

# ПРОГРАММА РАСЧЕТА РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ В САПР КОМПАС-3D

О. И. Максимов, С. Е. Фильцов, Д. А. Сироткин, А. В. Уразов, Д. А. Клинков, Р. М. Валеев

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

## Введение

Важнейшим требованием при создании новых конструкций изделий является достижение максимального производственного эффекта при снижении их стоимости на единицу мощности или производительности. Одним из частных путей решения поставленных задач является расчет на точность с использованием теории размерных цепей [1].

Проведение расчета размерных цепей позволяет обеспечить собираемость и работоспособность изделия, а также определять величины изменения зазоров в изделии во всем диапазоне эксплуатационных температур. Определение данных параметров необходимо для проведения расчетного обоснования, а также для обеспечения максимальной плотности сборки и вместе с тем работоспособности конструкции изделия в целом.

## Размерные цепи

Размерной цепью называется замкнутая цепь размеров, определяющих точность относительного расположения осей и поверхностей одной детали или нескольких деталей в сборочном соединении. Примеры размерных цепей со схемами представлены на рис. 1.

Целью расчета размерных цепей является проверка правильности заданных в конструкторском документе размеров, обеспечивающих сборку с полными взаимозаменяемостью, путем определения предельных значений замыкающего звена.

Расчет размерных цепей должен подтверждать, что заданные в конструкторском документе размеры и их предельные отклонения при любом их сочетании обеспечивают сборку составных частей и изделия в целом с заданными параметрами в пределах требуемой точности.

Для расчета размерных цепей используются 2 метода: метод минимума и максимума и вероятностный метод.

Номинальный размер замыкающего звена размерной цепи  $A$  вычисляют по формуле

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \xi_{A_i} A_i, \quad (1)$$

где  $i=1, 2, \dots, m$  – порядковый номер звена;  $\xi_{A_i}$  – передаточное отношение  $i$ -го звена размерной цепи.

Для звеньев, повернутых относительно координатных осей, роль передаточных отношений выполняют тригонометрические функции, используемые при проектировании составляющих звеньев на соответствующие координатные оси.

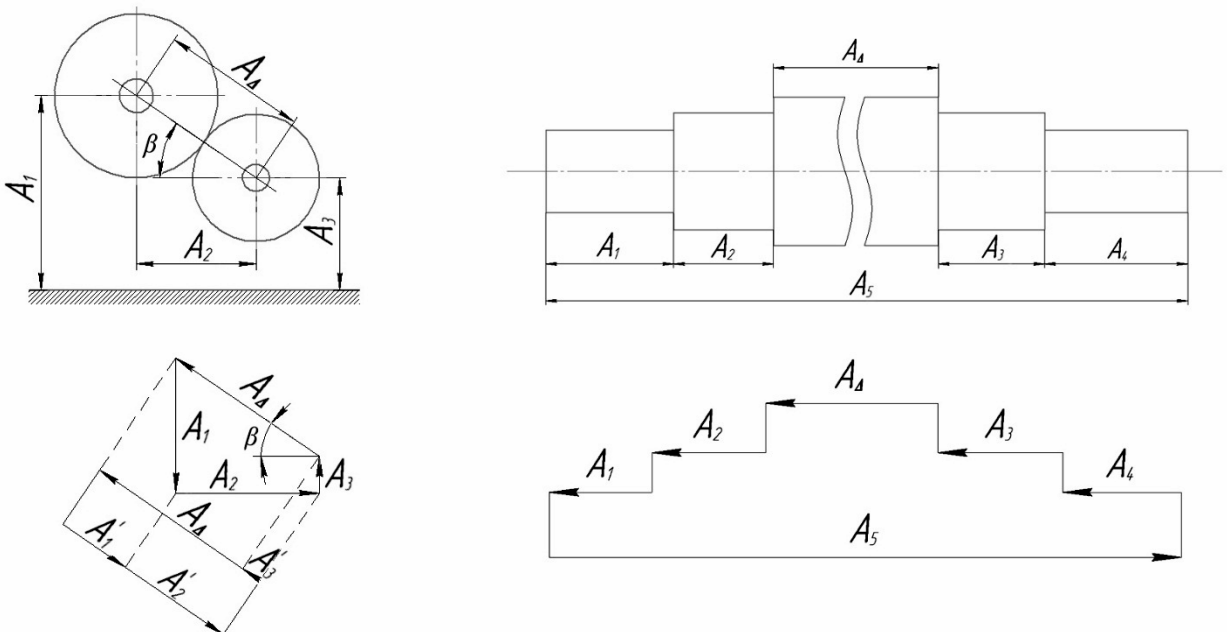


Рис. 1. Примеры размерных цепей

Координату середины поля допуска  $\Delta_{0\Delta}$  замыкающего звена вычисляют по формуле:

$$\Delta_{0\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \xi_i \Delta_{0_i}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{0\Delta} = \frac{\Delta_{B\Delta} + \Delta_{H\Delta}}{2}$ ;  $\Delta_{0_i} = \frac{\Delta_{B_i} + \Delta_{H_i}}{2}$ ;  $\Delta_{B_i}, \Delta_{H_i}$  – предельные верхнее и нижнее отклонения  $i$ -го звена.

Допуск замыкающего звена  $T_\Delta$  вычисляют по формулам: при расчете по способу максимума-минимума:

$$T_\Delta = \sum_{i=1}^{m-1} |\xi_i| T_i, \quad (3)$$

где  $T_0 = \Delta_{B\Delta} - \Delta_{H\Delta}$ ,  $T_0 = \Delta_{B_i} - \Delta_{H_i}$ ;

при расчете по вероятностному способу:

$$T_\Delta = t_\Delta \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \xi_i^2 \lambda_i^2 T_i^2}. \quad (4)$$

где  $\lambda_i^2$  – коэффициент относительного рассеяния.

Коэффициент риска  $t_\Delta$  выбирается из таблиц значения функции Лапласа  $\Phi(t)$  в зависимости от принятого процента риска  $P$  [2].

### Имеющиеся средства

В настоящее время, для расчета размерных цепей используются следующие средства:

- ПО АСКОН «Размерные цепи»;
- ГРАФПИРКС;
- Ручной способ;

Плюсы и минусы этих средств представлены в таблице.

### Сравнение основных средств расчета размерных цепей

	ПО АСКОН «Размерные цепи»	ГРАФПИРКС	Ручной расчет
Плюсы	– взаимодействие с КОМПАС;	– возможен расчет практически любых цепей;	– возможен расчет любых цепей;
Минусы	– ограниченный функционал; – нет отчета; – много замечаний при тестировании;	– нет взаимодействия с КОМПАС; – нет отчета; – сложно работать;	– необходимо много времени на расчет и оформление.

### ПО «Расчет размерных цепей»

В рамках практического применения САПР КОМПАС-3D в части библиотеки «Размерные цепи» сформулирован ряд предложений по развитию функционала библиотеки. В результате разработана собственная программа «Расчет размерных цепей» как прикладное приложение САПР КОМПАС-3D. Программа, рис. 2, разработана с применением API интерфейсов САПР КОМПАС-3D и Win 32.

Программа «Расчет размерных цепей» является прикладной библиотекой САПР КОМПАС-3D. Взаимодействие с системой осуществляется посредством стандартных функций КОМПАС API. Библиотека – это приложение, созданное для расширения стандартных возможностей КОМПАС-3D и работающее в его среде. По своей архитектуре библиотека является стандартным динамически подключаемым модулем (DLL) Windows. Схема работы программы представлена на рис. 3.

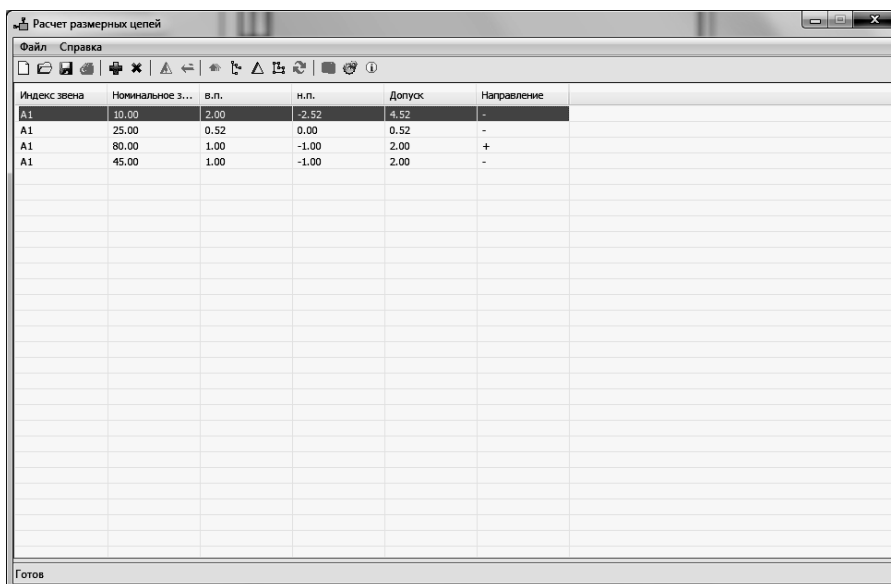


Рис. 2. Главное окно программы

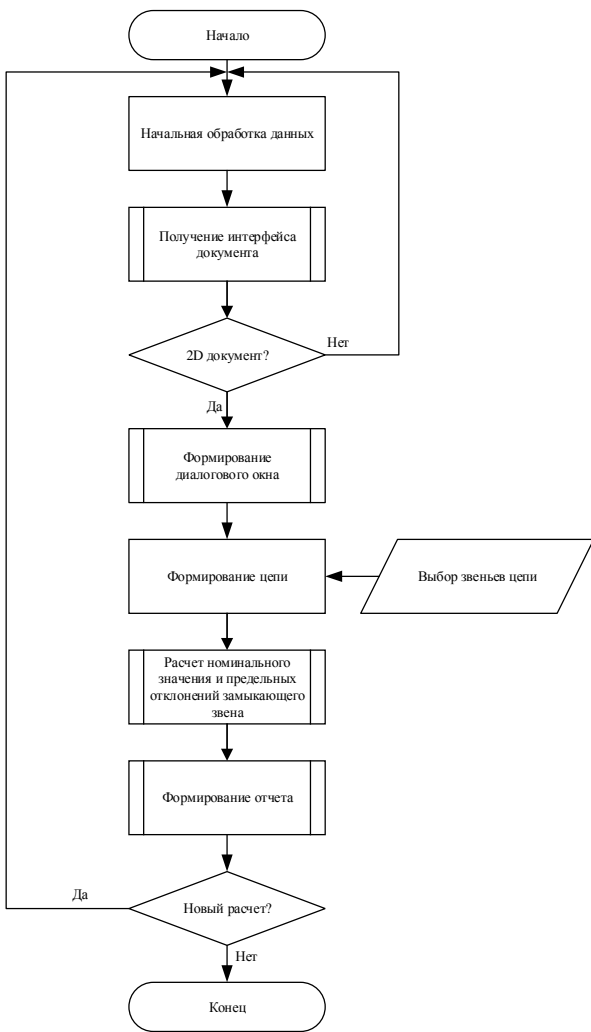


Рис. 3. Схема работы программы

Расчет размерной цепи проводится последовательно:

- а) выбор составляющих звеньев размерной цепи;
- б) выбор замыкающего звена;

- в) выбор увеличивающих звеньев и задание углов поворота (для не параллельных размерных цепей);
- г) расчет размерной цепи.

Программа «Расчет размерных цепей» позволяет выполнять расчет методами:

- максимума и минимума;
- вероятностным методом.

При этом расчет возможен для следующих цепей:

- линейной размерной цепи с параллельными звеньями,
- линейной размерной цепи с не параллельными звеньями,
- угловой размерной цепи.

Возможность формирования отчета, реализованная в ПО «Расчет размерных цепей» позволяет моментально получить отчет, включающий в себя таблицу исходных данных, схему цепи и формулы расчета. Особенностью данного отчета является полное представление данных по размерной цепи, что отсутствует в других программах, представленных выше. Тестовая версия отчета представлена на рис. 4.

### Требования к объектам расчета

Для расчета размерной цепи необходимо соблюдение следующих требований:

- расчет размерных цепей может быть выполнен только для чертежа или фрагмента;
- элементами размерной цепи могут быть предоставленные линейные, радиальные, диаметральные и угловые размеры;
- размеры, входящие в размерную цепь, должны быть параллельными. Если в качестве звена указан отрезок, не параллельный направлению цепи, необходимо указать углы поворота;
- для расчета замыкающего размера должны быть известны все составляющие размеры и их отклонения.

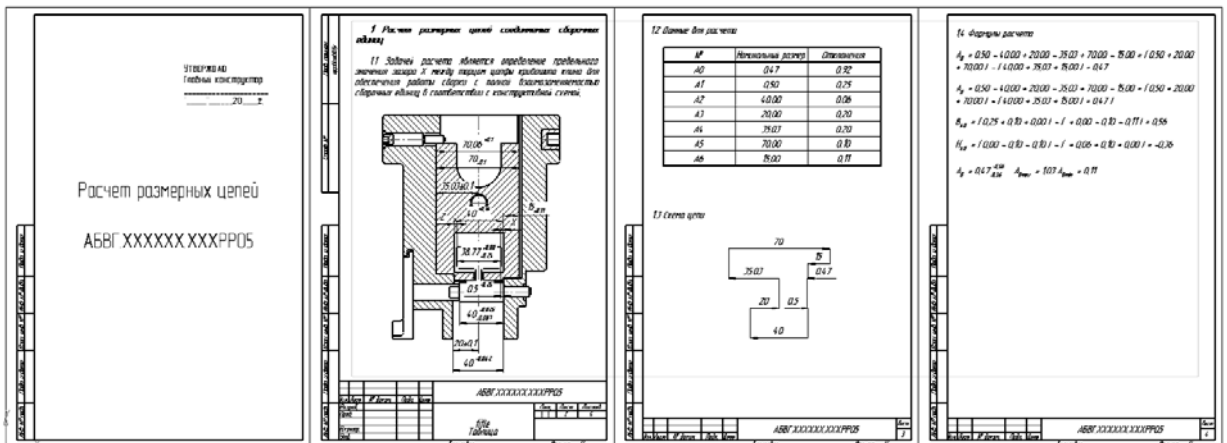


Рис. 4. Вид окна программы с результатами расчета размерной цепи

## Заключение

ПО «Расчет размерных цепей» позволяет сократить время расчета допусков замыкающих звеньев. В результате автоматизации ручного расчета исключается человеческий фактор: ошибки подсчета значений отклонений допусков. После расчета размерной цепи с помощью разработанного ПО, формируется многостраничный отчет. Тестовая версия программы успешно прошла тестирование, и принято решение о дальнейшем расширении функциональных модулей.

## Литература

1. Солонин И. С., Солонин С. М. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. – М.: Машиностроение, 1980. 110 с.
2. РД 50-635-87. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей. [Электронный ресурс] / ИС «Техэксперт: Интранет». – Введ. 01.07.88.