

О.Н.Калачёв, к.т.н., доцент ЯГТУ
А.Д.Рехтер, инж. ЯМЗ ОАО «Автодизель»

Моделирование размеров механообработки в среде AutoCAD 200x на основе использования приложения GRAKON7

Одной из основных задач технолога-машиностроителя является проектирование процессов механообработки. При этом подразумевается, что разработанный технологический процесс (ТП) должен обеспечивать изготовление в производственных условиях детали с теми параметрами точности размеров, которые заданы конструктором. Выполнение этого требования является непростой задачей, поскольку существует множество вариантов маршрута обработки одной и той же детали. Помимо того, точность выполнения конкретного размера оказывает влияние на точность других технологических размеров; и связь эта не очевидна, а может быть установлена только путем выявления контуров специфических технологических размерных цепей.

Предлагаемая система GRAKON7 запускается в среде AutoCAD 200x и обеспечивает автоматизированное построение на чертеже конструктора размерной схемы варианта ТП, а затем в автоматическом режиме – уравнений технологических размерных цепей и определение номиналов всех технологических размеров и допусков на них. Использование системы GRAKON7 особенно эффективно в условиях, когда в ходе ТП происходит частая смена баз и не соблюдается известный принцип «единства баз», т.е. возникает погрешность базирования, которую сложно выявить и учесть без построения и решения технологических размерных цепей.

Характерными особенностями программы GRAKON7 является:

- задание на технологические размеры механообработки допусков, учитывающих реальную точность оборудования в обход стандартной нормативной базы системы;
- ввод гарантированного припуска на обработку одной или нескольких поверхностей в случае невозможности по производственным условиям получения расчетных, заниженных, значений припусков;
- моделирование размерных изменений заготовки при обработке с количеством технологических размеров до 300.

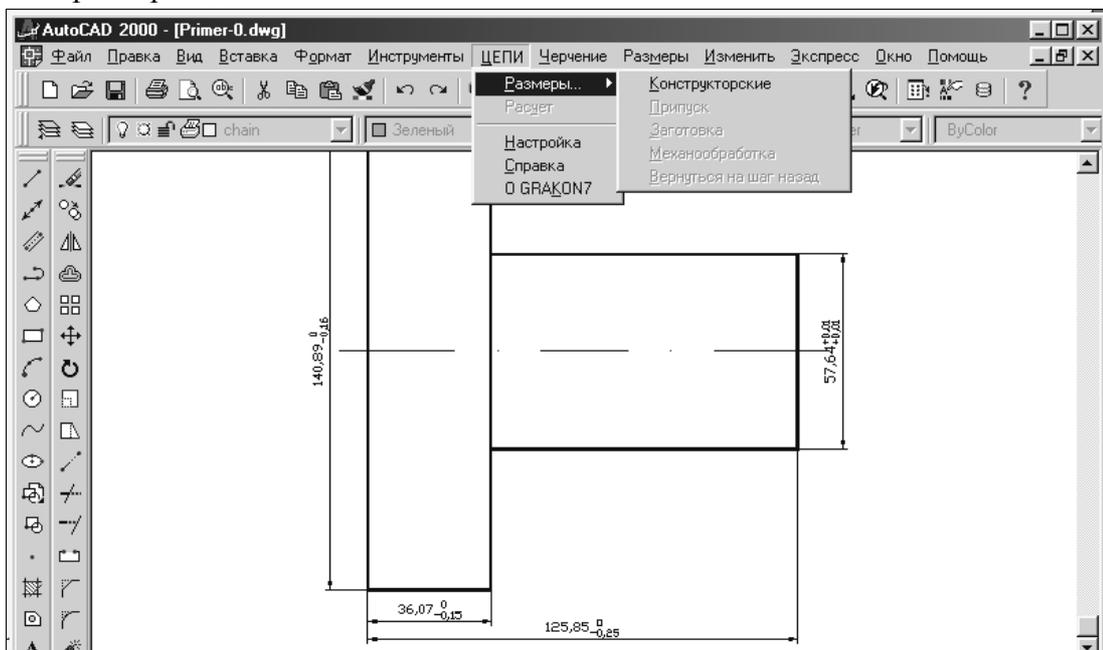


Рис. 1

Применение программы позволяет также выявить "узкие места" операций и переходов, низкая точность размеров которых является причиной недостаточной точности окончательных размеров детали.

Приступая к работе с системой, технолог загружает в AutoCAD 200x чертеж детали,

выполненный конструктором, а затем нажимает экранную кнопку **ЦЕПИ** (рис.1). Используя пункт «Размеры», проектировщик получает доступ к специализированному интерфейсу для построения на экране *размерной схемы* варианта технологического процесса непосредственно на чертеже детали. В соответствии с пунктами каскадного меню построение размерной схемы выполняется в четыре этапа.

1. *Конструкторские размеры*. При нажатии экранной кнопки «Выбрать все» (рис.2) в чертеже автоматически выявляются все поверхности, связанные конструкторскими размерами горизонтальной ориентации. После подтверждения кнопкой ОК все выбранные поверхности соединяются размерными линиями одного и того же цвета, над ними появляются числовые значения размеров (рис.3).

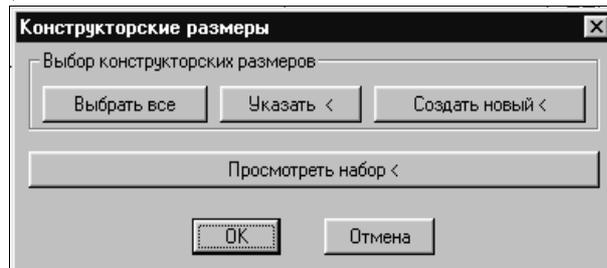


Рис. 2

В результате выделяется размерная структура детали, отображающая размерные связи между поверхностями, которые должны получаться после механообработки.

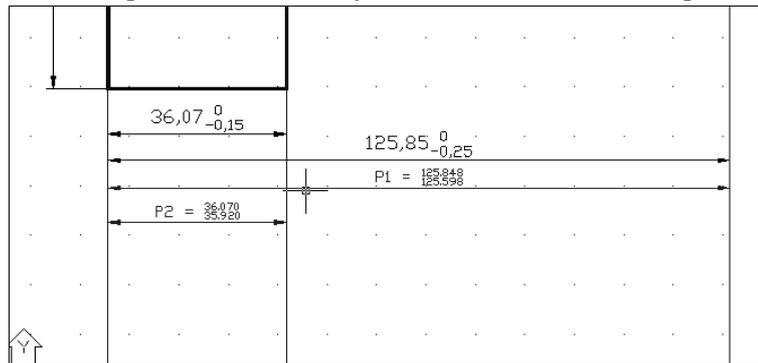


Рис. 3

В случае необходимости система позволяет дополнить чертеж отсутствующим размером или задать размер вместо некорректно введенного при создании чертежа и указать его предельные значения нажатием кнопки «Создать новый». Пользователю предлагается выделить прицелом сначала одну, а затем другую поверхности (линии) чертежа, которые должны быть связаны конструкторским размером. Кнопка «Указать» позволяет выбрать отдельный размер, например, для корректировки его предельных значений.

Система автоматически распознает допуск размера, корректно введенный средствами AutoCAD 2000 при создании чертежа, заменяя его предельными значениями размера (см. рис.3). В случае некорректной постановки допуска на чертеже система требует указать номинал и отклонения вручную (рис.4).

Кнопка «Просмотреть набор» (см. рис.2) позволяет запустить последовательный просмотр отобранных в размеров и в случае необходимости исключить размер из дальнейшего

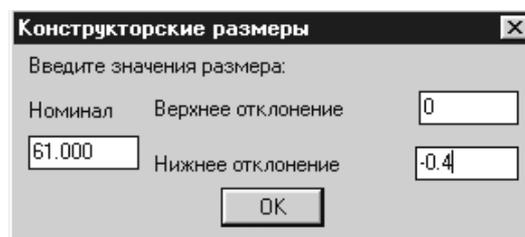


Рис. 4

анализа структуры детали. В заключение система предлагает перейти к вводу припусков.

2. *Припуски.* Задачей данного этапа является указание положения припусков, удаляемых в ходе обработки. Технолог средствами системы пристраивает для каждой поверхности необходимое число припусков. Для этого в диалоговом меню (рис.6) используется кнопка «Добавить припуск». После ее нажатия можно создать один припуск: в строке подсказок AutoCAD 2000 появляется запрос на выбор поверхности, к которой следует пристроить припуск. Пользователь ставит прицел на линию поверхности и нажимает кнопку «мыши», после

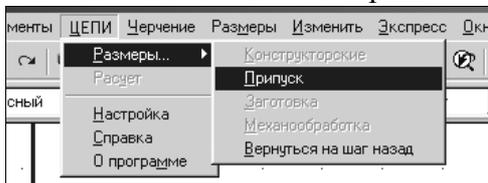


Рис. 5



Рис. 6

чего следует запрос, где должен располагаться припуск? Пользователь передвигает перекрестие курсора вправо или влево от указанной поверхности и нажимает кнопку «мыши» – к поверхности пристраивается прямоугольник и появляется линия вновь образованной поверхности заготовки. Если данная поверхность требует как чистовой, так и черновой обработки, то аналогичным образом формируются предыдущие припуски. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет указано желаемое число припусков для всех поверхностей чертежа детали. В ходе добавления припусков размерная схема на экране динамически перестраивается. Ошибочно указанный припуск можно удалить, используя кнопку «Удалить припуск».

Нажатие кнопки ОК завершает этап – в результате эскиз детали превращается в эскиз заготовки (рис.7). Система информирует о количестве введенных припусков и предлагает пе-

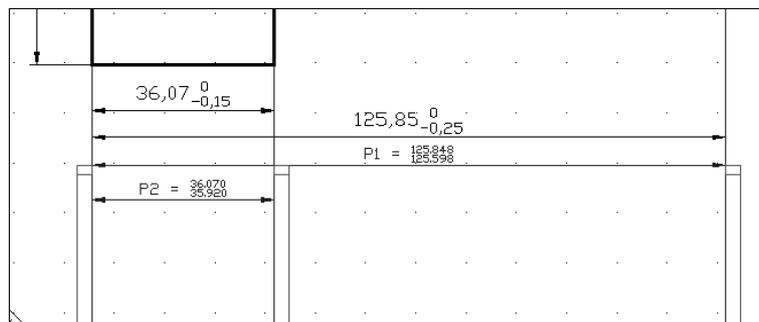


Рис. 7

рейти к следующему этапу для указания положения размеров заготовки, с которыми она поступает на механообработку.

3. *Заготовка.* Этап инициируется выбором пункта «Заготовка» (рис.8). Чтобы выполнить простановку одного размера заготовки, в появившемся диалоговом окне (рис.9) следует нажать кнопку «Добавить размер». В ответ на запросы системы следует указать прицелом по-

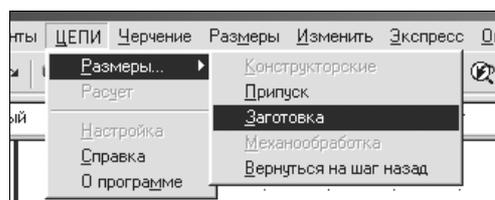


Рис. 8

следовательно первую и вторую линии, моделирующие соответствующие поверхности заготовки, которые появились после ввода припусков. После задания расположения размера необходимо отметить в меню (рис.10) радиокнопкой предполагаемое положение допуска этого размера относительно номинала, а также ввести габаритный размер в поперечном сечении, ха-

рактически характеризующий наименьшую жесткость заготовки. Затем те же действия повторяются для следующего размера.

В результате выполнения этапа в нижней части формируемой размерной схемы (рис.11) все размеры заготовки будут изображены двусторонними стрелками и обозначены буквой А с последовательно возрастающим индексом.



Рис. 9

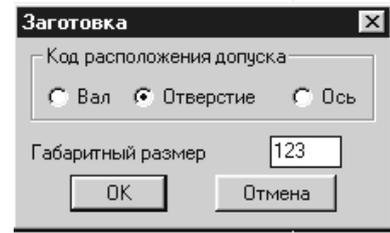


Рис. 10

После нажатия кнопки ОК система сообщает пользователю число введенных размеров заготовки и предлагает перейти к этапу указания технологических размеров механообработки.

4. Технологические размеры механообработки. Здесь пользователь указывает технологические базы, выполняет простановку положения и выбор метода получения технологических размеров, выдерживаемых при механообработке заготовки. Технологию предлагается (рис.13)

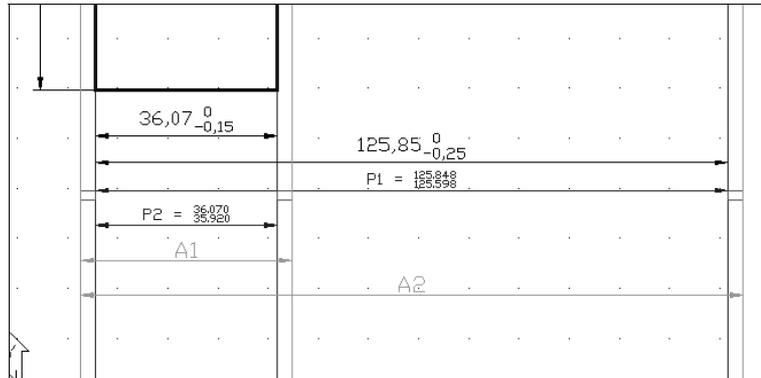


Рис. 11

нажать кнопку «Добавить размер», а затем указать сначала базовую поверхность, от которой выдерживается размер, а затем – получаемую после удаления соответствующего припуска обработанную поверхность. Эти действия можно выполнить прицелом и курсором непосредственно в пределах контура заготовка-деталь. У технологического размера (в отличие от размера заготовки) базовая поверхность автоматически помечается точкой, а на обработанную поверхность направляется стрелка (рис.14).

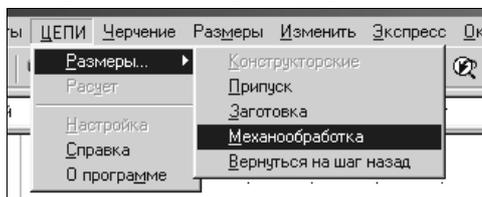


Рис. 12

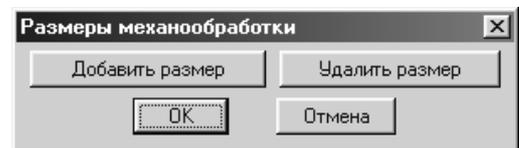


Рис. 13

После ввода границ текущего размера, система запрашивает метод и характер обработки поверхности (рис.15), расположение поля допуска размера и габаритный размер в поперечном сечении плоскости обработки, характеризующий жесткость наладки. Нажатие кнопки ОК возвращает на экран первое диалоговое окно этапа (см. рис.13). Рассмотренная последовательность ввода данных повторяется затем для следующего размера.

При завершении этапа система информирует: сколько размеров было введено и соблюдается ли необходимый для корректного анализа цепей баланс видов размеров. Для отмены построений каждого этапа следует выбрать пункт «Вернуться на шаг назад».

В случае соблюдения баланса, подлежащие расчету технологические размеры A_i автоматически переводятся в нижнюю часть размерной схемы, ниже размеров заготовки, и получают сквозную нумерацию с ранее выбранными размерами заготовки. В итоге получается размерная схема варианта обработки заготовки (см. рис. 14).

После нажатия кнопки ОК информационного сообщения система GRAKON7 предлагает выбрать пункт **Расчёт** из меню **ЦЕПИ**.

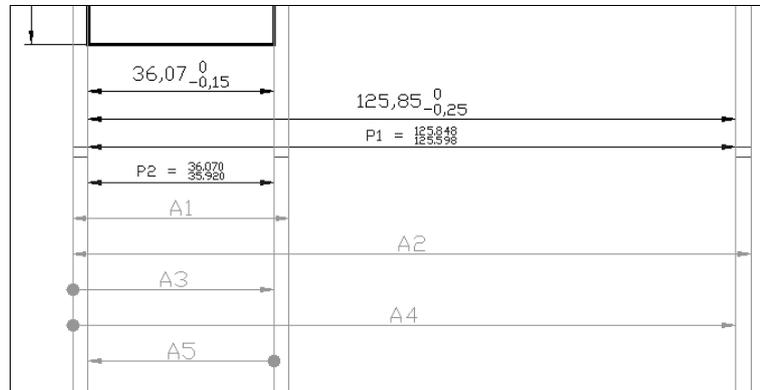


Рис. 14

Выбор этого пункта вызывает появление заключительного диалогового окна (рис.16), где следует указать метод получения заготовки, наибольший размер заготовки и др. Ввод информации этого окна завершает формирование исходных данных и запускает модуль KON7 выявления цепей и расчёта технологических размеров A_i .

Дальнейшие действия технолога зависят от результатов расчета по предложенному технологом варианту обработки (рис.17). В частности, если выбранная размерная структура технологического процесса обеспечивает точность конструкторских размеров чертежа детали,

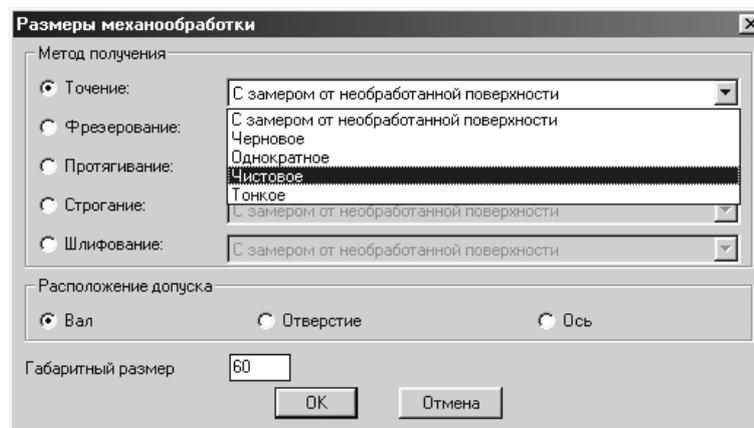


Рис. 15

то пользователь может закрыть AutoCAD 200x, сохранив или распечатав результаты расчета и полученную размерную схему. При этом будет также сохранена информация внутренней структурной модели размерных изменений заготовки, и работа с ней может быть продолжена в следующем сеансе. В противном случае, анализируя информацию по каждой цепи, технолог может выполнить корректировку данных сформированного ранее варианта путем изменения размерной схемы и ввода из диалоговых окон в среде AutoCAD 200x под управлением GRAKON7. В приведенном примере (см. рис.17) точность конструкторских размеров обеспечивается без корректировки структуры ТП.

Таким образом, используя систему GRAKON7, технолог моделирует обработку детали на экране в виде размерной структуры, и в режиме реального времени получает заключение о целесообразности варианта технологического процесса с точки зрения достижения требуемой точности конструкторских размеров детали.

Исходные данные и результаты анализа технологических размерных цепей по программе GRAKON7 (С) Калачев О.Н., 2000 Okalachev@mail.ru

Текст пользователя Primer

Таблица 1

Распечатка введенных исходных данных (проверьте правильность ввода!)

Сведения о заготовке:
 Материал..... сталь
 Способ получения..... Литьё в земляные формы
 Класс (степень) точности.. 1
 Габар. p-p по направл. =A= 125.000

Замыкающие звенья		Составляющие звенья: размеры А				Габа	Отклонения	
P-черт.размер. Z-припуск		заготовки <--> и механообработки O-->				риты	допуска DT	
						обра	пользователя	
Зве-но	Границы	Предел. значения	Зве-но	Границы	Метод обработки	Сист	бот.	
P: л-п		-----		<----->		допу	пове	-----
Z: н-с		max min		База-->		ска	рхн.	Верх. Нижнее
P1	2 5	125.848 125.598	A1	1 4	Литьё в земляные формы	вал	60	0.000 0.000
P2	2 3	36.070 35.920	A2	1 6	Литьё в земляные формы	вал	60	0.000 0.000
Z1	1 2	0.000 0.000	A3	1 5	Точение чистовое	вал	60	0.000 0.000
Z2	4 3	0.000 0.000	A4	1 3	Точение чистовое	вал	60	0.000 0.000
Z3	6 5	0.000 0.000	A5	3 2	Точение тонкое	вал	60	0.000 0.000

Таблица 2

Результаты поиска уравнений размерных цепей и последовательности их решения

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

** Информация о коде расчёта технологических размеров при решении разм. цепей **
 KON7 (С) Калачев О.Н., 2000

Решается разм. цепь 1 с неизв. звеном А5
 с о с т а в ц е п и :
 увелич. звено А5 : max= 0.000 min= 0.000
 замык. звено - констр. размер P2 : max= 36.070 min= 35.920
 результаты расчёта звена А5 : max= 36.070 min= 35.920
 следовательно, расч. допуск= 0.150
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
 системой= 0.050 : верхн. откл.= 0.050 нижн. откл.= 0.000
 принимаем расчётный размер звена А5 с учётом технолог. допуска:
 номинал= 36.070 max= 36.070 min= 36.020

Решается разм. цепь 3 с неизв. звеном А3
 с о с т а в ц е п и :
 уменьш. звено А4 : max= 36.310 min= 36.210
 увелич. звено А3 : max= 0.000 min= 0.000
 увелич. звено А5 : max= 36.070 min= 36.020
 замык. звено - констр. размер P1 : max= 125.848 min= 125.598
 результаты расчёта звена А3 : max= 125.988 min= 125.888
 следовательно, расч. допуск= 0.100
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
 системой= 0.160 : верхн. откл.= 0.160 нижн. откл.= 0.000
 номинал= 36.750 max= 37.050 min= 36.450

Таблица 3

Результаты расчета технологических РЦ по программе KON7 (С) Калачёв О.Н., 2000 Okalachev@mail.ru

Замыкающие звенья			Составляющие звенья					
P - черт.размер, Z - припуск			A - размеры заготовки и механообработки				--kon7-114b--	
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	125.848 125.598	A1	1 4	Литьё в земляные формы	36.750	0.300	-0.300
P2	2 3	36.070 35.920	A2	1 6	Литьё в земляные формы	126.728	0.600	-0.600
Z1	1 2	0.290 0.140	A3	1 5	Точение чистовое	125.988	0.000	-0.100
Z2	4 3	0.840 0.140	A4	1 3	Точение чистовое	36.310	0.000	-0.100
Z3	6 5	1.440 0.140	A5	3 2	Точение тонкое	36.070	0.000	-0.050

Рис. 17

e-mail: Okalachev@mail.ru № 2. С. 100-104 САПР и графика. 2002. Моделирование размеров механообработки в среде AutoCAD 200x ...

Расчет технологических размерных цепей

Текст пользователя:

Число звеньев: 5 Наибольший габаритный размер:

Материал заготовки

Сталь Цветные сплавы Чугун

Метод получения заготовки

Прокат:

Штамповка:

Литье:

Класс точности отливки

1 класс 2 класс 3 класс

Способ резки проката

Ножницы Дисковая пила Отрезной резец Пресс

Форма детали

Цилиндрическая Призматическая

Рис. 16

Статья опубликована в журнале «САПР и графика». 2002. №2. - С. 100-104.