

Размерный анализ ТП и расчет технологических размеров на базе программы построения и решения технологических размерных цепей KON7

(внесены некоторые исправления – KON)

- 1 Цель работы – ознакомление с моделированием размерной точности технологического процесса и программой автоматического построения и решения технологических размерных цепей KON7, приобретение навыков расчета таких технологических размеров, при выполнении которых достигается заданная точность конструкторских размеров.
- 2 Исходные данные – технологический процесс (ТП) механической обработки фланца крепления карданного вала, который является материалом курсового проекта по технологии машиностроения. Чертеж детали показан на рисунке 1. Операционные эскизы – на рисунке 2, размерная схема изображена на рисунке 3. Построенный по этой схеме граф размерных изменений заготовки также показан на рисунке 3. Ребрами графа будут технологические размеры, припуски и конструкторские размеры.

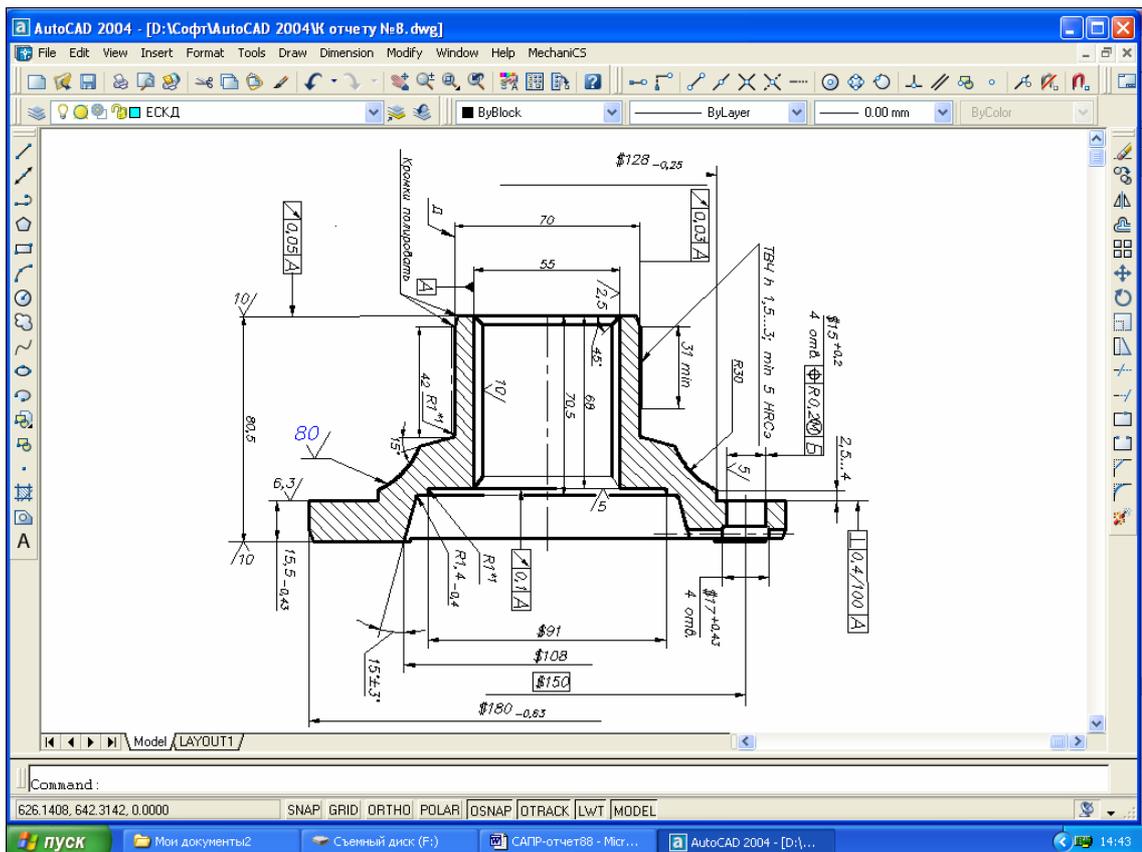


Рисунок 1 - Чертеж детали «фланец» в AutoCAD

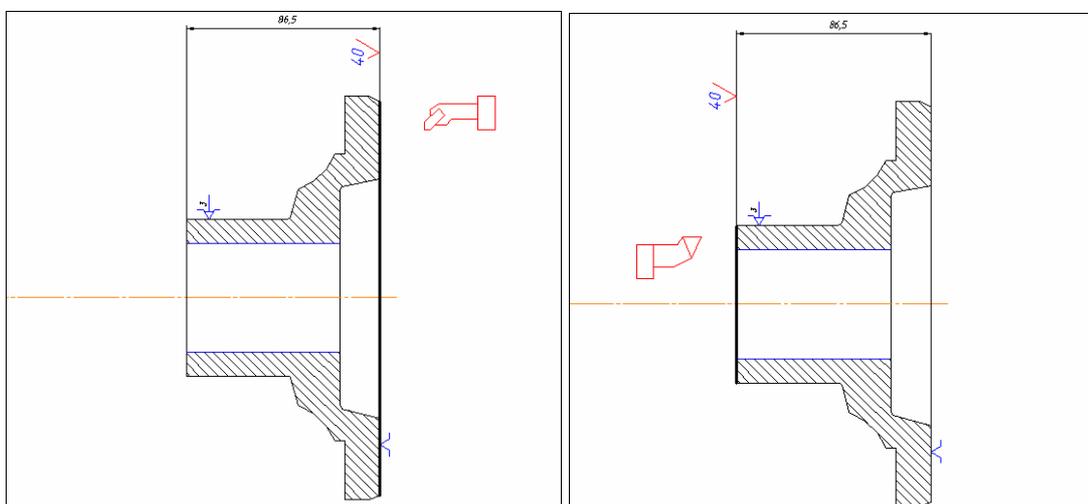


Рисунок 2 - Операционные эскизы

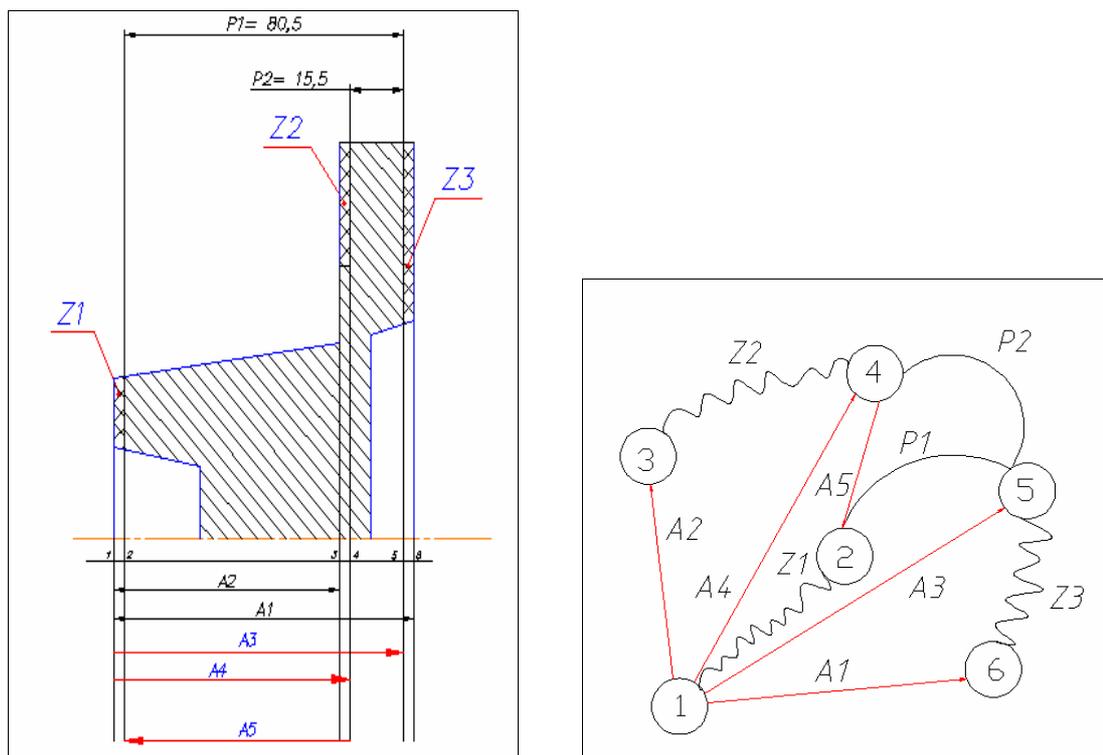


Рисунок 3 - Размерная схема и граф размерных изменений заготовки

3 Методика работы

3.1 Запускаем программу KON7, выбираем «Создать новый вариант». Окно программы показано на рисунке 4.

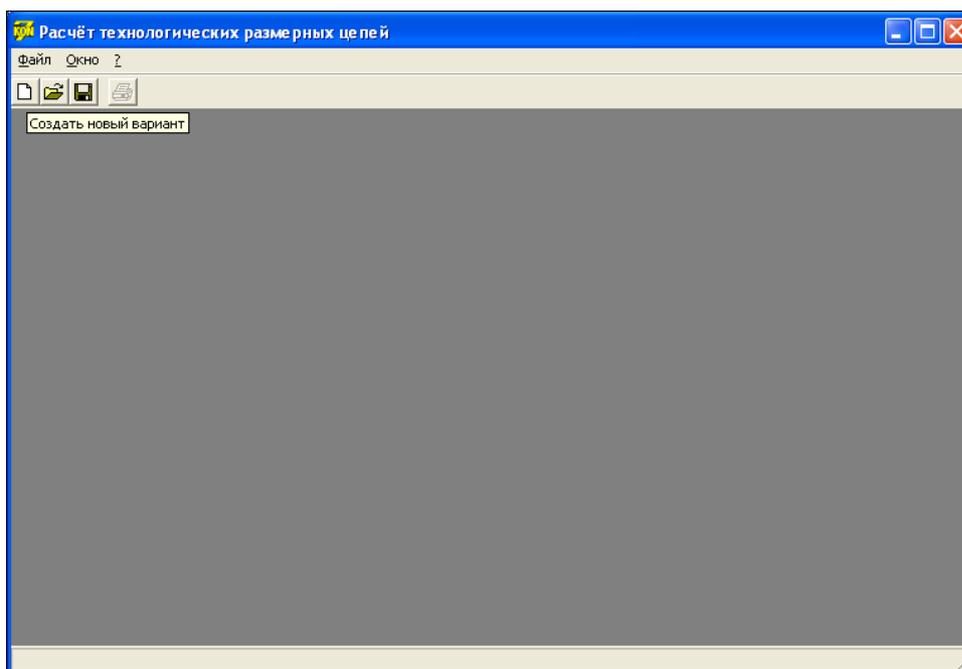


Рисунок 4 - Окно программы KON7

3.2 В появившемся диалоговом окне, последовательно вводим необходимые исходные данные. Заполняем вкладку «Общие данные». Заполненное содержание вкладки показано на рисунке 5.

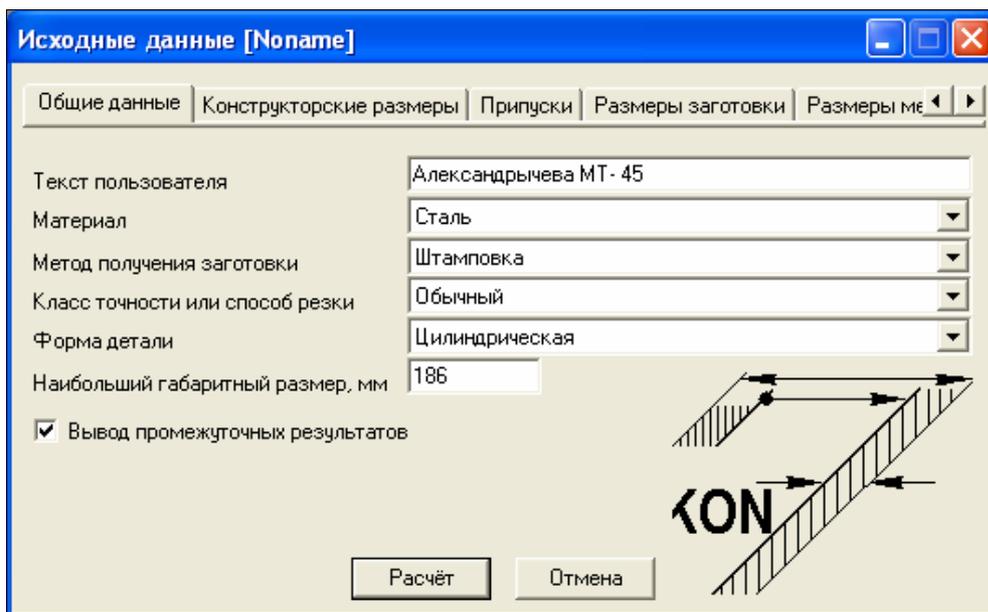


Рисунок 5 - Вкладка "Общие данные"

3.3 Далее выбираем вкладку «Конструкторские размеры». Добавление новых данных, на всех вкладках, осуществляется путем нажатия правой кнопки мыши и выбором пункта «Добавить». В появившемся окне указываем конструкторские размеры, соответствующие исходной размерной схеме. Вкладка и диалоговое окно показаны на рисунке 6.

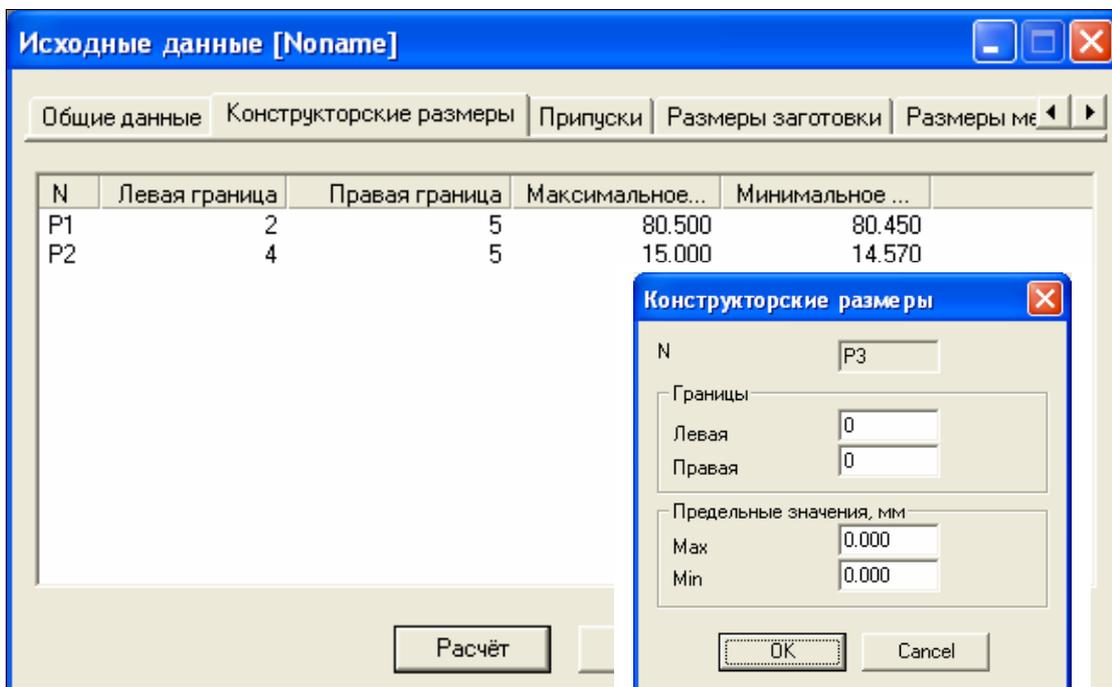


Рисунок 6 - Вкладка "Конструкторские размеры"

3.4 Во вкладке «Припуски» указываем границы припуска. Новая – номер поверхности после обработки, старая – номер поверхности до обработки (рисунок 7).

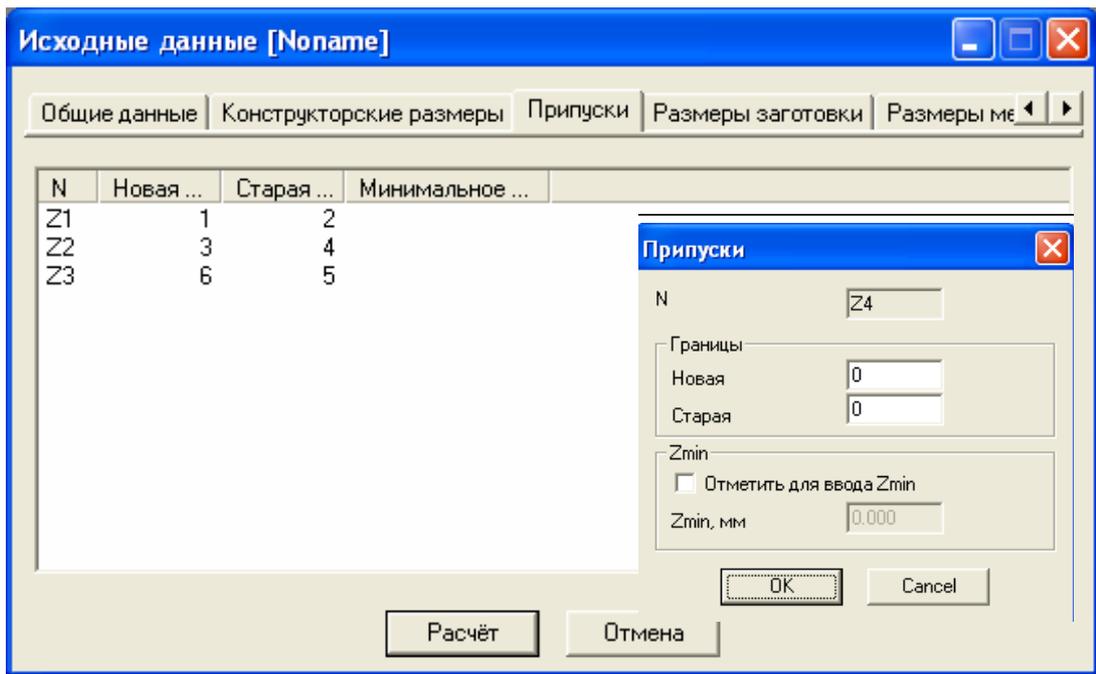


Рисунок 7 - Вкладка "Припуски"

3.5 Далее заходим во вкладку «Размеры заготовки». Указываем границы размеров, систему простановки допуска. Выбрав пункт «Величина» > «Пользовательский» можно указать отклонение размера, если оно заранее известно, если нет, то выбираю «Стандартный». Также на этой вкладке указываем габариты поверхности. Вкладка показана на рисунке 8.

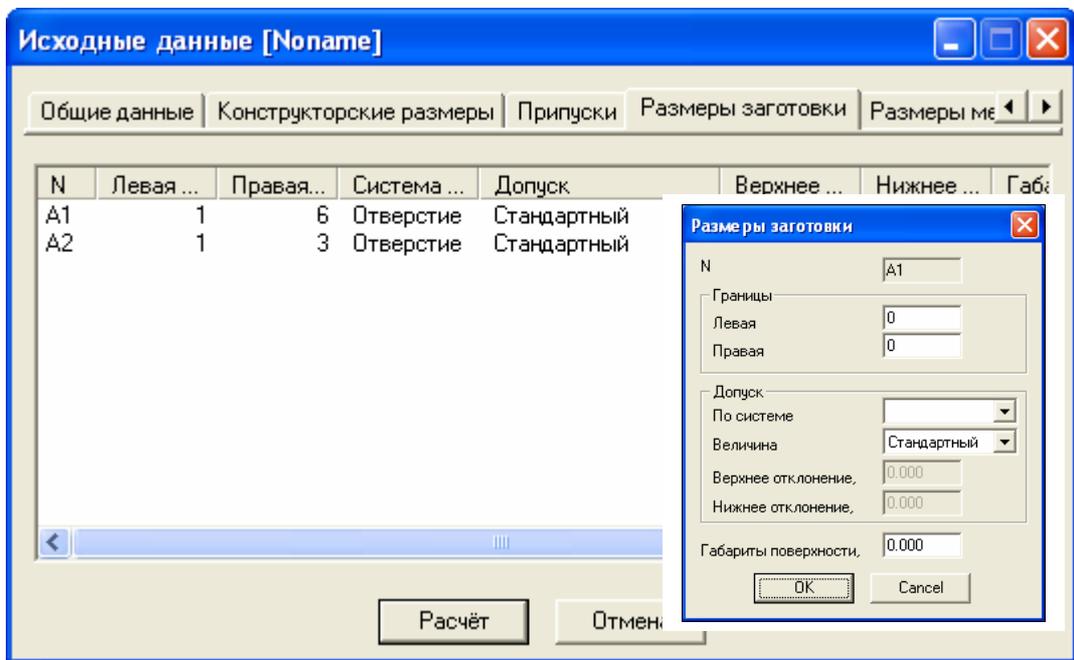


Рисунок 8 - Вкладка "Размеры заготовки"

3.6 Затем выбираем вкладку «Размеры механообработки», где указываю границы механообработки, т.е. ставлю номер поверхности, соответствующей этой обработке, и номер базы, от которой она ведется. Также указываю метод обработки, по какой системе назначен допуск и габариты поверхности. Данная вкладка изображена на рисунке 9.

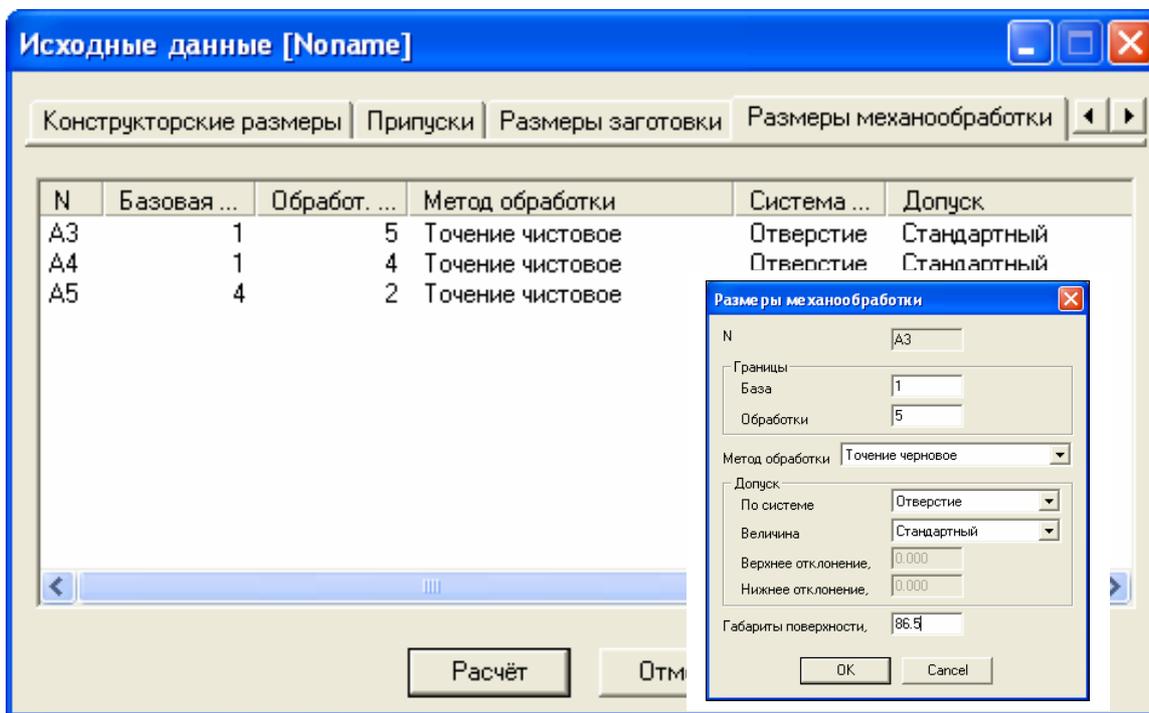


Рисунок 9 - Вкладка "Размеры механообработки"

3.7 После ввода всех необходимых данных нажимается кнопка **Расчёт**. Расчета не происходит: на экране появляются только исходные данные и сообщение об ошибке «Уравнения размерных цепей не определяются» (рисунок 10).

Из графа на рисунке 3 видно, что в данной структуре ТП нет ни одной двухзвенной цепи для замыкающих звеньев типа «Р». Это означает, что при обработке детали ни разу не соблюдается принцип единства баз, что выявлено программой. На этом основании отказываемся от текущей структуры ТП.

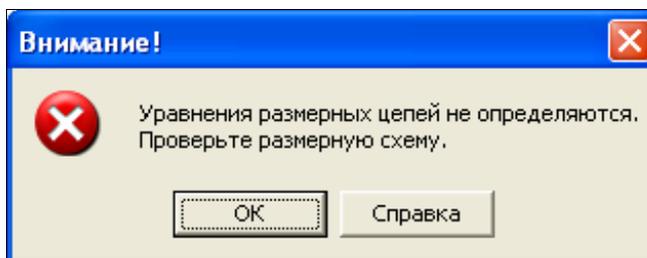


Рисунок 10 - Сообщение системы KON7

3.8 Корректируем структуру ТП – попробуем изменить границу одного из размеров механообработки: для размера А5 поменяем технологическую базу с 4 на 5. Новая размерная схема и граф размерных изменений показаны на рисунке 11.

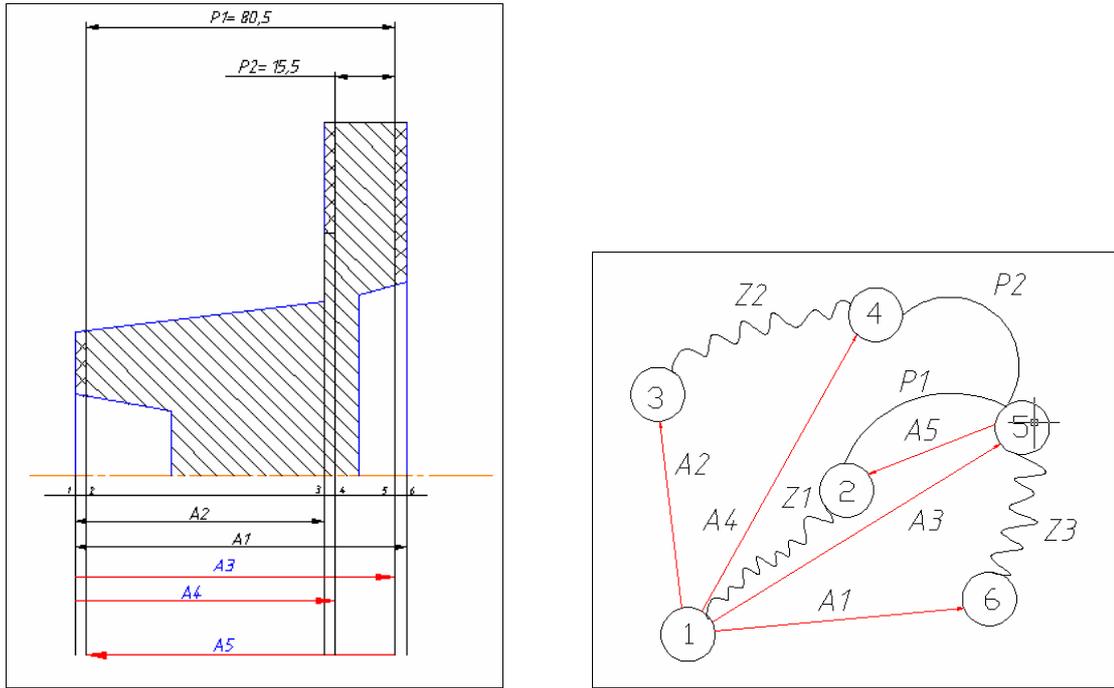


Рисунок 11 - Размерная схема и граф измененного ТП

Результаты расчета приведены ниже. Система автоматически построила уравнения размерных цепей и определила порядок их решения.

Результаты расчета технологических размерных цепей
Кафедра ТМС ЯГТУ, (С) Калачев О.Н., 2000 **** KON7 ****

З а к а з ч и к Александрочева М.Н.

Таблица 1

Распечатка введенных исходных данных (проверьте правильность ввода!)

Сведения о заготовке:

Материал..... сталь
Способ получения..... штамповка обычн.точности
Класс (степень) точности.. ---
Габаритный размер..... 86.500

Звенья	Замыкающие звенья		Предел. значения		Звенья	Составляющие звенья		Метод обработки	Габариты	Отклонения			
	P-черт.размер.	Z-припуск	max	min		но	ницы				код	сист	бот.
P1	2	5	80.500	80.450	A1	1	6	штамповка обычн. точности	21	отв.	87	0.000	0.000
P2	4	5	15.000	14.570	A2	1	3	штамповка обычн. точности	21	отв.	87	0.000	0.000
Z1	2	1	0.000	0.000	A3	1	5	точение черновое	72	отв.	87	0.000	0.000
Z2	4	3	0.000	0.000	A4	1	4	точение черновое	72	отв.	87	0.000	0.000
Z3	5	6	0.000	0.000	A5	5	2	точение черновое	72	отв.	87	0.000	0.000

Блок 1
Блок 2
Блок 3

Таблица 2

Результаты расчета - уравнения размерных цепей

Номер решения	Неизв. звено	Уравнения в символьной форме
1	A5	P1=+A5
2	A3	Z1=-A5+A3
3	A4	P2=-A4+A3
4	A1	Z3=-A3+A1
5	A2	Z2=-A2+A4

Блок 4

** Информация о ходе расчёта технологических размеров при решении разм. цепей **
 Program KON7 O.H.Калачев-2000
 Решается разм. цепь 1 типа "P" с неизв. звеном A5 , код метода получения= 72
 с о с т а в ц е п и :
 увелич. звено A5 : max= 0.000 min= 0.000
 замык. звено - констр. размер P1 : max= 80.500 min= 80.450
 результаты расчёта звена A5 : max= 80.500 min= 80.450
 следовательно, расч. допуск= 0.050
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
 системой= 0.460 : верхн. откл.= 0.460 нижн. откл.= 0.000
 Расчётный допуск звена A5 отрицательный или много меньше технологического.
 Необходимая точность замыкающего звена не обеспечивается
 Расчёт прерывается
 Номер решения последней цепи= 1. Справка: DT= 0.460, DR= 0.050
 Внимание!!! С целью анализа возникшей ситуации расчёт повторяется заново,
 при этом снимается ограничение по допуску: на искомое звено A5
 назначается жесткий расчётный допуск, значительно меньший, чем технологический

Блок 4

** Информация о ходе расчёта технологических размеров при решении разм. цепей **
 Program KON7 O.H.Калачев-2000
 Решается разм. цепь 1 типа "P" с неизв. звеном A5 , код метода получения= 72
 с о с т а в ц е п и :
 увелич. звено A5 : max= 0.000 min= 0.000
 замык. звено - констр. размер P1 : max= 80.500 min= 80.450
 результаты расчёта звена A5 : max= 80.500 min= 80.450
 следовательно, расч. допуск= 0.050
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
 системой= 0.460 : верхн. откл.= 0.460 нижн. откл.= 0.000
 Расчётный допуск звена A5 отрицательный или много меньше технологического.
 Необходимая точность замыкающего звена не обеспечивается
 Расчёт прерывается
 Номер решения последней цепи= 1. Справка: DT= 0.460, DR= 0.050

 Конец заказа Aleksandrycheva M.N. *** KON7 *** 2000
 Конец задания.....KON7 2000

3.9 Однако расчет уравнений технологических цепей прервался на цепи №1, так как для этой цепи не соблюдается баланс допусков: расчетный допуск звена A5 оказался меньше технологического допуска, выбранного системой для заданного метода и характера обработки. При этом необходимая точность замыкающего звена P1 не обеспечивается. Очевидно надо повысить точность составляющих звеньев. Для устранения проблемы для звена A5 сменим тип допуска на «пользовательский» и сами назначим меньший допуск, равный 0.001. Теперь необходимая точность замыкающего звена будет обеспечиваться, т.к. $0.001 < 0.05$, и расчет для цепи №1 пройдет нормально. Результаты расчета приведены ниже.

Результаты расчета технологических размерных цепей
 Кафедра ТМС ЯГТУ, (С) Калачев О.Н., 2000 **** KON7 ****

З а к а з ч и к Aleksandrycheva M.N.

Таблица 1

Распечатка введенных исходных данных (проверьте правильность ввода!)
 Сведения о заготовке:
 Материал..... сталь
 Способ получения..... штамповка обычн.точности
 Класс (степень) точности.. ---
 Габаритный размер..... 86.500

Замыкающие звенья	Составляющие звенья	Габа	Отклонения
P-черт.размер. Z-припуск		риты	допуска
звено	гра- Предел. значения звено гра- метод обработки сист бот.	обра	пользователя
но	ницы ----- но ницы ----- допу пове -----		


```

системой= 0.460 : верхн. откл.= 0.460 нижн. откл.= 0.000
технологич. допуск, заданный пользователем= 0.001
    верх. откл.= 0.000 нижн. откл.= -0.001
принимаям расчётный размер звена А5 с учётом технолог. допуска:
номинал= 80.500 max= 80.500 min= 80.499
Решается разм. цепь 2 типа "Z" с неизв. звеном А3 , код метода получения= 72
припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.240
с о с т а в   ц е п и   :
уменьш. звено А5 :          max= 80.500          min= 80.499
увелич. звено А3 :          max= 0.000            min= 0.000
технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
системой= 0.460 : верхн. откл.= 0.460 нижн. откл.= 0.000
расчётный размер звена А3 :
номинал= 81.200          max= 81.200 min= 80.740
Решается разм. цепь 3 типа "P" с неизв. звеном А4 , код метода получения= 72
с о с т а в   ц е п и   :
уменьш. звено А4 :          max= 0.000          min= 0.000
увелич. звено А3 :          max= 81.200          min= 80.740
замык. звено - констр. размер Р2 :          max= 15.000          min= 14.570
результаты расчёта звена А4 :          max= 66.170          min= 66.200
следовательно, расч. допуск= -0.030
технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
системой= 0.400 : верхн. откл.= 0.400 нижн. откл.= 0.000
Расчётный допуск звена А4 отрицательный или много меньше технологического.
Необходимая точность замыкающего звена не обеспечивается
Расчёт прерывается
Номер решения последней цепи= 3. Справка: DT= 0.400, DR=-0.030
-----
Конец заказа Aleksandrycheva M.N. *** KON7 *** 2000
Конец задания.....KON7 2000

```

3.10 Но на этот раз опять не рассчитаны все уравнения. Расчет остановился на цепи №3, так как теперь расчетный допуск звена А4 оказался меньше технологического допуска, заданного системой, и необходимая точность замыкающего звена Р2 не обеспечивается. Для устранения проблемы сменим характер обработки составляющего звена А3 с чернового на чистовой, то есть уменьшим допуск на этот технологический размер. Тем самым увеличим расчетный допуск звена А4, обеспечивая необходимую точность замыкающего звена Р2.

Теперь расчет проходит нормально, т.е. завершается выводом таблицы 3. Результаты расчета приведены ниже.

Результаты расчета технологических размерных цепей
Кафедра ТМС ЯГТУ, (С) Калачев О.Н., 2000 **** KON7 ****

З а к а з ч и к Aleksandrycheva MT-45

Таблица 1

Распечатка введенных исходных данных (проверьте правильность ввода!)

```

Сведения о заготовке:
Материал.....        сталь
Способ получения.....  штамповка обычн.точности
Класс (степень) точности.. ---
Габаритный размер..... 186.000

```

Замыкающие звенья				Составляющие звенья				Габа	Отклонения		
Р-черт.размер. Z-припуск								риты	допуска		
зве-	гра-	Предел. значения		зве-	гра-	метод обработки	сист	бот.	пользователя		
но	ницы	max	min	но	ницы	наименование	дому	пове	-----		
					O-->	код	ска	рхн.	верх.	нижнее	
P1	2 5	80.500	80.450	A1	1 6	штамповка обычн. точности	21	отв.	87	0.000	0.000
P2	4 5	15.000	14.570	A2	1 3	штамповка обычн. точности	21	отв.	87	0.000	0.000
Z1	1 2	0.000	0.000	A3	1 5	точение чистовое	74	отв.	87	0.000	0.000
Z2	3 4	0.000	0.000	A4	1 4	точение чистовое	74	отв.	87	0.000	0.000
Z3	6 5	0.000	0.000	A5	5 2	точение черновое	72	отв.	87	0.001	0.000

Блок 1
Блок 2
Блок 3

Таблица 2

Результаты расчета - уравнения размерных цепей

Номер решения	Неизв. звено	Уравнения в символьной форме
1	A5	P1=+A5
2	A3	Z1=-A5+A3
3	A4	P2=-A4+A3
4	A1	Z3=-A3+A1
5	A2	Z2=-A2+A4

Блок 4

** Информация о коде расчёта технологических размеров при решении разм. цепей **

Program KON7 O.H.Калачев-2000

Решается разм. цепь 1 типа "P" с неизв. звеном A5 , код метода получения= 72

с о с т а в ц е п и :

увелич. звено A5 : max= 0.000 min= 0.000

замык. звено - констр. размер P1 : max= 80.500 min= 80.450

результаты расчёта звена A5 : max= 80.500 min= 80.450

следовательно, расч. допуск= 0.050

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый

системой= 0.460 : верхн. откл.= 0.460 нижн. откл.= 0.000

технологич. допуск, заданный пользователем= 0.001

верх. откл.= 0.001 нижн. откл.= 0.000

принимаем расчётный размер звена A5 с учётом технолог. допуска:

номинал= 80.500 max= 80.500 min= 80.499

Решается разм. цепь 2 типа "Z" с неизв. звеном A3 , код метода получения= 74

припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.140

с о с т а в ц е п и :

уменьш. звено A5 : max= 80.500 min= 80.499

увелич. звено A3 : max= 0.000 min= 0.000

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый

системой= 0.140 : верхн. откл.= 0.140 нижн. откл.= 0.000

расчётный размер звена A3 :

номинал= 80.780 max= 80.780 min= 80.640

Решается разм. цепь 3 типа "P" с неизв. звеном A4 , код метода получения= 74

с о с т а в ц е п и :

уменьш. звено A4 : max= 0.000 min= 0.000

увелич. звено A3 : max= 80.780 min= 80.640

замык. звено - констр. размер P2 : max= 15.000 min= 14.570

результаты расчёта звена A4 : max= 66.070 min= 65.780

следовательно, расч. допуск= 0.290

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый

системой= 0.120 : верхн. откл.= 0.120 нижн. откл.= 0.000

принимаем расчётный размер звена A4 с учётом технолог. допуска:

номинал= 66.070 max= 66.070 min= 65.950

Решается разм. цепь 4 типа "Z" с неизв. звеном A1 , код метода получения= 21

припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.750

с о с т а в ц е п и :

уменьш. звено A3 : max= 80.780 min= 80.640

увелич. звено A1 : max= 0.000 min= 0.000

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый

системой= 2.500 : верхн. откл.= 1.500 нижн. откл.= -1.000

расчётный размер звена A1 :

номинал= 82.530 max= 84.030 min= 81.530

Решается разм. цепь 5 типа "Z" с неизв. звеном A2 , код метода получения= 21

припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.750

с о с т а в ц е п и :

уменьш. звено A2 : max= 0.000 min= 0.000

увелич. звено A4 : max= 66.070 min= 65.950

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый

системой= 2.500 : верхн. откл.= 1.500 нижн. откл.= -1.000

расчётный размер звена A2 :

номинал= 63.700 max= 65.200 min= 62.700

Таблица 3

Результаты расчета технологических PC ЯГТУ, С Калачев О.Н., 2000 ** KON7 **

Замыкающие звенья				Составляющие звенья					
P-черт.размер,		Z-припуск							
Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Предел.значения	Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Метод обработки	Номинал	Отклонения		
		max	min				Верхнее	Нижнее	
P1	2 5	80.500	80.450	A1	1 6	штамповка обычн. точности	82.530	1.500	-1.000
P2	4 5	15.000	14.570	A2	1 3	штамповка обычн. точности	63.700	1.500	-1.000
Z1	1 2	---	0.140	A3	5 1	точение чистовое	80.780	0.000	-0.140
Z2	3 4	---	0.750	A4	4 1	точение чистовое	66.070	0.000	-0.120

Z3 | 6 5 | --- | 0.750 | A5 | 2 5 | точение черновое | 80.500 | 0.000 | -0.001

 Конец заказа Aleksandrycheva МТ-45 *** KON7 *** 2000
 Конец задания.....KON7 2000

Переносим рассчитанные значения (номиналы и отклонения) в операционную карту.

4 Обсуждение результатов

Навыки расчета межоперационных размеров с использованием программы KON7 могут быть использованы в курсовом проектировании, выпускной квалификационной работе бакалавра и в дипломном проектировании. Полученные результаты расчета технологических размеров могут быть использованы при составлении маршрутных и операционных карт с помощью программы ТехноПро.

Пример операционной карты для токарной операции, где выдерживается размер А3, показан на рисунке 12.

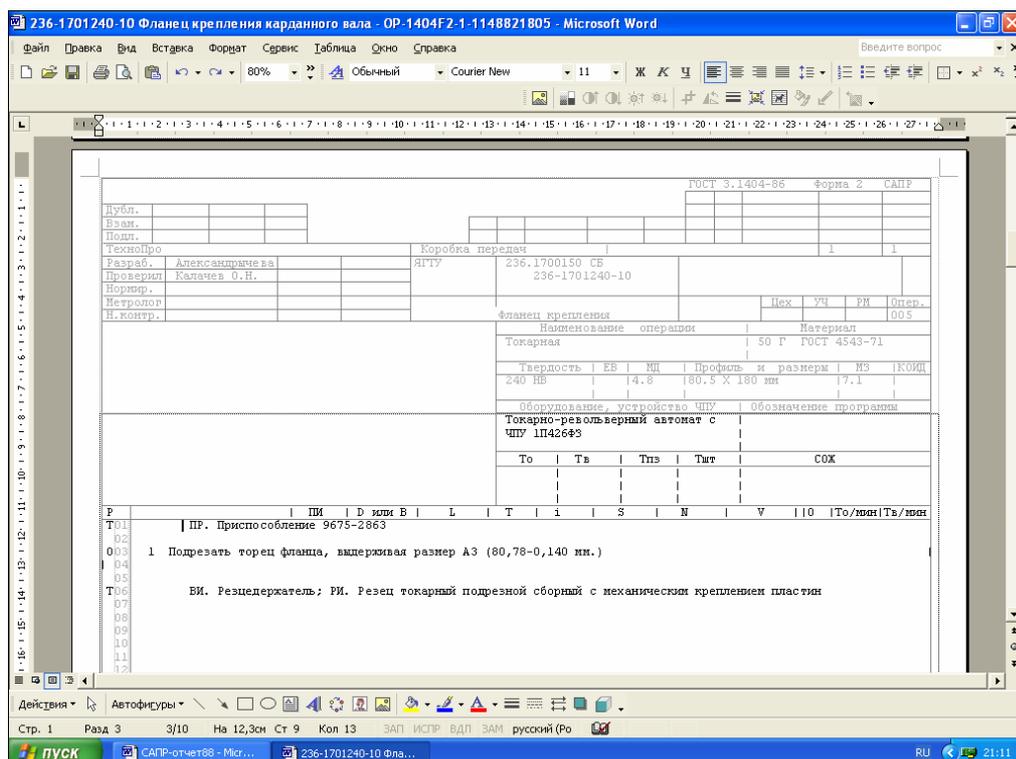


Рисунок 12 - Операционная карта, спроектированная в САПР ТП «ТехноПро»

Таким образом, в ходе выполнения работы возникла необходимость анализа результатов решения взаимосвязанных уравнений размерных цепей и многократной корректировки исходных данных. В результате использования программы KON7 нами назначены такие технологические размеры, при которых обеспечивается заданная точность всех конструкторских размеров в одном их координатных направлений.

5 Выводы

Ознакомились и получили навыки расчета межоперационных припусков и технологических размеров путем моделирования размерной структуры ТП на базе программы построения и решения технологических размерных цепей KON7.