

Результаты расчетов по формулам (5) – (8) для некоторых мотор-шпинделей производства Siemens приведены в таблице 1. Расчетная индукция B_δ при электромагнитном возбуждении изменялась в диапазоне 0.93...0.97 Тл; расчетный зазор δ – в диапазоне 0.46...0.52 мм. При возбуждении постоянными магнитами расчетная индукция B_δ принималось равной 1.42 Тл; расчетный зазор $\delta = 0.45$ мм.

Анализ расчетных данных позволяет сделать вывод о соразмерности дополнительной жесткости, вносимой электромагнитным взаимодействием между ротором и статором, с жесткостью традиционных подшипниковых опор. Поэтому при расчете мотор-шпинделя на жесткость и точность необходимо использовать не двухопорную, а трехопорную схему. В этом случае становится актуальным выбор расстояния между опорами, обеспечивающего максимально возможную жесткость шпиндельного узла (с учетом длины используемого ротора).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Вышэйшая школа, 1991.
2. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т.2. Ч.1. Расчет и конструирование узлов и элементов станков / Под общ. ред. А.С.Проникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, Машиностроение, 1995.
3. Шубов И.Г. Шум и вибрация электрических машин. Л., «Энергия», 1973. – 200 с.
4. Гольдберг О.Д. и др. Проектирование электрических машин. – М.: Высш. шк., 2001. – 430 с.
5. Проектирование электрических машин / Под ред. И.П.Копылова. – М.: Высш. шк., 2002. – 757 с.

УДК 658.512.22

Аверченков В.И., Беспалов В.А.

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ САПР ГИДРОЦИЛИНДРОВ

*Брянский государственный технический университет
Брянск, Россия*

В настоящее время условия современного рынка накладывают повышенные требования к качеству изделий машиностроения, а также гибкости машиностроительного производства. Производитель должен обеспечить минимальные затраты на изготовление изделия при сохранении необходимого качества.

Осуществить такие требования представляется возможным используя средства вычислительной техники на всех этапах производства. Особая роль отводится применению электронных вычислительных машин (ЭВМ) в системах автоматизированного проектирования (САПР).

Проведенный обзор предприятий, занимающихся проектированием и изготовлением гидроаппаратуры, выявил потребность в специализированных САПР гидроцилиндров. В частности, системой такого назначения заинтересовался ОАО «Агрегатный завод» – один из крупнейших поставщиков силового гидрооборудования общего, специального и горношахтного назначения для различных отраслей промышленности России и Беларуси.

Разработка и широкомасштабное использование САПР в области конструирования и расчета гидроцилиндров позволяет снизить затраты на создание и эксплуатацию проектируемых изделий, повысить производительность труда проектировщиков, конструкторов и технологов, снизить объем проектной документации. Автоматизация проектирования позволяет сделать труд разработчиков более творческим.

Основной проблемой, возникающей при постоянной сменяемости типоразмеров объектов проектирования, является минимизация трудоемкости и временных затрат на проекти-

рование. Несмотря на высокий уровень типизации элементов конструкции гидроцилиндров, в каждом конкретном случае приходится выполнять большой объем проектно-конструкторских работ. Учитывая острую необходимость в сокращении сроков проектирования, делались попытки использовать существующие универсальные САПР. Однако такие системы автоматизированного проектирования не дают возможности получать твердотельные модели и конструкторские чертежи проектируемого изделия в автоматизированном режиме и требуют дополнительной реализации алгоритмов автоматизированного расчета.

Разработанная специализированная САПР гидроцилиндров представляет собой набор программных модулей, осуществляющих расчет и построение моделей гидроцилиндров с использованием САД-системы Autodesk Inventor.

При использовании подобных систем специалист вводит в систему проектирования данные технического задания. Далее осуществляется автоматизированный процесс генерации проекта, в котором проектировщик принимает принципиальные решения путем их выбора из вариантов, предлагаемых компьютером на основе использования формализованных инженерных знаний.

В основу разработки структурно-функциональной схемы САПР гидроцилиндров в соответствии с ГОСТ 23501.101-87, регламентирующим основные принципы создания САПР, заложены принципы системного единства и совместимости, типизации, развития и модульности.

Разработанная САПР гидроцилиндров включает в себя следующие основные подсистемы (рис.1):

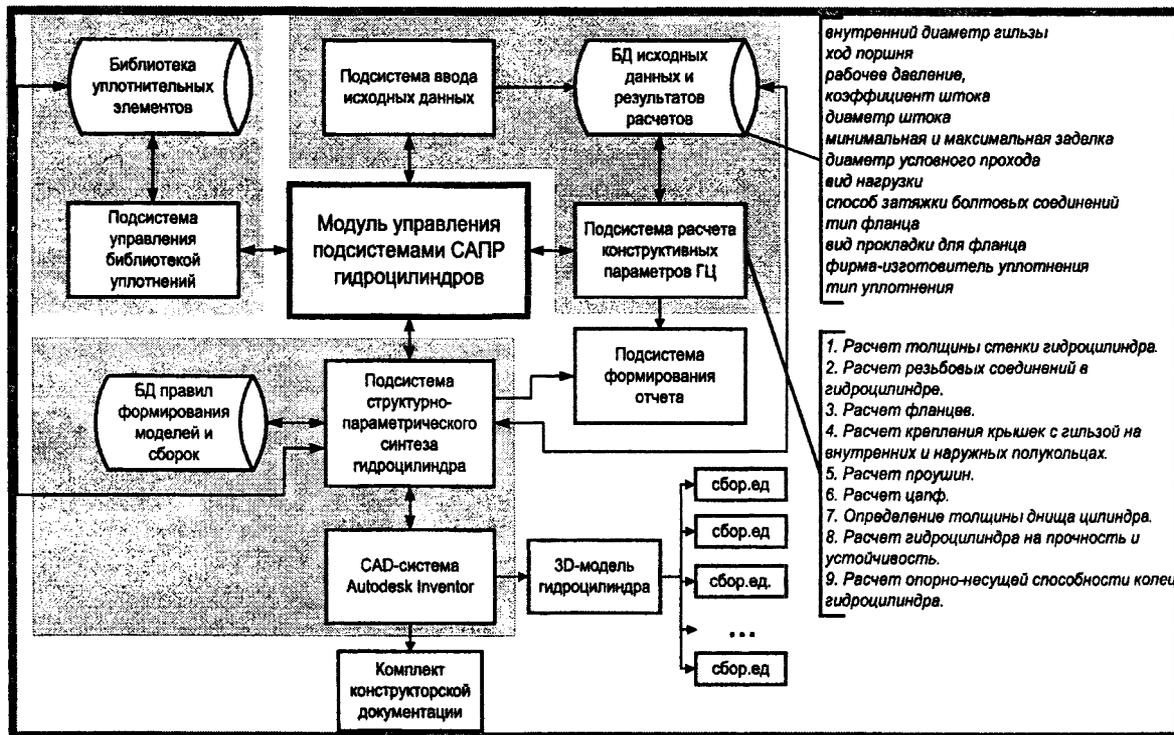


Рисунок 1- Структурная схема САПР гидроцилиндров

Исходными данными для проектирования гидроцилиндра является его диаметр и развиваемое им рабочее давление. В разработанной САПР гидроцилиндров имеется возможность выбрать значение из стандартного ряда диаметров, задать рабочее давление гидроцилиндра, ход поршня, диаметр штока, максимальную и минимальную заделку, указать требуемый тип фланца, а также вид прокладки для фланца, тип нагрузки и вид болтовых соединений

Подсистема ввода исходных данных предназначена для указания необходимого диаметра гидроцилиндра (имеется стандартный ряд диаметров гидроцилиндров), рабочего давления гидроцилиндра, хода поршня в зависимости от выбранного диаметра. Подсистема позволяет выводить информацию о диаметре штока, максимальной и минимальной заделках, авто-

матически подбирать соответствующее уплотнение, передав необходимую информацию в подсистему управления библиотекой уплотнительных элементов.

Подсистема расчета конструктивных параметров гидроцилиндра предназначена для автоматического расчета усилия, развиваемого гидроцилиндром; толщины стенки гидроцилиндра; расчета резьбовых соединений в гидроцилиндре, расчета фланцев, расчета крепления крышек с гильзой на внутренних и наружных полукольцах; расчета проушин, цапф; определение толщины днища цилиндра, расчета гидроцилиндра на прочность и устойчивость, а также расчета опорно-несущей способности колец гидроцилиндра. Подсистема расчета конструктивных параметров гидроцилиндров позволяет автоматически подобрать внутренний диаметр гильзы, ближайший к стандартному диаметру уплотнений, которые имеются в библиотеке уплотнительных элементов, и произвести все необходимые расчеты.

По окончании расчета в распоряжении проектировщика имеются следующие данные: толщина стенки гильзы; растягивающее напряжение в резьбе штока (гильзы); касательное напряжение штока (гильзы); приведенное напряжение в резьбе штока (гильзы); толщина тарелки фланца; напряжение среза; напряжение смятия; напряжение растяжения в опасном сечении гильзы; напряжение на внешней и внутренней поверхностях; суммарное напряжение в проушине при наличии втулки; напряжение смятия цапфы; толщина днища цилиндра; напряжение сжатия штока.

Данные, полученные в результате работы расчетного модуля, сохраняются в базе данных (БД) и служат, в дальнейшем, основой для построения твердотельной параметрической модели гидроцилиндра.

Основную часть информационного обеспечения САПР гидроцилиндров составляет база данных – информационные массивы, где хранятся необходимые для проектировочных расчетов данные, результаты выполнения этих расчетов, а также правила, необходимые для автоматической генерации трехмерной модели элементов гидроцилиндра. В процессе функционирования рассматриваемой САПР, БД пополняется, корректируется и, кроме того, производится ее защита от неправильных изменений.

В процессе разработки САПР гидроцилиндров была создана и наполнена библиотека уплотнительных элементов фирм Элконт и Ролурас, которые используются ОАО «Агрегатный завод» при изготовлении гидроцилиндров. В библиотеке представлены модели уплотнений для поршней гидроцилиндров стандартных диаметров, работающих в среде минеральных масел и водомасляных эмульсий при давлении до 80 МПа, температуре от -50 до $+200^{\circ}\text{C}$.

Построение твердотельной модели гидроцилиндра осуществляется подсистемой структурно-параметрического синтеза, которая состоит из следующих модулей: модуля формирования твердотельных параметрических моделей элементов гидроцилиндра, модуля управления и редактирования 3D-моделей, модуля создания сборочной модели гидроцилиндра, модуля управления правилами создания сборки, модуля генерации чертежной документации. На вход подсистемы подаются данные расчетов конструктивных параметров гидроцилиндра, и на основании этих данных подсистема посредством программного интерфейса Application Programming Interface (API), доступ к которому осуществляется при помощи COM-технологии, генерирует сначала набор моделей деталей гидроцилиндра, а затем автоматически осуществляет сборку общей модели изделия.

Модель любой детали, входящей в гидроцилиндр, представляет собой последовательное описание составляющих ее геометрических примитивов и конструктивных элементов. Конструктивные элементы могут быть заданы с помощью формообразующих эскизов (элементы, полученные выдавливанием, вращением, сдвигом по траектории), а также созданы на базе уже имеющихся элементов (отверстия, фаски, скругления, оболочки, ребра жесткости, перегородки, литейные уклоны, резьбовые элементы). Модель детали M_D можно представить в виде зависимости:

$$M_D = \{ \mathcal{E}_{2D}, Op \}, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{2D} – полностью определенный двухмерный эскиз;

Op – операция трехмерного моделирования;

- количество элементов детали.

Для создания трехмерной модели детали гидроцилиндра в САД-системе использовался алгоритм, при помощи которого, можно получить модель с необходимыми размерами, представленными в виде переменных. Вначале, программным способом в системе Autodesk Inventor строится безразмерный вспомогательный двухмерный эскиз, необходимый для создания трехмерной модели или ее элемента при помощи API-интерфейса. Затем осуществляется наложение необходимых геометрических зависимостей между элементами двухмерного эскиза (параллельность, перпендикулярность, касательность, соосность и др.). После этого указываются размеры основных элементов эскиза, который становится полностью определенным. И в завершении выполняются операции трехмерного моделирования (вытапливание, вращение, лоттинг, булевы операции и др.). Если модель детали имеет сложную форму и не может быть получена с помощью одного такого цикла, то он повторяется необходимое количество раз.

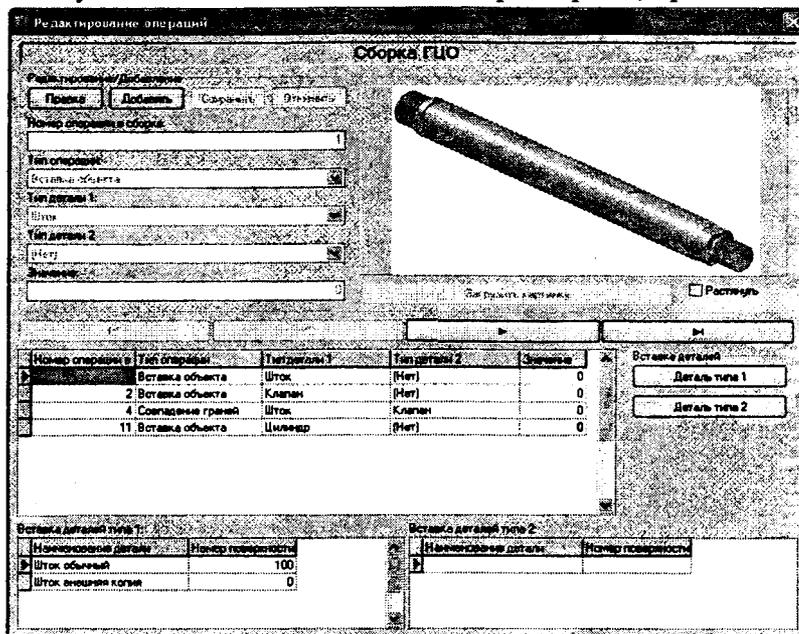


Рисунок 2- Окно добавления новой сборочной единицы

Преимуществом такого подхода к параметризации моделирования является то, что, имея описание модели детали, можно варьировать ее размерные характеристики простым изменением параметров ключевых переменных, содержащих конкретные значения размеров элементов эскиза и операций трехмерного моделирования. Параметры переменных передаются в данный модуль из подсистемы расчета конструктивных параметров гидроцилиндра.

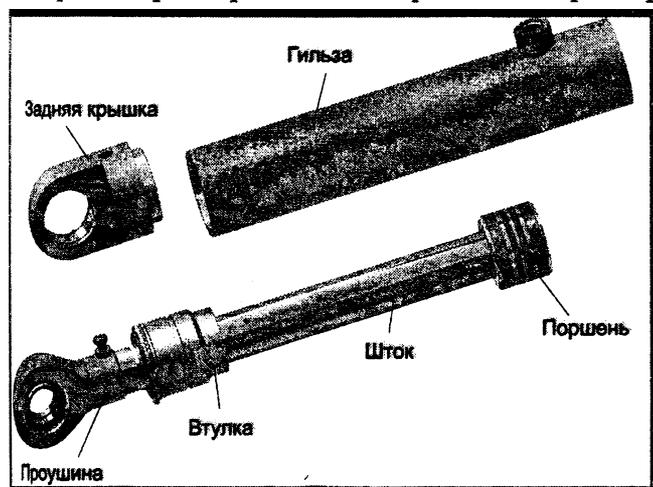


Рисунок 3 – Полученная модель гидроцилиндра

При необходимости добавить новую сборочную единицу система позволяет создать правила, в соответствии с которыми новая модель будет использоваться в сборке (рис. 2).

Все эскизы, полученные при построении модели, являются полностью определенными, модели сборочных единиц – параметрическими. Параметры можно сохранять во внешнем файле и загружать в модель, а также считывать из файла или из модели.

Дальнейшим шагом работы модуля автоматизированного построения твердотельных моделей является вставка полученных на предыдущем этапе деталей в сборку. Сборочную модель гидроцилиндра $M_{сб}$ можно представить следующим образом:

$$M_{сб} = \{M_D, O_s\}, \quad (2)$$

M_D – множество моделей деталей гидроцилиндра;

O_s – совокупность отношений между сборочными моделями деталей гидроцилиндра.

При этом был применен следующий алгоритм. Вначале осуществляется вставка в файл сборочной трехмерной модели базовой детали, относительно которой будут определены все остальные модели деталей гидроцилиндра. Затем, в файл сборочной модели гидроцилиндра осуществляется добавление требуемых, в соответствии с заданной конструкцией, моделей деталей. После этого накладываются взаимосвязи между моделями для определения их относительного положения в сборке. В результате проектирования формируется трехмерная модель объекта (рис.3) и комплект рабочих чертежей.

В настоящее время САПР гидроцилиндров проходит апробацию на предприятии ОАО «Агрегатный завод» и внедрена в учебный процесс на кафедре «Компьютерные технологии и системы» при подготовке инженеров по специальности «САПР».

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверченков В.И. Разработка специализированной САПР на основе системы T-FLEX CAD / В.И. Аверченков [и др.] // САПР и графика. – 2002г. №7 с. 49-52. 2. ГОСТ 6540-64 и 14063-68 Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров.

УДК 004.92

Бурдо Е.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ САД-СИСТЕМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

За последнее десятилетие уровень информационных технологий в проектировании значительно вырос и кардинально изменил представление о рабочем месте инженера-конструктора. Сегодня компьютер стал неотъемлемым инструментом специалиста конструктора практически во всех важных наукоемких областях промышленности (судостроение, авиастроение, двигателестроение, автомобилестроение и т.д.).

Рынок специализированного программного обеспечения или **CAD (Computer Aided Design)** технологий для проектирования и выпуска конструкторской документации насыщен всевозможными пакетами, и часто не легко сделать выбор, отдав предпочтение какой-либо из развитых САД системе. Основные задачи, которые ставятся перед любой системой автоматизированного проектирования, – это сокращение сроков разработки нового изделия и повышение качества выполнения проекта.

Современные лидеры САД систем – это, так называемые, системы «тяжелого» САП-Ра. К наиболее известным в промышленности «тяжелым» системам можно отнести следующие САД системы: **Pro/ENGINEER, UNIGRAPHICS** и **CATIA**.

Помимо «тяжелых» САД-систем в данном обзоре представлены и другие широко известные системы.

Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER (продукт компании PTC) – это многомодульная ассоциативная система, позволяющая работать в едином информационном пространстве проектировщикам-механикам, проектировщикам-электрикам, расчетчикам, технологам и дизайнерам. При использовании в производстве станков с ЧПУ **Pro/ENGINEER** позволяет выполнять весь перечень работ от эскиза детали до передачи данных управляющей программе обрабатывающего станка.

Pro/ENGINEER – это система трехмерного (3D) твердотельного проектирования. Следует отметить, что MCAD система **Pro/ENGINEER**, появившаяся в восьмидесятых годах, изначально создавалась как система 3D твердотельного проектирования. Преимущества 3D