

Запропонована процедура параметричного моделювання шківів пасових передач різноманітних типів та конструкцій у модулі APM Graph, яка забезпечує конструювання в 2D-редакторі та твердотільне моделювання в 3D з підвищеною продуктивністю

Ключові слова: механізми параметризації, вікно змінних, вікно команд, розрахункові формуляри

Представлена процедура параметрического моделирования шкивов ременных передач различных типов и конструкций в модуле APM Graph, которая обеспечивает конструирование в 2D-редакторе и твердотельное моделирование в 3D-редакторе с повышенной производительностью

Ключевые слова: механизмы параметризации, окно переменных, окно команд, расчетные формуляры

ПОСТРОЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ АРМ WINMACHINE

О. С. Кроль

Кандидат технических наук, профессор
Кафедра «Процессы обработки материалов, станки и инструменты»

Восточноукраинский национальный университет
им. В. Даля

квартал Молодежный, 20а, г. Луганск, Украина, 91034
E-mail: stanki@snu.edu.ua

1. Введение

В приводах главного движения металлорежущих станков с ЧПУ и обрабатывающих центрах применяются приводы с двигателем постоянного тока и тиристорным преобразователем напряжений. Приводы такого исполнения нуждаются в двухзонном регулировании. Так, для двигателя постоянного тока серии 2П диапазон регулирования по частоте вращения шпинделя составляет всего 1:4. Зачастую по технологическим требованиям этот диапазон необходимо увеличивать, что осуществляется вводом дополнительной коробки скоростей и ременной передачи. Существует ряд преимуществ, характерных для различных типов ременных передач. Прежде всего, это малозумность, плавность и компенсация перегрузок в режиме пуска (клиноременные и поликлиновые передачи). Кроме того, возможность сохранения передаточного отношения при изменении внешней нагрузки и достаточно высокий КПД, что характерно для зубчатых ременных передач. Большая номенклатура металлорежущего оборудования предопределяет разнообразие типов и конструкций ременных передач. Это приводит к увеличению временных затрат на проектирование работоспособных вариантов передач.

Одним из способов повысить производительность процесса проектирования является использование механизма параметризации. Полученные параметрические модели передач позволяют рационализировать процесс конструирования в 2D-редакторе и моделирования в 3D-редакторе системы APM WinMachine.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В современных системах автоматизированного проектирования (САПР) реализуется инструментарий параметризации для сокращения сроков проектирования и повышения качества принимаемых проектных решений. В САПР «среднего» и «тяжелого» класса наличие параметрической модели заложено в механизм функционирования самих САПР. Существование параметрического описания объекта является базой для всего процесса проектирования [1, 5, 6].

Процесс параметрического моделирования связан с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами, что позволяет эффективно с помощью вариации параметров или геометрических отношений генерировать различные варианты проектируемых объектов. В отличие от традиционных 2D и 3D-конструирования, использование инструментария параметризации позволяет создавать математическую модель конструкции с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации конструкции, взаимных положений деталей в сборке и т.п.

Проблемы построения параметрических моделей связаны с отсутствием четких соотношений и взаимосвязей форм и размеров элементов ременных передач с кинематическими и силовыми входными характеристиками. Это хорошо иллюстрируется на примере анализа ременной передачи на прочность.

Существующие методики прочностного расчета и анализа распределения нагрузки при работе передачи [2] предполагают ввод поправки K на наруж-

ный диаметр шкива, которая принимается по таблице пропорционально диаметру шкива и учитывает только удлинение ремня. Для определения влияния геометрических параметров на распределение нагрузки по дуге обхвата была предпринята попытка [3] аналитического описания зависимости коэффициента K от таких факторов, как передаваемая нагрузка и податливости витков несущего слоя ремня.

Вместе с тем распределение нагрузки является многофакторной зависимостью [7, 8] и для повышения уровня адекватности аналитического описания вводятся параметры влияния характера нагружения [9], передаточного числа и числа зубьев [10], ремня, находящегося в зацеплении. Такое усложнение математических зависимостей не всегда дает практический эффект в проектных расчетах, то же экстраполируется и на параметризацию.

3. Цель и задачи исследования

Целью данного исследования является рационализация процесса проектирования и моделирования ременных передач привода металлорежущих станков за счет резкого сокращения времени создания новой конструкции.

Для достижения данной цели формируется задача создания параметрических моделей элементов клиноременных передач для различных конструктивных вариаций, на базе которых состоится возможным осуществить комплексное исследование характеристик напряженно-деформированного состояния шкива и ремня.

4. Материалы исследований

Для построения параметрических моделей используем 2D-графический редактор APM Graph, который входит в качестве модуля в САПР APM WinMachine [4]. В этот модуль не используется дорогой заимствованный параметризатор, а реализуется собственное программное обеспечение для создания чертежно-графического параметрического редактора, который может использоваться как в составе системы в целом, так и самостоятельно.

Алгоритм параметризации в APM Graph реализуется в двух интерфейсных окнах – окне переменных и окне команд.

Для широкой гаммы шкивов ременных передач разработаны расчетные формуляры, которые используются в окнах переменных модуля APM Graph. Для шкивов клиноременных передач разработаны расчетные формуляры, которые представлены на рис. 1.

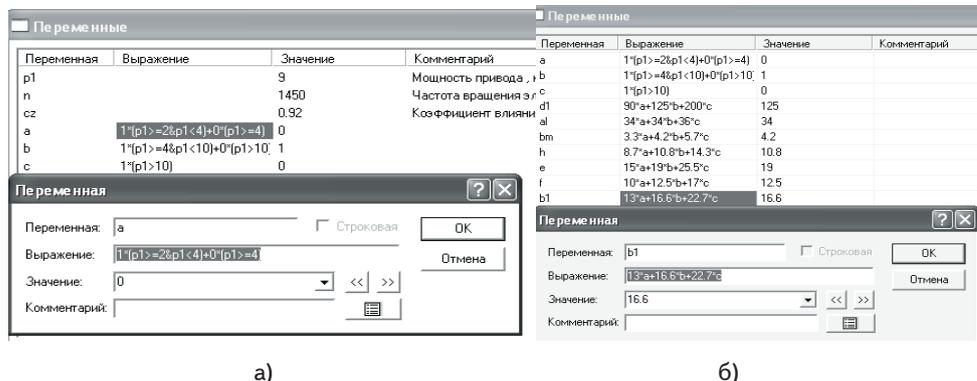


Рис. 1. Окно переменных параметрической модели шкива клиноременной передачи: а – выбор сечения ремня; б – выбор параметра канавки

При построении параметрической модели осуществляется выбор базовой точки, которая будет являться точкой вставки при последующих вставках параметрической модели как блока в обычный чертеж. Для различных вариантов сечения ремня формирование профиля канавки и выбор базовой точки представлен в табл. 1.

Таблица 1

Выбор базовой точки

Начальный профиль канавки	Условия выбора		
	Сечение ремня	Передаваемая мощность N , кВт	Координаты базовой точки
	A	$N \leq 1$	$x = f$; $y = d_p - h$
	A	$1 < N < 1,9$	$x = f + e/2$; $y = d_p + b$
	A, B, C	$1,9 \leq N < 2,8$ $3,6 < N < 5,3$ $7,6 < N < 9,3$	$x = f + e$; $y = d_p - h$
	A, B, C	$2,8 \leq N < 3,5$ $5,3 < N < 7,0$ $9,3 < N < 12,5$	$x = f + 3e/2$; $y = d_p + b$

На базе разработанных расчетных формуляров предложена процедура параметрического моделирования шкивов клиноременных передач в модуле APM Graph. Эскиз конструкции шкива с укороченной ступицей на фоне окна команд приведен на рис. 2.

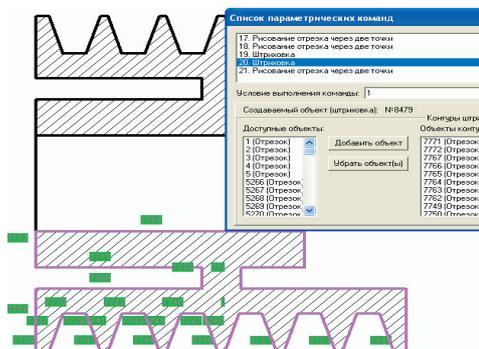


Рис. 2. Эскиз конструкции шкива в параметрической форме

Различные варианты осевой фиксации реализуются в параметрической модели (рис. 3) за счет выбора конструкции ступицы шкива по критерию $l_{ст}/d_t > 0,8$ - удлиненная ступица (рис. 3а), в противном случае - укороченная (рис. 3б). В окне команд вызовов определенного варианта осевой фиксации осуществляется за счет формирования условия выполнения команды.

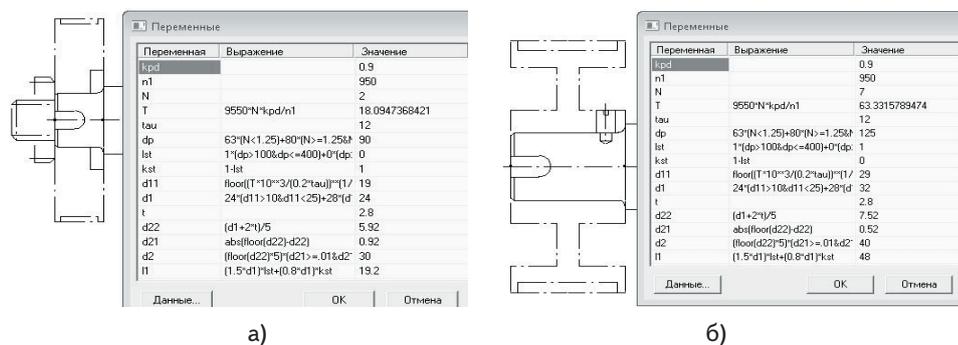


Рис. 3. Варианты осевой фиксации: а – шкивы монолитной конструкции; б – шкивы дисковой конструкции

Графический контур шкива, полученный на базе параметрической модели может послужить базой для последующего создания чертежа шкива клиноременной передачи в модуле APM Graph, а также 3D – модели в модуле APM Studio (рис. 4). Аналогичная процедура осуществляется и для поликлиновой передачи (рис. 5).

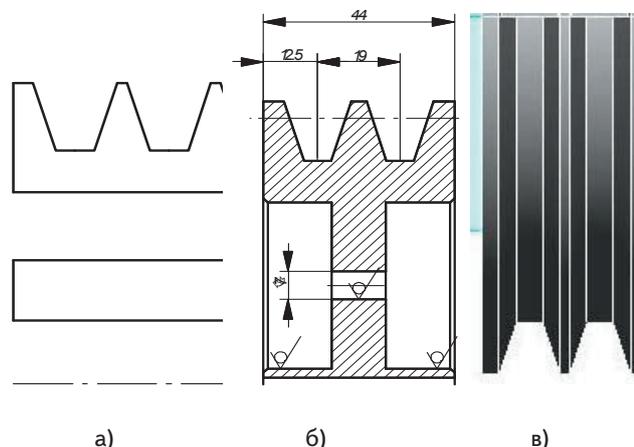


Рис. 4. Шкив клиноременной передачи: а – фрагмент параметрической модели; б – фрагмент чертежа; в – фрагмент 3D – модели

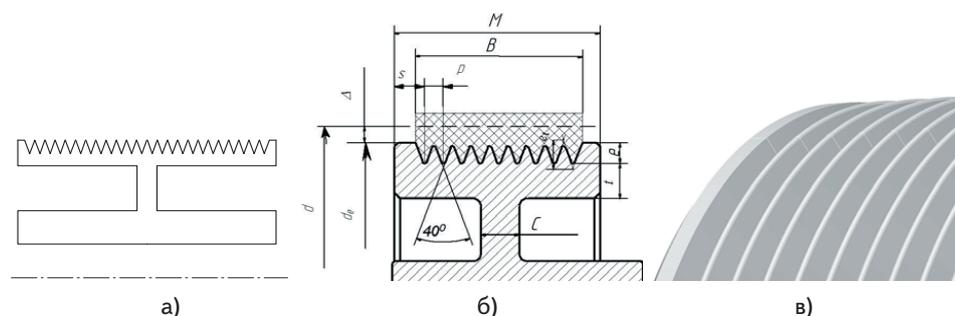


Рис. 5. Шкив поликлиновой передачи: а – фрагмент параметрической модели; б – фрагмент чертежа; в – фрагмент 3D – модели

5. Выводы

Полученные в данной работе результаты позволяют осуществлять построение параметрических моделей, чертежей и 3D моделей клиноременных передач различных конструктивных реализаций в режиме многовариантного проектирования. Показана перспективность

использования интегрированной САПР APM WinMachine в задачах проектирования и моделирования машиностроительных конструкций, что дает значительный эффект повышения производительности труда конструкторов.

Литература

1. Кроль, О.С. Параметрическое моделирование металлорежущих станков и инструментов. Монография [Текст] / О.С. Кроль. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 116 с.
2. Воробьев, И.И. Передачи с гибкой связью в приводах станков [Текст] / И.И. Воробьев. – М.: Машиностроение, 1971. – 144 с.
3. Арбузов, А.А. Влияние шага зубьев шкива на распределение нагрузки между зубьями ремня [Текст] / А.А. Арбузов // Станки и инструмент. – 1971. - № 5. – с. 33-34.
4. Замрий, А.А. Практический учебный курс CAD/CAE APM WinMachine. Учебно-методическое пособие [Текст] / А.А. Замрий. – М: изд-во АПМ, 2007. – 144 с.
5. Katz, N. Parametric modeling in AutoCAD [Текст] / N. Katz // AECbytes. - 2007. – Т. 32. - р. 21-28.
6. Ushakov, D. Direct modeling – who and why needs it? A review of competitive technologies [Текст] / D. Ushakov // Isicad. - 2011. – № 11. - р. 11-18.
7. Kuwabara, S. Study on a metal pushing V-belt type CVT: numerical analysis of forces acting on a belt at steady state [Текст] / S. Kuwabara, T. Fujii, S/ Kanehara // JSAE Review. - 1998. – № 2. - р. 117-122.
8. Kuwabara S. Study on a metal pushing V-belt type CVT: band tension and load distribution forces in steel ringe [Текст] / S. Kuwabara, T. Fujii, S/ Kanehara // JSAE Review. - 1999. – № 1. - р. 55-60.
9. Ferrando, F. Axial force test and modelling of the V-belt continuously variable transmission of mopeds [Текст] / F. Ferrando, F. Martin, C/ Kiba // JMach.Des. - 1996. – Т 118-(2). - р. 73-80.
10. Carbone, G. Theoretical model of metal V-belt drives during rapid ratio changing [Текст] / G. Carbone, L. Mangialardi, G/ Mantriota // JMach.Des. - 1999. – Т 123(1). - р. 111-117.