

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ В T-FLEX CAD

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

1. Понятие параметризации.

Среда параметрического проектирования T-Flex CAD принадлежит к системам автоматизированного проектирования (САПР) среднего уровня автоматизации, наравне с такими как системами, как Auto CAD и Solid Works. На сегодняшний день T-Flex CAD позволяет создавать двух- и трехмерные параметрические модели, оформлять конструкторскую документацию, создавать чертежи и сборочные конструкции любой степени сложности.

Словосочетание “среда параметрического проектирования” подразумевает использование параметризации при создании чертежей в T-FLEX CAD. Что следует понимать под параметризацией? Под параметризацией, в общем, подразумевается многократное использование чертежа с возможностью изменения его параметров. Параметризация чертежей в T-Flex CAD означает автоматическое построение чертежа с заданными параметрами на основе модели или изменение размеров отдельных компонент чертежа при сохранении его общей концепции.

2. Задание параметрических зависимостей при помощи переменных

Рассмотрим создание параметрического чертежа средствами T-FLEX CAD. АО “Топ системы” изначально разрабатывали T-FLEX CAD как среду параметрического проектирования. Механизм параметризации реализован в ней следующим образом: для всех элементов чертежа (элементов построения и элементов изображения), а также для любых элементов системы (слоев, уровней, размеров шрифта текста и т.д.) можно задать параметр – переменную, в которой будет храниться значение, определяющее положение на чертеже данного элемента. Переменная – элемент системы, предназначенный для задания зависимостей между значениями различных параметров. Например, в качестве параметра прямой, параллельной заданной и расположенной от нее на каком-то расстоянии, можно использовать не только число, но и переменную. Можно выводить на экран или прятать некоторые элементы чертежа, в зависимости от переменной, отвечающей за уровень видимости или слой данного элемента.

Переменная – это такой же элемент системы, как, например, линия, окружность, размер. Каждая переменная имеет имя и значение, которое рассчитывается в соответствии с математическим выражением, а в комментарии можно указать, что собственно она определяет: длину или радиус, а может быть, вообще массу. Переменные бывают двух типов: вещественные и текстовые. Тип переменной определяет, какие значения может принимать данная переменная. Вся информация о переменных чертежа можно получить в редакторе переменных T-FLEX CAD. В окне редактора можно просмотреть список существующих переменных для данного чертежа, осуществлять редактирование этого списка (добавлять, удалять, переименовывать переменные и т.п.), выражения для вычисления значений переменных и сами значения. Для вычисления значений разработчики T-FLEX CAD предлагают ряд функций работы с переменными. Кроме стандартных математических функций таких, как синус, косинус, извлечение корня и других, в редакторе переменных можно работать с функциями, возвращающими значения глобальных параметров системы T-FLEX CAD.

Рассмотрим на примере детали, изображенной на рисунке 1, механизм работы с переменными. Необходимо создать параметрический чертеж в T-FLEX CAD. Оставим

за кулисами сам процесс вычерчивания элементов построения и изображения. Остановимся подробно лишь на процессе параметризации.

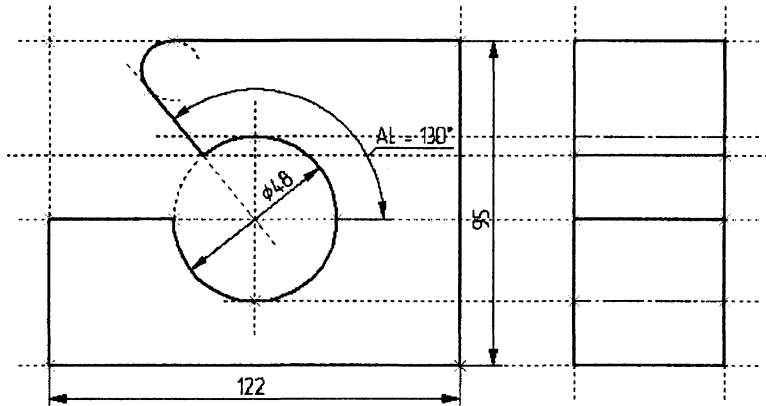


Рисунок 1. Параметрический чертеж детали

Для описания параметров детали потребуются четыре переменные вещественного типа. Высоту и ширину детали зададим переменными *Vysota* и *Shirina*, в переменной *Diametr* будет храниться значение диаметра отверстия, а переменную *AL* будем использовать для задания углового размера. Теперь для получения чертежа детали на рисунке 1 необходимо задать переменным следующие значения в редакторе переменных: *Vysota* = 95, *Shirina* = 122, *Diametr* = 48, *AL* = 130.

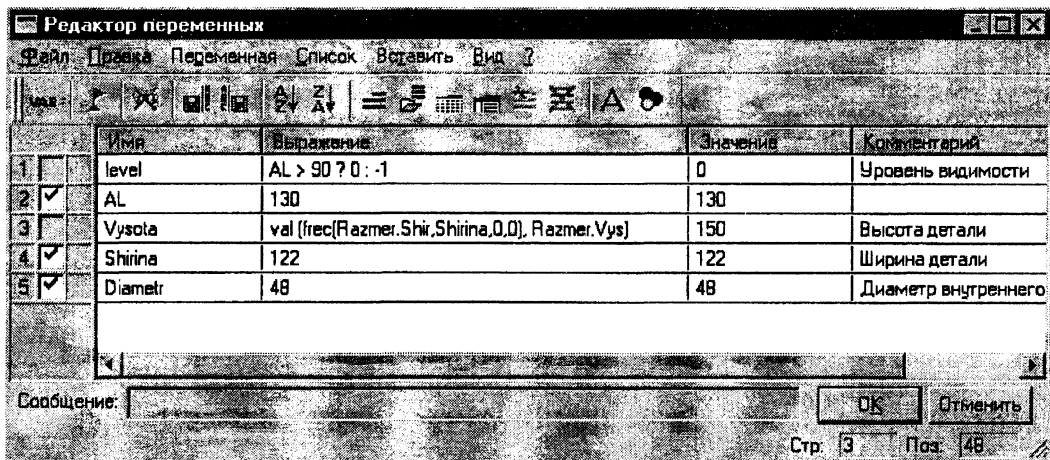


Рисунок 2. Окно редактора переменных

Для получения чертежа детали с габаритными размерами 100x200 мм и диаметром отверстия 30 мм необходимо изменить значения соответствующих переменных. Таким образом, можно получать новые чертежи-аналоги.

Значения переменных можно получать из других чертежей или автоматически отбирать из баз данных. В столбце "Выражение" записывается формула для вычисления значения переменной. Применительно к нашему примеру можно задавать высоту детали в зависимости от ее ширины. При этом оба значения высоты должно выбираться из базы данных.

Предположим, что в T-Flex CAD предварительно уже была создана база данных "Razmer", состоящая из таблицы с двумя столбцами *Vys* и *Shir*.

Таблица 1. Поля базы данных "Razmer"

Vys	Shir
150	200
200	250
250	300
300	350

Механизм обращения к базе данных будет таким: пользователь задает в редакторе переменных значение переменной *Shirina*. T-Flex CAD обращается к базе данных, находит в поле *Shir* ближайшее к введенному значение, запоминает номер строки и присваивает переменной *Vysota* значение поля *Vys* из этой же строки.

В редакторе переменных зададим выражение для переменной *Vysota*:

$$Vysota = val (frec (Razmer.Shir, Shirina, 0, 0), Razmer.Vys)$$

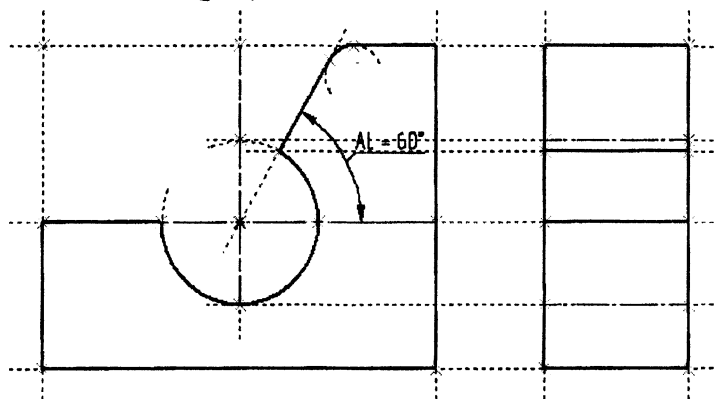
Val и *frec* – функции работы с внутренними базами данных T-Flex CAD. При помощи функции *frec* получаем номер записи поля базы данных *Razmer.Shir*, значение в которой наиболее точно соответствует введенному значению переменной *Shirina*. Функция *val* которая возвращает значение из поля базы данных *Razmer.Vys*, соответствующее номеру записи и присваивает его переменной *Vysota*.

Теперь зададим переменной *Shirina* значение 200. Параметру *Vysota* присвоится 150. Таким образом, можно задавать различные зависимости параметров деталей, что позволяет получить полностью параметрический чертёж и удобные способы его изменения.

2. Возможности определения переменных для других элементов системы

В T-Flex CAD возможно задавать переменные не только элементам чертежа, но и элементам среды – слоям, уровням, размерам шрифта текстов, названиям 3D операций и т.д. Вернемся к нашему примеру для того, чтобы проиллюстрировать применение переменных для задания уровней отображения чертежа.

Наклонная прямая, обозначенная синим цветом, создана как проходящая через узел под углом к горизонтали. В качестве значения ее параметра используется переменная *AL*. На рисунке 1 была показана ситуация, когда значение $AL = 130$. Изменим значение переменной. $AL = 60$ (рисунок 3).

Рисунок 3. Чертеж детали после изменения параметра *AL*

После изменения на виде слева остается верхняя штриховая линия, которой быть не должно. Данная линия изображения построена на базе линии построения, созданной как параллельная горизонтальной прямой и касательная к окружности. В качестве значения уровня видимости будем использовать вещественную переменную *Level*. В зависимости от значения этой переменной на чертеже будет видна или не видна штриховая линия. Значение этой переменной определяется по следующей формуле:

$$Level = AL > 90 ? 0 : -1$$

Интервал видимости для линий изображения установлен от 0 (включительно) до 127. Это означает, что на чертеже отображаются элементы, у которых значение уровня видимости попадает в интервал от 0 до 127. В нашем случае, если значение переменной AL больше 90, то $Level$ равно 0, и оно попадает в интервал видимости. Линия рисуется. Если AL меньше 90, то $Level = -1$, выходит за интервал видимости - линия изображения не рисуется.

С помощью такого подхода можно создавать модели, которые представляют различные исполнения изделия.

3. Создание сборочных параметрических моделей

T-Flex CAD позволяет создавать 2-х и 3-х мерные параметрические чертежи любой степени сложности, в которых отдельные части могут быть взаимосвязаны. Каждая деталь такого сборочного чертежа также может быть параметрической. При вставке в сборку чертежа детали, т.е. для отображения детали в контексте сборки, прежде всего, задаются параметры детали. Например, сборочный чертеж состоит из вала и втулки. Втулку необходимо “насадить” на вал, поэтому ее внутренний диаметр должен соответствовать посадочному диаметру вала. Посадочный диаметр вала зададим равным 40 мм. Параметры втулки задаются при вставке ее чертежа в сборочный. В файле чертежа втулки для задания значения внутреннего диаметра должна быть объявлена переменная. Иначе при вставке этой детали в сборочный чертеж внутренний диаметр будет иметь фиксированное значение и его нельзя будет изменить, не открыв файла чертежа втулки. Допустим, что в файле чертежа втулки объявлена переменная для задания внутреннего диаметра - d_{ynutr} . При вставке файла втулки в сборочный чертеж задаем значение переменной d_{ynutr} равным посадочному диаметру вала +2 мм. Аналогичным образом в сборочный чертеж вставляются другие детали сборки. Необходимо лишь предварительно создать их чертежи и определить параметры. Значения параметров чертежа задаются при вставке его в сборочный. Несомненно, что значения параметров чертежей можно затем изменять. Также можно изменять и сами чертежи деталей. Сборочная модель затем пересчитывается, и все внесенные изменения файлов деталей отображаются на сборочном чертеже.

Все вышесказанное применимо и для трехмерных параметрических моделей. T-Flex CAD позволяет создавать параметрические модели независимо от выбранного способа проектирования. Можно вначале создать одну или несколько двумерных параметрических проекций детали. Затем по этим проекциям построить трехмерную параметрическую модель. Таким образом, при изменении значений параметров чертежа пересчитывается как двумерная, так и трехмерная модели. Этот принцип распространяется и на трехмерные сборки.

4. Параметризация чертежей, импортированных из других сред проектирования

Механизм параметризации в T-FLEX CAD нашел достаточно простое решение в виде переменных. Если рассматривать эти же действия, применительно к Auto CAD, то для создания параметрического чертежа конкретной детали, необходимо написать программу на встроенном в Auto CAD языке AutoLisp, предварительно ознакомившись с синтаксисом этого языка. Конечно, можно перерисовать чертеж. Не заново, а лишь изменив положение некоторых линий, что потребует некоторого времени.

Возможен еще один вариант решения: перенести чертеж в T-FLEX CAD и сделать его параметрическим. В T-FLEX CAD существует возможность импорта файлов, созданных в других CAD системах, в частности в Auto CAD. Для элементов непараметрического чертежа, созданного в Auto CAD, после импортирования его в T-FLEX CAD, т.е. после открытия файла Auto CAD в T-FLEX CAD, к элементам чертежа привязываются переменные. Затем файл сохраняется с расширением T-FLEX CAD. Исходный чертеж при импорте не утрачивается. На диске получаются два файла: один - непараметрический чертеж Auto CAD, другой - параметрический чертеж T-FLEX CAD.

Литература. 1. T-Flex Parametric CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. АО “Топ Системы”, Москва, 1999 г., 428 с. 2. T-Flex Parametric CAD. Трехмерное моделирование. Руководство пользователя. АО “Топ Системы”, Москва, 1999 г., 196 с.