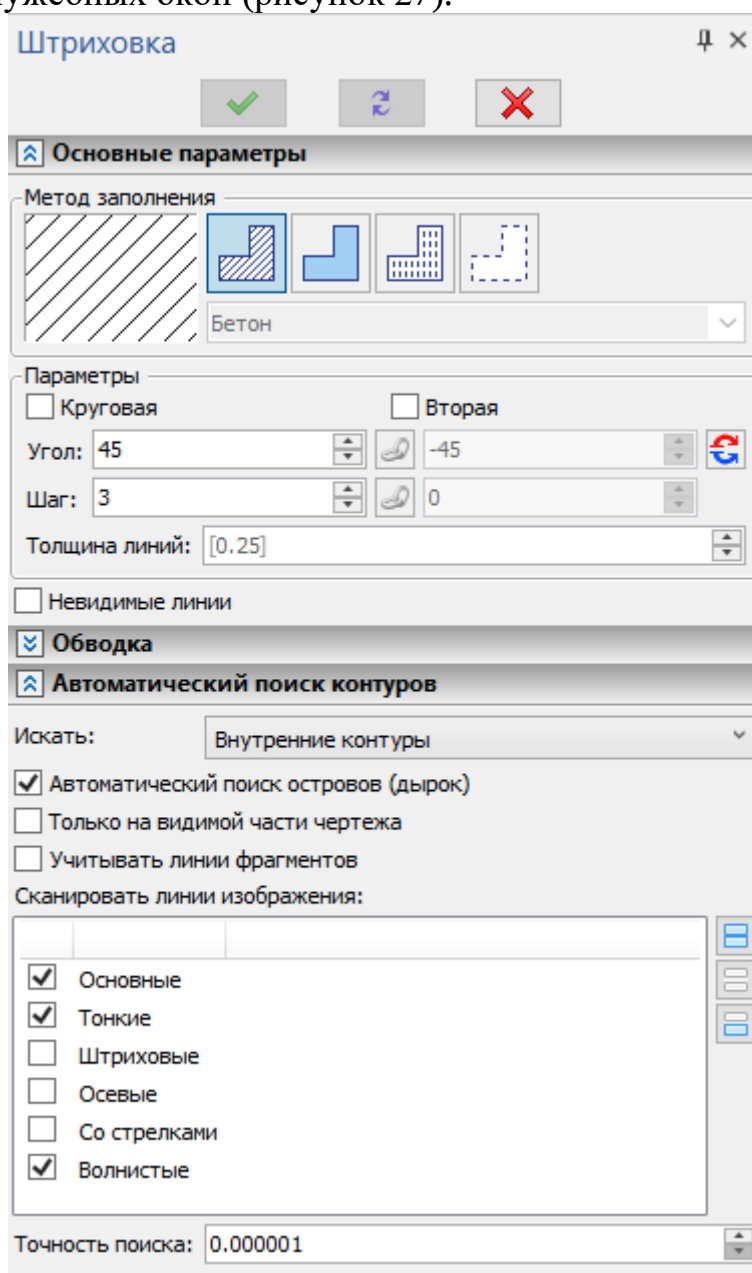


Рисунок 27 – Окно «Параметры штриховки»

Существует два режима ввода штриховки ручной и автоматический. Для задания режима автоматического поиска контура нужно выбрать опцию «» и нажать левую клавишу мыши внутри создаваемого контура. В этом режиме можно получить контур штриховки, ограниченный только линиями изображения. Если в результате поиска контур был найден, он будет подсвечен на экране. Стоит учесть, что при автоматическом создании контура редактирование его отдельных сегментов невозможно. Для успешного определения контура штриховки линии изображения должны образовывать замкнутый контур. Можно подряд выбирать несколько контуров. В случае если выбранные контуры имеют общие линии изображения, то по этим линиям

контуры автоматически объединяются. Закладка «Автоматический поиск контуров» позволяет задать параметры режима автоматического поиска контура (определить какие типы линий изображения будут учитываться при поиске контура).

Опция «» позволяет копировать свойства с существующей штриховки.

Опция «» предназначена для ручного ввода контура. В этом режиме контур штриховки может привязываться не только к линиям изображения, но и к узлам, линиям построения, точкам, заданным в абсолютных координатах. При ручном вводе контура штриховки работает механизм объектной привязки. Если курсор приблизить к элементу чертежа, его значок принимает соответствующий вид, а элемент подсвечивается, также как при создании линий изображения.

Отмена действий по вводу как отдельного контура, так и штриховки в целом, осуществляется клавишей «Esc» или нажатием правой клавиши мыши. При этом действии появляется окно «Действие по правой кнопке» (рисунок 28).

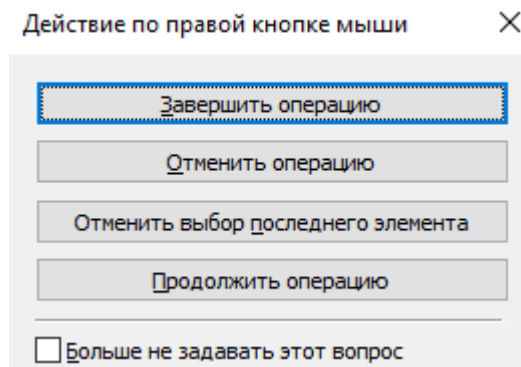


Рисунок 28 – Окно «Действие по правой кнопке»

1.5 Редактирование штриховки в T-FLEX CAD

Команда «» позволяет редактировать штриховки, штриховки по образцу и заливки. Изменение параметров штриховки в случае выбора одного элемента аналогично заданию параметров штриховки.

Чтобы удалить всю область штриховки или заливки необходимо выбрать эту область и нажать клавишу «Del».

Опция «» предназначена для отображения порядковых номеров точек контура штриховки. Точки всех контуров штриховки нумеруются в соответствии с их порядком и направлением обхода контуров. Точки, принадлежащие разным контурам, нумеруются независимо. Если несколько последовательных точек контура совпадают, их номера выводятся через запятую.

Опция «» позволяет ввести контур штриховки заново. При этом выбранная для редактирования штриховка не отображается на экране и пользователю становятся доступны все опции по заданию штриховки, описанные в команде «Штриховка».



Опция «» позволяет задать новый контур, который будет добавлен к выбранному на предыдущем этапе.



Опция «» задаёт режим редактирования контура. При редактировании контура можно выполнять следующие операции: удалять узловые точки, добавлять узловые точки и устанавливать тип линии, соединяющей узловые точки. Также возможно изменять направление контура или перемещать начальную точку контура вперед или назад.

1.6 Задание параметров документа T-FLEX CAD

Задать параметры документа в системе T-FLEX CAD можно при помощи команды «Настройка|Параметры документа» (пиктограмма «»). Здесь устанавливаются параметры, которые используются по умолчанию для каждого элемента чертежа. Окно «Параметры документа» (рисунок 29) разбито на несколько вкладок.

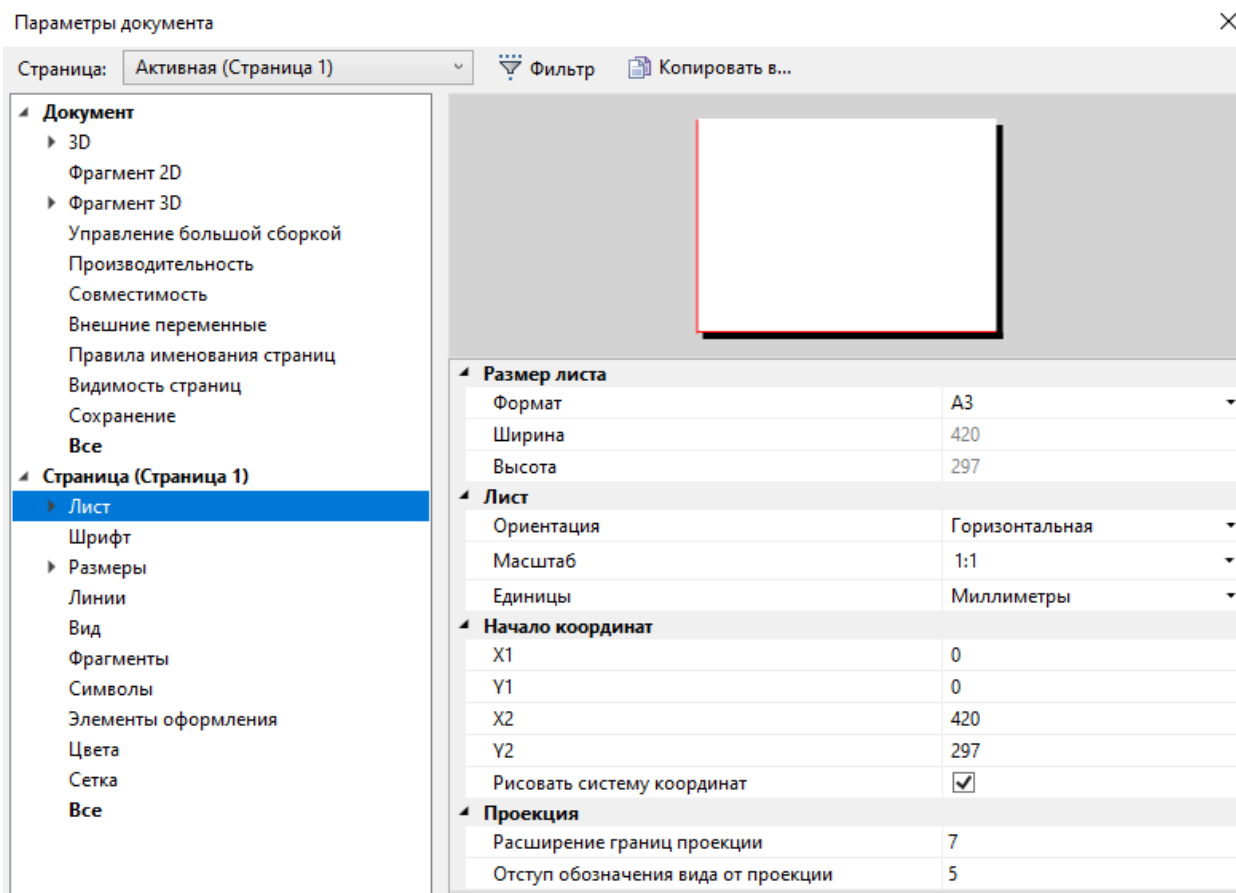


Рисунок 29 – Окно «Параметры документа»

Чаще всего приходится изменять следующие параметры:

- закладка «Лист». Здесь устанавливаются: размер страницы, ориентация (вертикальная/горизонтальная) листа, начало координат, масштабный коэффициент;

- закладка «Шрифт». Здесь устанавливаются имя, размер и другие параметры шрифта, используемого по умолчанию;
- закладка «Линии». Здесь задается толщина линий, размер окончаний стрелок, масштаб штрихов и др.

Установить или изменить размеры нестандартной страницы можно и в диалоговом режиме при помощи команды «Настройка|Размеры страницы». Выполненные изменения необходимо подтвердить опцией «».

1.7 Вставка рисунка в текстовый документ через буфер обмена

Изображение, созданное приложением WINDOWS, например, в системе T-FLEX CAD, может быть вставлено в текстовый документ через буфер обмена. При этом вставленное изображение будет восприниматься, как точечный рисунок, и не может быть отредактировано в исходном приложении. Объем памяти текстового документа увеличится на размер, занимаемый рисунком.

Для того чтобы вставить изображение T-FLEX в текстовый документ, необходимо:

- открыть нужный документ T-FLEX CAD. Скопировать изображение в буфер обмена при помощи сочетания клавиш «Ctrl+C» или контекстного меню. При этом надо учитывать, что будет скопировано все изображение, которое находится внутри страницы документа;
- открыть документ Microsoft Word, вставить изображение из буфера обмена при помощи сочетания клавиш «Ctrl+V» или контекстного меню.

2 Типовые графические задания

Выполните графические задания, создавая для каждого новый документ.

2.1 Создание линейного массива

2.1.1 Подготовительный этап: постройте изображение элемента профиля по заданным размерам (рисунок 30а).

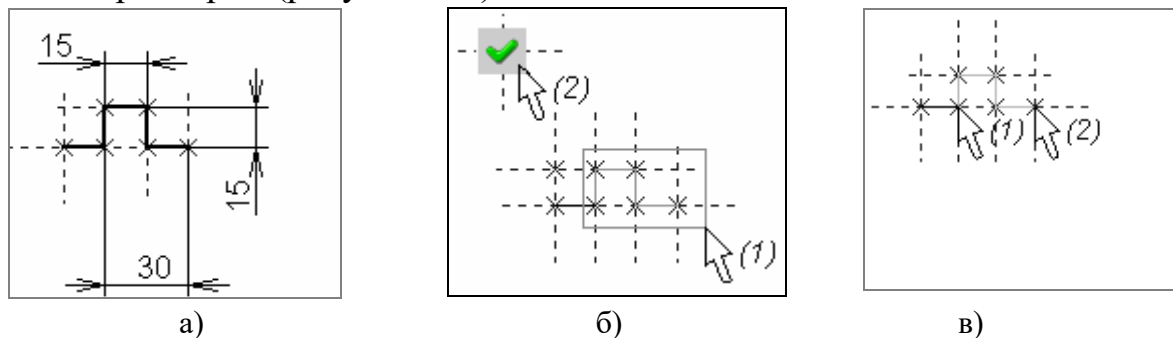


Рисунок 30 – Порядок построения линейного массива

2.1.2 Выберите элементы, которые подлежат копированию. Порядок выполнения: вызвать команду «» («Чертеж|Линейный массив»). Необходимые линии можно выбрать окном (1), как показано на рисунке 30б, или непосредственным указанием на каждый элемент. По окончании ввода элементов необходимо подтвердить выбор опцией «».

2.1.3 Создайте копию с параметрами по умолчанию. Порядок выполнения: выбрать узел (1), задающий начальную точку массива, затем узел (2), задающий конечную точку массива (рисунок 30в). Расстояние между точками (1) и (2) равно шагу между копиями массива. По умолчанию для линейного массива установлено общее число копий 3, а тип связи между элементами массива - ассоциативная копия.

2.1.4 Постройте линию обрыва и выполните штриховку. Порядок выполнения: построить сплайновую кривую (практическое задание № 1, пункт 2.4.6). Вызвать команду «», установить «» автоматический режим поиска контура. Указать курсором внутрь области, которую нужно заштриховать, она подсветится. Подтвердить выбор контура опцией «» (рисунок 31).

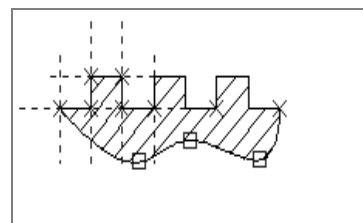


Рисунок 31 – Порядок построения штриховки и линии обрыва

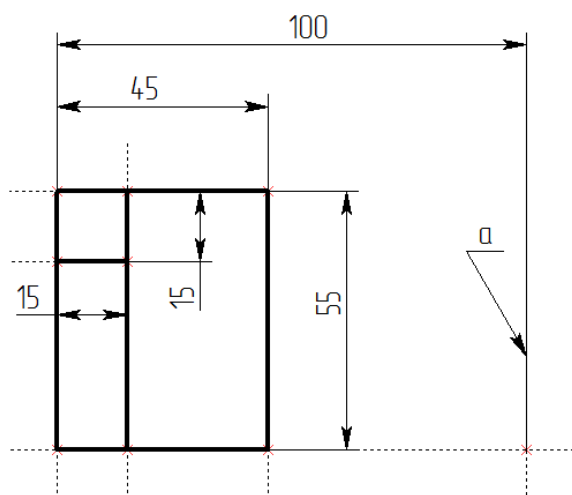
2.2 Создание и редактирование прямоугольного массива

2.2.1 Подготовительный этап: постройте изображение по заданным размерам (рисунок 32а). Постройте параллельную прямую «а» на расстоянии 100 мм от вертикальной базовой прямой. Постройте узел на пересечении прямой «а» с горизонтальной базовой прямой. Уберите выступание прямых линий при помощи опции «» в команде «».

2.2.2 Создайте массив 4×3. Порядок выполнения: вызвать команду «». Выбрать окном необходимые линии изображения и закончить ввод линий с помощью опции «». Затем задать параметры линейного массива в окне свойств так, как показано на рисунке 32б).

После этого указать на начальный узел массива (1), и на конечную точку (2) (рисунок 33а). Расстояние между точками (1) и (2) равно шагу между столбцами массива. Полученное изображение должно соответствовать рисунку 33б.

2.2.3 Воспользовавшись селектором «» и выделив рамкой в окне чертежа необходимые линии изображения левой клавишей мыши при пустом автоменю, удалите с помощью клавиши «Del» некоторые линии изображения как показано на рисунке 33в.



а)

Параметры

Линейный массив

Столбцы

Количество копий и шаг

Копий: 4

Шаг: ☒ 100

Длина: ☐ 300

Изменить переменную:

По номеру копии

Ряды

Количество копий и шаг

Копий: 3

Шаг: 100

Длина: 200

☒ Начальная точка

☐ X: 205.5 ☐ Y: 417.52

☐ Конечная точка

☐ X: 205.5 ☐ Y: 417.52000

Изменить переменную:

По номеру копии

б)

Рисунок 32 – Размеры изображения и параметры массива в окне свойств

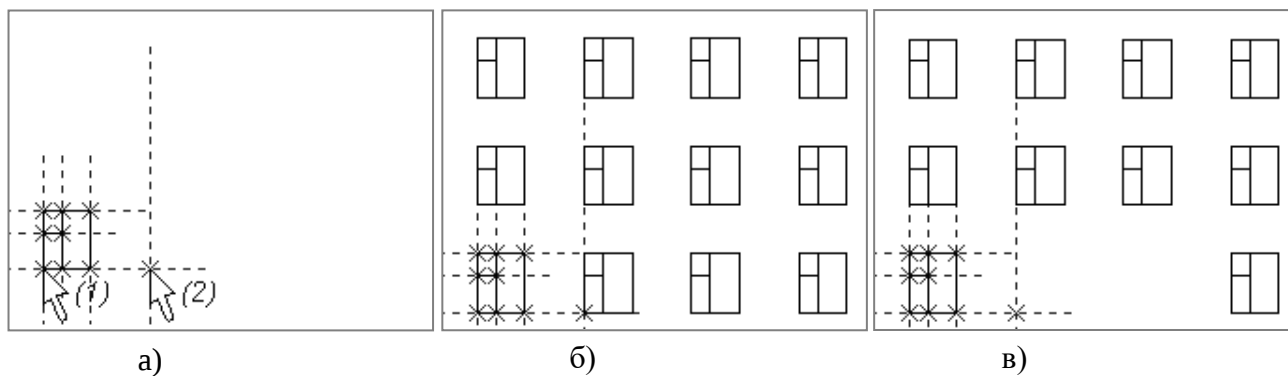


Рисунок 33 – Порядок построения прямоугольного массива

2.3 Создание кругового массива

2.3.1 Подготовительный этап: постройте изображение по заданным размерам (рисунок 34а). Уберите выступание линий построения при помощи опции «» в команде «».

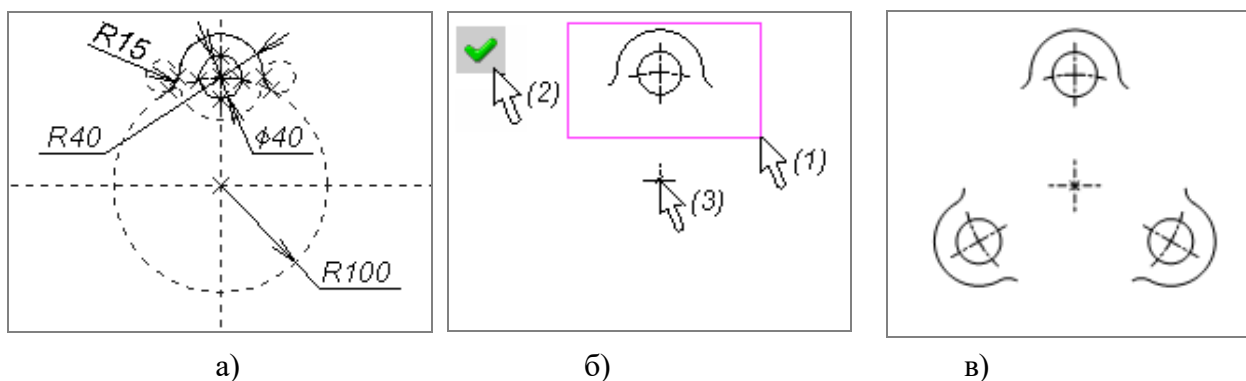


Рисунок 34 – Порядок построения кругового массива

2.3.2 Выберите элементы, которые подлежат копированию. Порядок выполнения: вызвать команду «» («Чертеж|Круговой массив»). Необходимые линии можно выбрать рамкой (1), как показано на рисунке 34б, или непосредственным указанием на каждый элемент. По окончании необходимо подтвердить выбор опцией «» (2). Затем установить в окне свойств общее число копий, равное трем. После этого необходимо выбрать узел (3), задающий центр кругового массива. Полученное изображение должно соответствовать рисунку 34в.

2.3.3 Постройте изображение дуги окружности, выбрав узел (1), указав окружность (2) и задав конечный узел (3) (рисунок 35а).

2.3.4 Создайте круговой массив из трех дуг, по аналогии с пунктом 2.3.2 (рисунок 35б). Аналогично с помощью операции кругового массива постройте осевые линии на отверстиях детали.

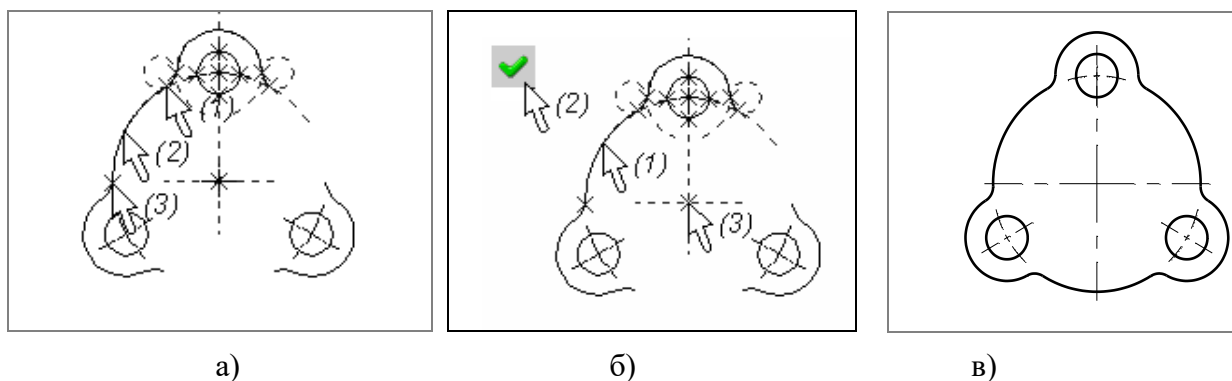


Рисунок 35 – Порядок построения детали с помощью кругового массива

2.3.5 Полученное изображение должно соответствовать рисунку 35в. Для нанесения осевых линий воспользуйтесь командой «» («Чертеж|Оси»).

2.4 Создание копии способом перемещения

2.4.1 Подготовительный этап: постройте прямые, задающие центры отверстий с резьбой, по заданным размерам. Уберите выступание линий построения при помощи опции «» в команде «». Выполните изображение отверстия с резьбой так, как показано на рисунке 36а.

2.4.1 Создайте копию. Порядок выполнения: вызвать команду «» («Чертеж|Копия|Копирование с перемещением»). Необходимые линии выбрать рамкой (1), как показано на рисунке 36б. Затем подтвердить выбор опцией «» (2). Указать на узел (3), который будет являться узлом привязки, затем на узел (4), задающий целевую точку. Полученное изображение должно соответствовать рисунку 36в.

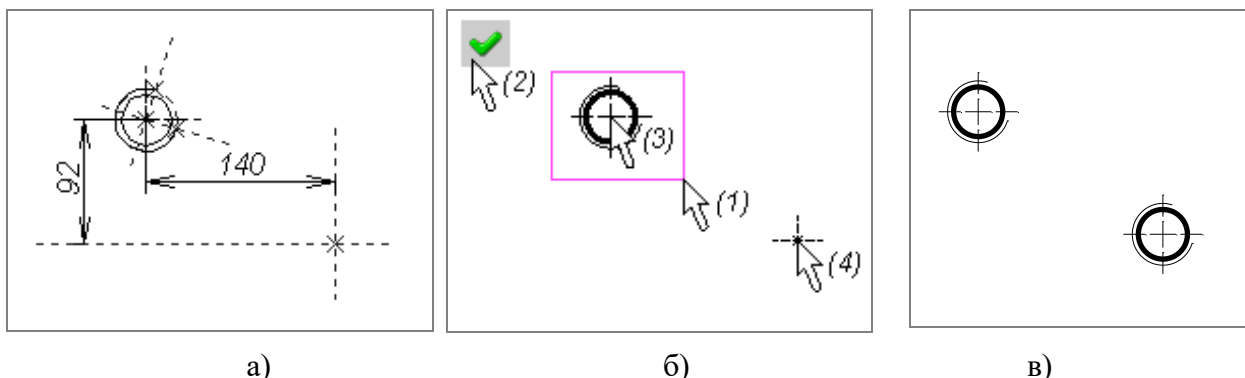


Рисунок 36 – Порядок создания копии способом перемещения

2.5 Копирование элементов способом осевой симметрии. Создание фасок

2.5.1 Подготовительный этап: постройте изображение по заданным размерам (рисунок 37). Уберите выступание линий построения при помощи опции «» в команде «».

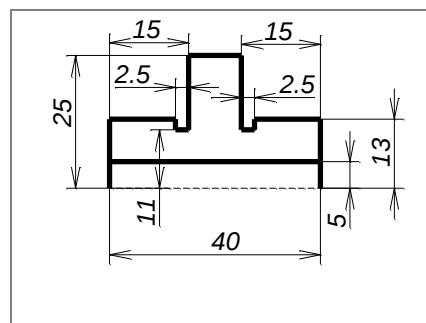


Рисунок 37 – Изображение для подготовительного этапа 2.4.1

2.5.2 Создайте фаски 1 и 3 на внешнем контуре и фаски 2 на внутреннем контуре (рисунок 38а). Порядок выполнения: вызвать команду «» («Чертеж|Фаска»). Для построения фаски 1 выбрать в окне «Параметры фаски» одиночную фаску (рисунок 38б), установить размер $3 \times 45^\circ$, подтвердить кнопкой «ОК». Указать курсором на вертикальную линию (1), затем на горизонтальную линию (2). В появившемся окне «Параметры фаски» установите размер $2,5 \times 30^\circ$ и создайте фаски 3 в том же порядке. Для создания фаски 2 в окне «Параметры фаски», выберите из меню одиночную фаску (рисунок 38в), установите размер $2 \times 45^\circ$, подтвердите кнопкой «ОК». Далее нужно указать курсором на горизонтальную линию (1), затем на вертикальную линию (2). Курсор (2) располагать чуть выше линии контура отверстия.

2.5.3 Выполните операцию копирования элементов способом осевой симметрии. Порядок выполнения: вызвать команду «» («Чертеж|Копия|Копирование симметрично»). Вначале выбрать элементы копирования при помощи рамки (1) (рисунок 39а), далее указать на линию

построения (2), которая является ось симметрии создаваемого изображения. После этого нажать правую кнопку мыши для выхода из команды копирования.

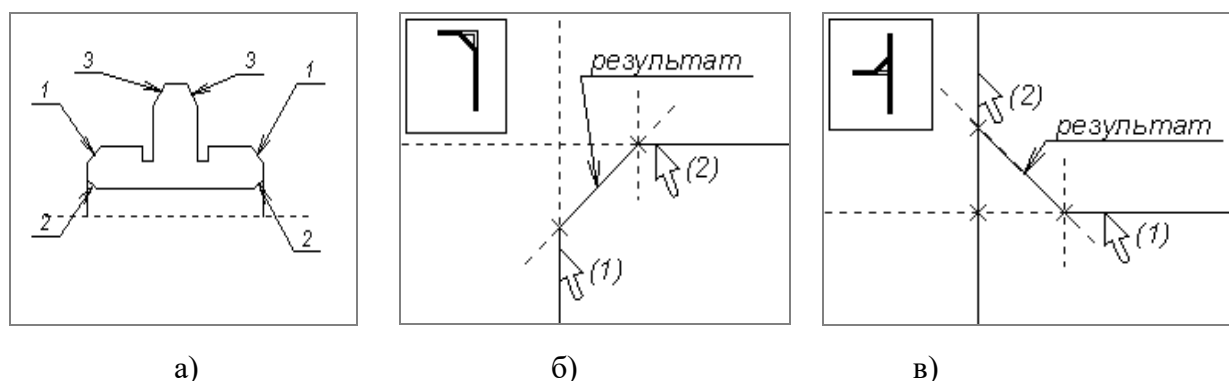


Рисунок 38 – Порядок построения фасок

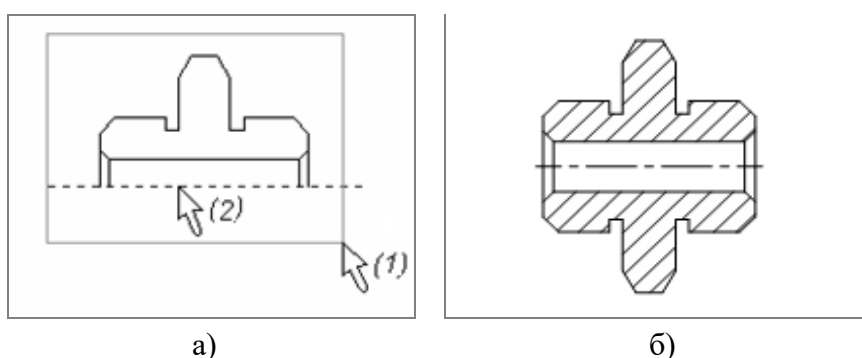


Рисунок 39 – Порядок выполнения операции симметричного копирования и штриховки

2.5.4 Выполните штриховку и вычертите ось симметрии (рисунок 39б).

Порядок выполнения: вызвать команду «» («Чертеж|Штриховка»). Для задания режима автоматического поиска контура штриховки выбрать опцию «». В окне «Параметры штриховки», выбрав опцию «», установить шаг штриховки 2 мм. Для создания разреза детали указать курсором внутрь верхнего замкнутого контура, затем внутрь нижнего контура. Выбранные замкнутые контуры подсветятся. Подтвердить выбор опцией «». Далее вызвать команду «» («Чертеж|Оси»), вычертить ось симметрии детали с помощью опции «», указав на линии изображения между, которыми нужно построить ось, а после этого линии ограничивающие её.

3 Содержание отчёта

После выполнения работы, полученные файлы сохраните с именем, соответствующим номеру практической работы и заданию.

Вопросы для самоподготовки

1. Какое требование предъявляется к линии изображения, на которой нужно создать двойную фаску?
2. Какие параметры задаются в команде создания копии?

3. Как можно создать линейный массив размерами 3x4?
4. Какие параметры задаются при создании линейного и кругового массива?
5. Какие операции следует выполнить, чтобы из массива 3x4 сделать массив 4x4?
6. Способы задания контура штриховки.
7. Какие требования предъявляются к чертежу при автоматическом поиске контура штриховки?
8. Каким образом можно заштриховать область, ограниченную штриховыми линиями в режиме автоматического поиска контура штриховки?
9. Когда оправдано использование режима ручного ввода контура?
10. Как можно отредактировать контур штриховки?

Библиографический список

1. Паршин, А.Н. Двухмерное параметрическое проектирование и черчение в T-Flex 2D v.12. Часть 1: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы новых компьютерных технологий в машиностроении» / А.Н. Паршин, О.В. Миловзоров. – Рязань : Рязанский институт (филиал) Московского государственного открытого университета имени В.С. Черномырдина, 2013. – 48 с.

2. Паршин, А.Н. Двухмерное параметрическое проектирование и черчение в T-Flex 2D v.12. Часть 2: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы новых компьютерных технологий в машиностроении» / А.Н. Паршин, О.В. Миловзоров. – Рязань : Рязанский институт (филиал) Московского государственного открытого университета имени В.С. Черномырдина, 2013 – 44 с.

Учебное издание

Паршин Александр Николаевич
Татарников Николай Николаевич
Чернышев Алексей Дмитриевич

ДВУХМЕРНОЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЧЕРЧЕНИЕ В T-FLEX CAD ВЕРСИИ 17

Часть 1

Методические указания к практическим занятиям

Подписано в печать _____. Тираж 5 экз.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53