УДК 629.3.023.27.001.63:004.42

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ЧЕРВЯЧНЫХ РЕДУКТОРОВ И РАЗРАБОТКА САПР ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

Мушкин О.В., Николаева Н.Д., Труханов В.М.

Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: app@vstu.ru

Рассмотрены особенности и области применения червячных редукторов, выявлены их достоинства и недостатки, приведена классификация существующих редукторов. Создана система автоматизированного проектирования одноступенчатого червячного редуктора. В качестве среды для разработки использовалась среда Delphi 7 фирмы Borland. Основное окно программы содержит поля ввода исходных данных для расчета, поля с возможностью выбора одного из справочных параметров, а также поля, где отображается результат расчета. Реализована проверка условия по тепловому расчету и расчету прочности. При создании программы был выполнен кинематический расчет, расчет геометрических параметров червячной передачи, выполнен расчет по критерию контактной прочности, произведен тепловой расчет редуктора и расчет надежности. Программа предназначена для использования в машиностроении при проектировании и расчете червячных редукторов.

Ключевые слова: червячный редуктор, САПР, надежность, контактная прочность, геометрия червячной передачи.

RESEARCH METHODS OF AUTOMATED CALCULATION WORM REDUCERS AND DEVELOPMENT CAD OF WORM REDUCER

Mushkin O.V., Nikolaeva N.D., Trukhanov V.M.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: app@vstu.ru

Describes the characteristics and applications of worm gearboxes, identified their advantages and disadvantages, a classification of existing gearboxes. Created computer-aided design of single-stage worm gearbox. As an environment for development has been used the environment of Delphi 7 by Borland. The main window contains the input fields the initial data for calculation, field selectable one of the reference parameters, and fields that displays the calculation result. The program also checks the conditions for heat calculation and strength calculation. When the program was performed kinematic calculations, calculation of geometrical parameters of the worm gear, the calculation by the criteria contact strength, of the produced heat calculation of gear box and calculation of reliability. The program is intended for use in mechanical engineering in the design and calculation of worm gears.

Keywords: worm reducer, CAD, reliability, contact strength, the geometry of worm gears.

Целью данной работы является исследование существующих автоматизированных способов расчета червячных редукторов, а также создание программы автоматизированного расчета червячного редуктора.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие задачи:

− изучение различных видов редукторов, их достоинств и недостатков, области применения;

− обзор червячного редуктора выбранного для расчетов;

− разработка расчета надежности одноступенчатого червячного редуктора;

− разработка кинематического расчета, расчета геометрических параметров, расчета на контактную прочность, теплового расчета;

− разработка программы расчета одноступенчатого червячного редуктора. [2]

Научная новизна работы заключается в том, что импортные программные продукты автоматизированного расчета червячного редуктора достаточно совершенны, но имеют высокую стоимость, сложны в освоении и не располагают отечественной нормативной конструкторской и иной базой. У отечественных программных продуктов цена несколько ниже, но они далеки от лучших зарубежных аналогов и поэтому имеют ограниченную область применения. Поэтому, создаются предпосылки для разработки собственных программных продуктов.

В общем случае редуктор – это агрегат, включающий одну или несколько передач зацеплением, смонтированных в корпусе. Они предназначены для понижения частоты вращения и, соответственно, увеличения вращающего момента.

Червячные передачи – это передачи зацеплением витков червяка и зубьев червячного колеса. Червячные передачи применяют при необходимости передачи движения между перекрещивающимися валами (станки, автомобили и т.д.). [5]

Достоинства и недостатки червячных передач

Достоинства:

− возможность получения большого передаточного числа в одной ступени (в редукторе до 80, а в отдельных случаях до 300 и более);

− плавность и малошумность работы;

− повышенная кинематическая точность.

Недостатки:

− низкий КПД;

− необходимость изготовления зубьев колеса из дорогих антифрикционных материалов;

− повышенные требования к точности сборки, необходимость регулировки взаимного расположения червяка и колеса;

− необходимость специальных мер по интенсификации теплоотвода. [3]

Редукторы и мотор-редукторы классифицируют по нескольким признакам, важнейшими из которых являются:

− тип используемых передач,

− количество ступеней,

− взаимное расположение осей и их положение в пространстве,

− способ крепления и др.

Тип передачи – важнейший классификационный признак, по которому разделяют редукторы и мотор-редукторы. Имеются следующие типы редукторов:

− зубчатые цилиндрические (прямозубые, косозубые и шевронные);

− зубчатые конические (с прямыми, тангенциальными и круговыми зубьями);

− червячные (цилиндрические и глобоидные);

− планетарные (передачи с подвижными осями каких-либо колес): несмотря на то, что в них используют, как правило, цилиндрические или конические передачи, их выделяют в самостоятельную подгруппу;

− гипоидные и спироидные (сюда относят все другие виды гиперболоидных передач за исключением винтовых и червячных);

− комбинированные (многоступенчатые, ступени, которых состоят из различных типов передач).

По количеству ступеней редукторы и мотор-редукторы делят на одно- и многоступенчатые. В качестве редукторов общего назначения используют одно-, двух- и трехступенчатые, включающие ступени как одного типа передач, так и нескольких типов. Редукторы с большим числом ступеней изготавливают только как специальные.

По взаимному расположению осей редукторы и мотор-редукторы могут быть:

− соосными (например, зубчатые двухступенчатые, планетарные, волновые);

− с параллельными осями (например, зубчатые цилиндрические одно- и многоступенчатые, червячные двухступенчатые);

− с пересекающимися осями (например, конические одноступенчатые);

− с перекрещивающимися осями (например, червячные одно- и двухступенчатые, зубчатые винтовые, гипоидные);

По расположению осей в пространстве:

− с горизонтальными осями;

− с вертикальной осью выходного (тихоходного) вала;

− с вертикальной осью входного (быстроходного) вала;

− с вертикальными осями;

− универсальные;

По способу крепления:

− на лапах, выполненных заодно с корпусом;

− с отъемными лапами;

− с фланцем со стороны выходного и входного вала.

Классифицируют редукторы и по другим признакам, например по назначению (редукторы общего назначения и специальные), областям применения (для работы в умеренном климате, тропическом, в высотных условиях и др.), быстроходности, ресурсу и т.д. [4]

Для расчетов и создания программы автоматизированного расчета был выбран одноступенчатый червячный редуктор, представленный на рисунке 1.

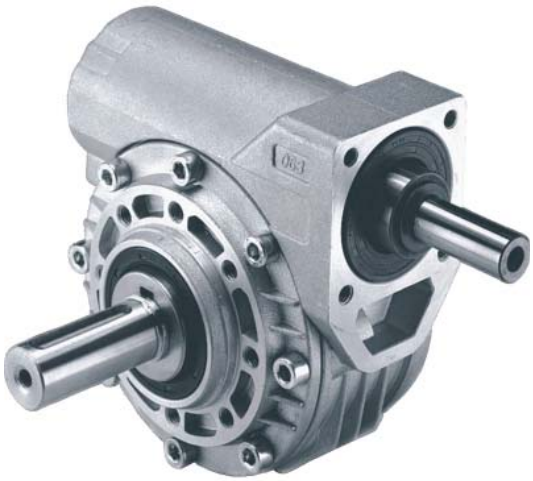

Рис. 1. Одноступенчатый червячный редуктор

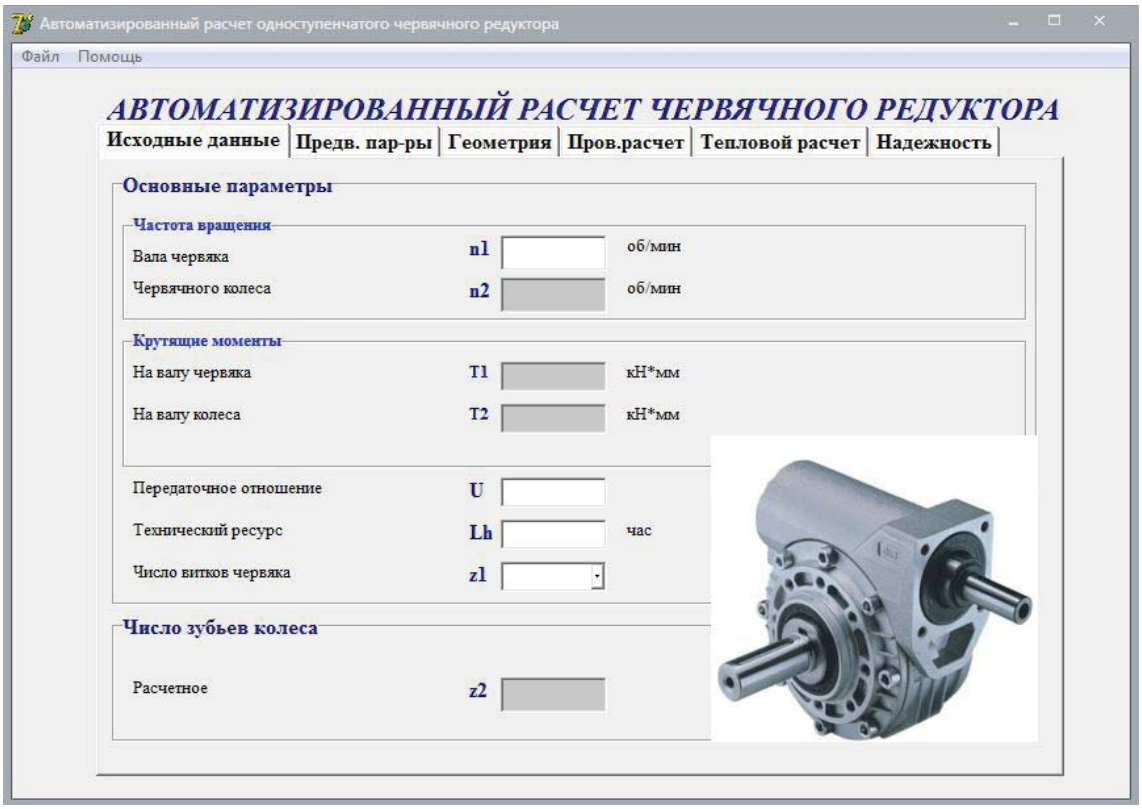

Рис. 2. Основное окно разработанной программы

Была создана САПР червячного редуктора. Она достаточно проста в использовании и не требует особых навыков. В качестве среды для разработки использовалась среда Delphi. Основное окно программы представлено на рисунке 2.

Поля в которых выводятся расчетные данные заблокированы от пользователя и он не может на них воздействовать с помощью мыши или клавиатуры (выделены серым цветом). В белые поля вводятся исходные данные для расчета. Далее приведен листинг расчета одного из параметров редуктора:

```
n1:=StrToFloat(Edit1.Text); // Считываем данные из окна Edit1;
P1:=StrToFloat(Edit37.Text); // Считываем данные из окна Edit 37;
T1:=P1*30000/3.14/n1; // Формула для расчета крутящего момента T1;
Edit3.Text:=FloatToStrF(T1,ffFixed,8,2); // Записываем результат в окно Edit3. [1]
```

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 559 с.: ил.

2. Труханов В.М. Методы обеспечения надежности изделий машиностроения. – М.: Машиностроение, 1995. – 304 с.

3. Труханов В.М. Надежность сложных технических систем типа подвижных установок на этапах производства и эксплуатации. – М.: Машиностроение, 2005. – 444 с.

4. Труханов В.М. Надежность технических систем. – М.: Машиностроение, 2008. – 592 с.

5. Труханов В.М. Справочник по надежности специальных подвижных установок. – М.: Машиностроение, 1997. – 200 с.: ил.