

Министерство высшего и среднего специального образования  
Р С Ф С Р

Ярославский политехнический институт

Кафедра технологии машиностроения

Рекомендовано  
научно-методическим  
советом института

АВТОМАТИЗАЦИЯ  
РАЗМЕРНОГО АНАЛИЗА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
С ПОМОЩЬЮ ЭС ЭВМ

Методические указания  
к практическим занятиям

Ярославль  
Ярославский политехнический институт  
1988

УДК 621.9.014.001.24:681.3

МУ 55-02-88. Автоматизация размерного анализа технологических процессов с помощью ЕС ЭВМ: Методические указания к практическим занятиям / Сост.: О.Н.Калачев, В.Т.Сивидин, А.М.Шапошников / Ярослав. политехн. ин-т, 1987.- 35 с.

Приводится описание методики построения и решения осевых технологических размерных цепей с использованием понятий теории графов вручную и на ЭВМ. Рассматриваются примеры решения реальных задач. Предназначены для студентов спец. 0501, 0577, 0516 0511.

Ил. II. Табл.15. Библиогр.4.

Рецензенты: кафедра технологии машиностроения Костромского технологического института; Г.М.Савельев, зав.кафедрой новой техники и технологии Ярославского ФНПК Митвавтопрома, канд. техн. наук.

---

Редактор Л.П. Дзюба

Технический редактор О.А. Кузнецова

Подписано в печать 10.12.87. формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага газетная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2.

Тираж 150. Заказ 2484. Бесплатно.

Редакционно-издательский отдел

Ярославского политехнического института

Ярославль, Московский пр., 88

Типография Ярославского политехнического института

Ярославль, ул. Советская, 14а

---

© Ярославский политехнический институт. 1988

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим этапом проектирования технологического процесса (ТП) механической обработки деталей является расчет операционных (технологических) размеров, допусков, припусков, допустимых отклонений формы и положения поверхностей. Такого рода расчеты получили наименование размерных расчетов. Однако обеспечение требуемой чертежом точности размерных связей (расстояний и поворотов) не может быть достигнуто только размерными расчетами - требуется размерный анализ ТП. Задачи по размерному анализу механической обработки должны решаться в комплексе работ по технологической подготовке производства (ТПП). В результате размерного анализа выбирается такой вариант ТП, который обеспечивает выполнение технических требований чертежа с наибольшей эффективностью.

Наиболее плодотворные теоретические подходы к размерному анализу ТП изложены в работах Б.С. Мордвинова и И.А. Ивашенко [1,2]. Однако идеи указанных авторов не доведены до практической реализации на ЭВМ.

Поскольку ГОСТ 16319-80 выделяет лишь линейные и угловые размерные цепи (РЦ), то для того, чтобы различать РЦ с линейными размерами и диаметральными размерами поверхностей вращения, следуя работе [1], первые РЦ будем называть осевыми, а вторые - диаметральными. В данной работе рассматриваются осевые технологические РЦ.

## 2. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Размерная цепь — совокупность размеров (звеньев), образующих замкнутый контур и непосредственно участвующих в решении поставленной задачи.

Технологическими называются РЦ, звеньями которых являются операционные размеры и припуски, а также чертежные размеры детали.

Каждое из составляющих звеньев цепи может изменяться в пределах своего допуска. Это колебание составляющих звеньев влечет за собой изменение величины замыкающего звена. Допуск замыкающего звена  $\delta_k$  при расчете по методу максимума - минимума равен сумме допусков составляющих звеньев  $\delta_i$ .

По характеру влияния на замыкающее звено составляющие звенья разделяются на увеличивающие и уменьшающие.

Для расчета РЦ необходимо составить ее уравнение. С этой целью в графической схеме цепи выбирает точку начала и конца отсчета и, обходя цепь по контуру, записывает в уравнение все ее звенья. При этом перед увеличивающими звеньями ставят знак "+", а перед уменьшающими "-". Тогда уравнение РЦ будет иметь следующий вид:

$$A_{\Delta} = \sum_m \bar{A}_i - \sum_n \bar{A}_i, \quad (1)$$

где  $A_{\Delta}$  - замыкающее звено РЦ;  
 $\bar{A}_i, \bar{A}_i$  - увеличивающее и уменьшающее звено соответственно;  
 $m, n$  - число увеличивающих и уменьшающих звеньев в цепи соответственно.

Замыкающее звено - это размер, непосредственно связывающий поверхности или оси, относительные расстояния или поворот которых необходимо определить в поставленной задаче.

Каждая РЦ имеет только одно замыкающее звено и, как правило, несколько составляющих звеньев. В технологических цепях замыкающие звенья - это конструкторские (чертежные) размеры и припуски на обработку, а составляющие звенья - технологические (операционные) размеры.

Конструкторские размеры известны из чертежа, припуски могут быть выбраны из нормативов или определены по формуле, как показано ниже.

Технологические размеры (в том числе и размеры заготовки) необходимо рассчитать путем решения РЦ. При этом возможны два варианта решения, оба они вытекают из общего уравнения РЦ (1), которое может быть записано так, чтобы учесть допуск на размер замыкающего звена:

$$A_{\Delta \max} = \sum_m \bar{A}_i \max - \sum_n \bar{A}_i \min; \quad (2)$$

$$A_{\Delta \min} = \sum_m \bar{A}_i \min - \sum_n \bar{A}_i \max; \quad (3)$$

где  $A_{\Delta \max}$  - максимальное значение замыкающего звена;  
 $A_{\Delta \min}$  - минимальное значение замыкающего звена;  
 $\bar{A}_i \max, \bar{A}_i \min$  - максимальное и минимальное значения увеличивающего звена соответственно;  
 $\bar{A}_i \min, \bar{A}_i \max$  - минимальное и максимальное значения уменьшающего звена соответственно.

Первый вариант: замыкающее звено - конструкторский размер.

При этом рассчитываются предельные значения неизвестного в данной цепи технологического размера (звена), используя (2), (3).

Для увеличивающего звена

$$\bar{A}_{i \max} = A_{\Delta \max} + \sum_n \bar{A}_{i \min} - \sum_{m=1}^n \bar{A}_{i \max}; \quad (4)$$

$$\bar{A}_{i \min} = A_{\Delta \min} + \sum_n \bar{A}_{i \max} - \sum_{m=1}^n \bar{A}_{i \min}. \quad (5)$$

Для уменьшающего звена

$$\bar{A}_{i \max} = \sum_m \bar{A}_{i \min} - A_{\Delta \min} - \sum_{n=1}^m \bar{A}_{i \max}; \quad (6)$$

$$\bar{A}_{i \min} = \sum_m \bar{A}_{i \max} - A_{\Delta \max} - \sum_{n=1}^m \bar{A}_{i \min}. \quad (7)$$

Затем определяется расчетный допуск.

$$\delta_p = A_{i \max} - A_{i \min}. \quad (8)$$

Далее расчетный допуск  $\delta_p$  сравнивается с допуском  $\delta_T$ , соответствующим экономической точности используемого метода обработки [3, табл. 5, 10, 24, 25, 27, с. 181-190]. В первую очередь проверяется условие  $\delta_p > \delta_T$ . Если оно выполняется, то технологический допуск на размер искомого звена принимается равным экономическому допуску, то есть  $\delta_i = \delta_T$ . Такое ужесточение допуска  $\delta_i$  не приводит к увеличению стоимости операции. Если это условие не выполняется, то проверяется второе условие

$\delta_p > \frac{1}{2} \delta_T$ . Если оно выполняется, то технологический допуск на искомый размер принимается равным расчетному, т.е.  $\delta_i = \delta_p$ .

При этом следует иметь в виду, что такое уменьшение допуска  $\delta_i$  уже влечет за собой увеличение времени на обработку и ее стоимости. Особенно значительно растет стоимость операции при работе с допусками, соответствующими области технически достижимой точности применяемого метода обработки.

Если эти условия не выполняются или  $\delta_p < 0$ , то требуется либо уменьшать допуски на другие составляющие размеры цепи, либо перестроить ЦП.

второй вариант замыкающее звено - припуск, оставаемый для последующего перехода,  $Z_i$ . В этом случае сначала необходимо определить его минимальную величину  $Z_{i \min}$ . Приблизительно она определяется по нормативным данным [3, табл. 8-19]. Точно она находится расчетно-аналитическим методом по формуле

$$Z_{i \min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta z_{(i-1)} + \varepsilon_i, \quad (9)$$

где  $f_{z(i-1)}$  - высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

$h_{(i-1)}$  - толщина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероживший или отбеленный слой);

$\Delta z_{(i-1)}$  - суммарное отклонение расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей) на предшествующем переходе;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Значения  $R_z$ ,  $h$ ,  $\Delta z$ ,  $\varepsilon$  приведены в соответствующих таблицах [3, с. 180-182].

Определив  $Z_{i \min}$ , составляют исходное уравнение ПЧ относительно  $Z_{i \min}$ , используя (3).

$$Z_{i \min} = \sum_m \bar{A}_{i \min} - \sum_n \bar{A}_{i \max}. \quad (10)$$

Если исконый размер - уменьшающееся звено,

$$\bar{A}_{i \max} = \sum_m \bar{A}_{i \min} - \sum_{n-1} \bar{A}_{i \max} - Z_{i \min}. \quad (11)$$

Если исконый размер - увеличивающееся звено,

$$\bar{A}_{i \min} = Z_{i \min} + \sum_n \bar{A}_{i \max} - \sum_{m-1} \bar{A}_{i \min}. \quad (12)$$

После этого на размер  $A_i$  устанавливается допуск  $\delta_r$ , соответствующий экономической точности используемого на данном переходе метода обработки [3, табл. 1-32, с. 180-192].

Затем для обоих вариантов необходимо рассчитать номинальный размер и предельные отклонения.

Зная допуск на размер ( $\delta_i = \delta_r$  или  $\beta_i = \delta_r$ ) и его расположение относительно этого размера (система отверстия - поле допуска  $H$ , система вала - поле допуска  $h$ , система ось - поле допуска  $Js$ ) определяют номинальный размер  $A_i$  и предельные отклонения по одной из следующих формул.

Для первого варианта:

$$1. \text{ Система отверстия: } A_i = A_{i \min}; \Delta a = +\delta_i; \Delta n = 0. \quad (13)$$

$$2. \text{ Система вала: } A_i = A_{i \max}; \Delta a = 0; \Delta n = -\delta_i. \quad (14)$$

$$3. \text{ Система ось: } A_i = \frac{A_{i \max} + A_{i \min}}{2}; \Delta B_i = \frac{\delta_i}{2}; \Delta H_i = \frac{\delta_i}{2} \quad (15)$$

Для второго варианта:

$$1. \text{ Система отверстия: } A_i = A_{i \max} - \delta_i; \Delta B_i = \delta_i; \Delta H_i = 0. \quad (16)$$

$$2. \text{ Система вала: } A_i = A_{i \min} + \delta_i; \Delta B_i = 0; \Delta H_i = -\delta_i. \quad (17)$$

$$3. \text{ Система ось: } A_i = \frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{2}; \Delta B_i = \frac{\delta_i}{2}; \Delta H_i = \frac{\delta_i}{2}, \quad (18)$$

где  $\Delta B_i$  и  $\Delta H_i$  - верхнее и нижнее предельные отклонения.

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

#### 3.1. Составление маршрута обработки

Последовательность проведения размерных расчетов рассмотрим на примере расчета операционных размеров и припусков на механическую обработку детали "Палец МР1" (рис. 1).

Исходной информацией для выявления и решения ПЦ являются чертежи детали и заготовки, а также эскизы на все операции механической обработки.

Маршрут обработки детали "Палец МР1" показан на рис. 3 (приводятся только те операции ТП, на которых получают осевые размеры заготовки и детали).

#### 3.2. Построение размерной схемы

Второй этап решения ПЦ заключается в построении размерной схемы ТП. Для этого изображают эскиз готовой детали и на него наносят последовательно все припуски на обработку поверхностей, которые ограничивают технологические размеры. В итоге получается контур заготовки с промежуточными поверхностями.

Пример построения размерной схемы показан на рис. 2. Для тела вращения можно изображать одну проекцию, на которой указывается только половина детали по оси симметрии.

Над деталью указываются конструкторские (чертежные) размеры  $P_i$ , которые нумеруются произвольно, и допуски на них. Все поверхности заготовки, получаемые после очередной операции (перехода), и поверхности детали нумеруются слева направо. Через нумеро-

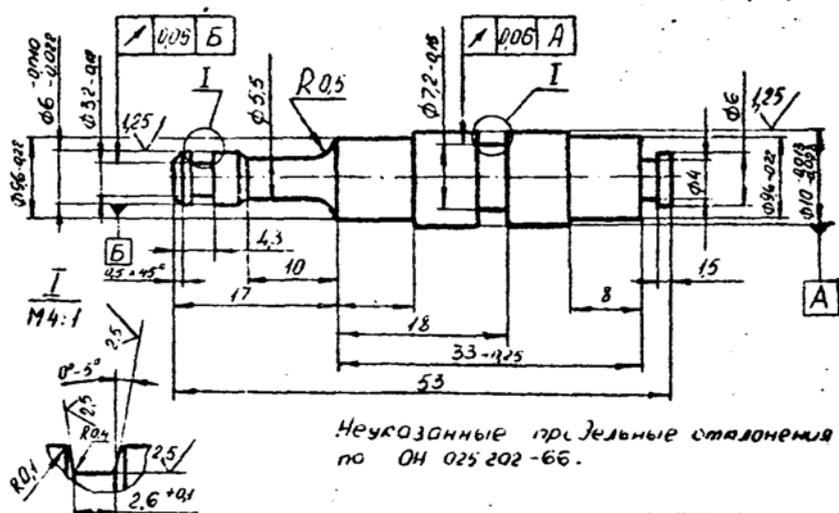


Рис. 1. Чертеж детали "Палец МРЛ"

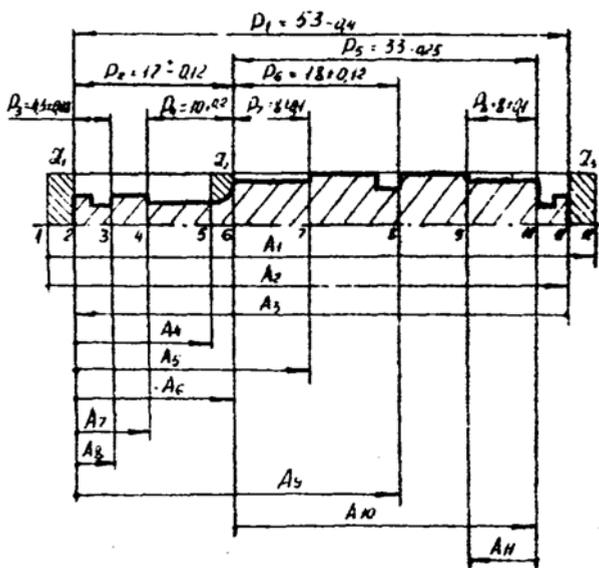
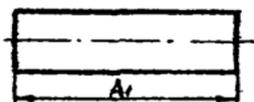
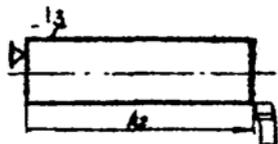


Рис. 2. Размерная схема обработки детали "Палец МРЛ"

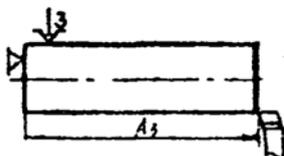
Прокат горячекатаный  
повышенной точности



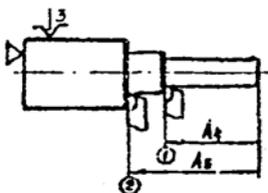
01. Токарно-револьверная.  
Подрезать торец



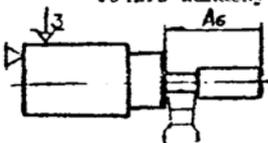
02. Токарно-револьверная.  
Подрезать торец



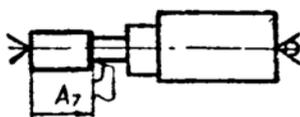
03. Токарно-револьверная.  
Точить поверхность ① ②



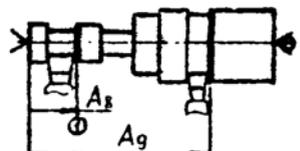
04. Токарно-револьверная.  
Точить канавку



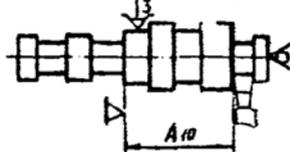
05. Токарно-винторезная.  
Расточить канавку



06. Токарно-винторезная.  
Точить поверхность ① ②



07. Токарно-винторезная.  
Точить канавку



08. Токарно-винторезная.  
Точить поверхность ①

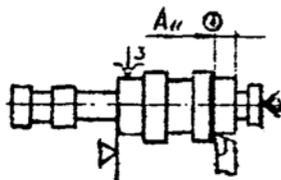


Рис. 3. Маршрут обработки  
детали "Палец МРД"

ванные поверхности проводятся вертикальные линии. Между вертикальными линиями указываются размеры заготовки и технологические размеры, участвующие в результате выполнения каждого технологического перехода. Технологические размеры, в том числе и размеры заготовки обозначаются буквой  $A_i$ , где  $i$  - порядковый номер размера.

Технологические размеры изображаются на схеме вектором, который направлен от базовой поверхности к обрабатываемой на данном переходе.

Поскольку каждая ПЦ имеет только одно замыкающее звено, то на размерной схеме должно быть представлено столько ПЦ, сколько у детали конструкторских размеров + припусков (в схеме на рис.2 их, например, должно быть 11). Выявление всех ПЦ непосредственно по размерной схеме в ряде случаев может оказаться весьма трудоемкой задачей, так как технологические ПЦ часто бывают "связанными", то есть такими, у которых одни и те же составляющие звенья входят в разные ПЦ.

Процесс выявления технологических ПЦ можно значительно упростить и облегчить, используя для этой цели теорию графов.

### 3.3. Выявление технологических ПЦ

Деталь в процессе ее изготовления можно рассматривать как геометрическую структуру, состоящую из множества поверхностей (условно обозначаемых на графе окружностью) и связей (размеров) между ними (на графе изображаются отрезками между окружностями). Особое значение в размерных расчетах имеет граф типа дерева. Дерево - это граф без контуров, у которого между любой парой вершин существует только один путь.

Дерево с величинами припусков и конструкторскими размерами называется исходным, а дерево с технологическими размерами - технологическим.

Если эти деревья совмещены вместе, то получится совмещенный граф. В нем все технологические ПЦ из неявных превращаются в явные: любой замкнутый контур на совмещенном графе, состоящий из ребер исходного и технологического деревьев, образует технологическую ПЦ. В этой цепи ребро исходного дерева является замыкающим звеном, а ребра технологического дерева - составляющими звеньями.

Сначала строится дерево технологических размеров (с составляющими звеньями). Номера поверхностей заготовки и детали, взятые с размерной схемы, присваиваются за вершины графа и помещаются в окружности. Вершины соединяются между собой ориентированными реб-

## II

рами - технологическими размерами, которые соединяют эти поверхности на размерной схеме. После соединения всех вершин соответствующими ребрами технологическое дерево построено (рис. 4).

При построении исходного дерева (с замыкающими звеньями) вершинами его являются те же самые поверхности, что и на технологическом дереве. Ребра - притуски обозначаются зигзагами, а ребра-конструкторские размеры - дугами (рис. 5).

После построения каждого дерева производится проверка правильности их построения, которая фактически является проверкой правильности построения размерной схемы ТП.

В ходе проверки контролируется соблюдение следующих условий:

- 1) число вершин у каждого дерева должно быть равно числу поверхностей на размерной схеме;
- 2) число ребер у каждого дерева должно быть одинаковым и равным числу вершин без единицы;
- 3) к каждой вершине дерева с составляющими звеньями, кроме корневой (с которой начинается построение), должна подходить только одна стрелка ориентированного ребра, а к корневой вершине - ни одной стрелки;

4) деревья не должны иметь разрывов и замкнутых контуров.

После проверки оба дерева совмещают так, чтобы вершины с одинаковыми номерами совпали (рис. 6). В результате получается совмещенный граф технологических ПД. Практически два дерева отдельно не строят, а поступают так: сначала строят технологическое дерево, а затем на нем же строят исходное дерево, в результате чего замыкающие деревья совпадают сами собой.

Замкнутый контур совмещенного графа образует ПД, у которой ребро исходного дерева является замыкающим звеном, а ребра технологического дерева - составляющими звеньями. Например, на рис. 6 ребра  $A_1$ ,  $A_2$  и  $Z_3$  образуют замкнутый контур, т.е. ПД, у которого ребра  $A_1$  и  $A_2$  являются составляющими звеньями, а ребро  $Z_3$  - замыкающим звеном. Замкнутый контур из ребер  $A_3$  и  $P_1$  образует контур ПД, у которой замыкающим звеном является ребро  $P_1$ , а составляющим -  $A_3$ .

Так как в ПД может быть только одно замыкающее звено (а в качестве такого звена в технологической ПД может быть только конструкторский размер или притуск), то при выявлении ПД по графу необходимо выбрать только такие контуры, в которых содержится только по одному ребру исходного дерева, а остальные ребра принадлежат технологическому дереву. Например, на рис. 6 ребра  $A_4$ ,  $A_5$ ,  $P_7$  и  $Z_2$  образуют замкнутый контур, но в нем два ребра  $P_7$  и  $Z_2$  принадлежат исходному дереву, поэтому такой контур не может рассматриваться в качестве технологической ПД.

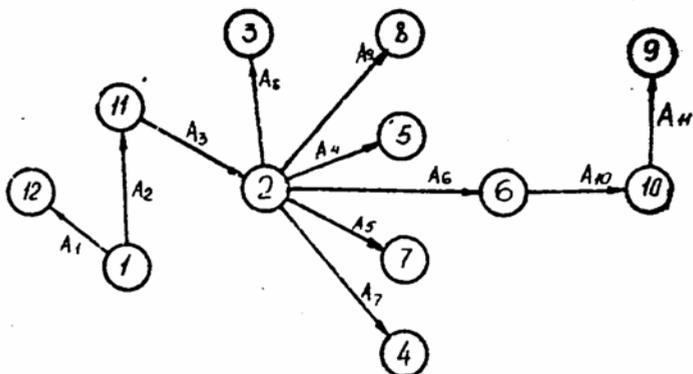


рис. 4. Дерево с технологическими (операционными) размерами  $A_i$

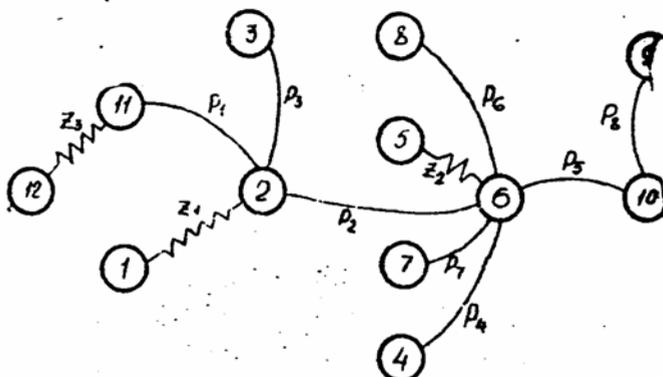


рис. 5. Дерево с конструкторскими (чертежными) размерами  $P_i$  и припусками  $Z_i$

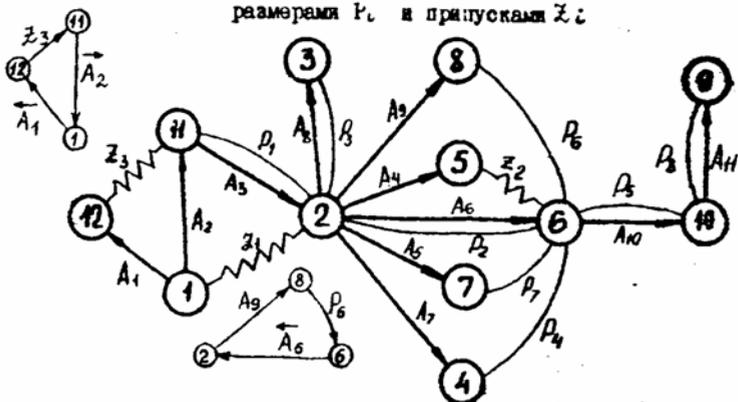


рис. 6. Совмещенный граф технологических осей РЦ детали "Палец МРЛ"

Граф ПЦ не только облегчает выявление цепей, разделение составляющих звеньев на увеличивающие и уменьшающие, но и позволяет обнаружить ошибки в технологии или в чертеже. Например, если при составлении коходного или технологического дерева обнаружатся разрыв между вершинами или появится замкнутый контур на коходном или технологическом дереве, то это указывает в первом случае на отсутствие нужных размеров в принятой технологии или на чертеже, а во втором случае - на наличие лишних размеров.

#### 4. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЦ "ВРУЧНУЮ"

Порядок проведения "ручного" расчета ПЦ рассмотрим на примере детали "Палец МРЛ", показанной на рис. 1.

Ручной расчет начинается с тех этапов решения ПЦ, которые были рассмотрены выше: предлагается маршрут обработки, затем строится размерная схема ПЦ и граф технологических размерных цепей.

После построения составленного графа на нем выявляют все технологические ПЦ и записывают их уравнения в буквенной форме, как показано в табл. I. Затем определяется последовательность решения уравнений с учетом того, что в каждом уравнении должен быть неизвестен только один технологический размер.

Разделение составляющих звеньев на увеличивающие и уменьшающие выполняется следующим образом. Звеньями, образующими на графе замкнутый контур ПЦ, является (независимо от первоначальной ориентации) одинаковое направление (например, по часовой стрелке). На рис. 6 выделены два контура для ПЦ с замкнутыми звеньями  $Z_3$  и  $P_6$ . Все звенья каждой ПЦ условно делятся на "возрастающее" и "убывающее" в зависимости от того, возрастает или убывает номер вершины от основания звена к стрелке. Составляющее звено - уменьшающее, если это звено и замыкающее звено - оба "возрастающие" или оба "убывающие". Составляющее звено - увеличивающее, если это звено - "возрастающее" ("убывающее"), а замыкающее звено - "убывающее" ("возрастающее"). Например, на рис. 6 звено  $A_2$  - "убывающее", звено  $Z_3$  - "убывающее". Следовательно, звено  $A_2$  - уменьшающее.

Увеличивающим звеньям в уравнении ПЦ приписывается знак "+", а уменьшающим знак "-". Результаты заносятся в табл. I.

После выявления ПЦ последние расчеты оформляются в таблицах 2 и 3 в соответствии с теорией, изложенной в главе 3.

Таблица I

Уравнения и порядок расчета РЦ детали "Палец МРГ"

Уравнение РЦ	Неизвестное звено	Номер решения
$P_1 = A_3$	$A_3$	I
$P_2 = A_6$	$A_6$	2
$P_3 = A_8$	$A_8$	3
$P_4 = A_6 - A_7$	$A_7$	6
$P_5 = A_{10}$	$A_{10}$	4
$P_6 = A_9 - A_6$	$A_9$	7
$P_7 = A_5 - A_6$	$A_5$	8
$P_8 = A_{11}$	$A_{11}$	5
$Z_1 = A_2 - A_3$	$A_2$	9
$Z_2 = A_6 - A_4$	$A_4$	10
$Z_3 = A_1 - A_2$	$A_1$	II

Далее приводится второй пример расчета технологических осевых РЦ. На рисунках 7-10 показаны: чертёж, размерная схема, маршрут обработки совмещенный граф технологических осевых РЦ детали "Втулка". Расчет оформлен в виде таблиц 4-6.

## 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗМЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

Расчет ведется по программе KON77 [4], разработанной на кафедре "Технология машиностроения" ЯрПИ. Алгоритм расчета приведен в виде блок-схемы на рис. II.

### 5.1. Подготовка исходных данных

Исходные данные для автоматизированного решения оформляются в виде таблиц 7 и 8. Прежде чем заполнить табл.8, необходимо разработать маршрут обработки, построить размерную схему и граф технологических РЦ аналогично тому, как это делалось при "ручном" расчете. Необходимо отметить, что при этом все конструкторские размеры  $P_i$ , припуски  $Z_i$  и технологи-

Таблица 2

## Расчет минимальных припусков детали "Палец КРУ"

Обозначение на равмерной схеме	Метод обработки на предшествующем этапе	Метод обработки на выходе	Составляющие минимального припуска, мм			Величина минимального припуска, мм
			$R_z(i-1)$	$h(i-1)$	$\Delta x(i-1)$	
$Z_i$	$(i-1) \cdot i$	$L-i$	$R_z(i-1)$	$h(i-1)$	$\Delta x(i-1)$	$Z_{min}$
$Z_1$	Прокат повышенной точности после отрезки на конусах	Чистовое точение	0,150	0,150	0,033	0,418
$Z_2$	Чистовое точение	Чистовое точение	0,032	0,030	-	0,142
$Z_3$	Прокат повышенной точности после отрезки на конусах	Чистовое точение	0,150	0,150	0,038	0,419

Пояснения к таблице:

1. Значения  $R_z$  и  $h$  определяются из [3, табл.3, 5, с. 180-181].

2. В расчетах принято, что  $\Delta x = \Delta x_k$ , где  $\Delta x_k$  - отклонение оси детали от прямолинейности, мм на 1 мм (в справочниках обычно называется кривизной), определяется обычно для черновой операции. При закреплении в патроне  $\Delta x_k = \ell \frac{\Delta K^2 + 0,25}{\Delta K^2 + 0,25} = 55 \cdot \frac{0,2}{0,2^2 + 0,25}$

= 38 мкм, где  $\ell$  - разрез, на котором идет кривизна, а  $\Delta K = 0,2$  [3, табл.4, с. 180]

3. Значения  $\varepsilon_i$  определяются по [3, табл.12-17, с. 41-44].

Таблица 3

## Расчет технологических размеров деталей "Далец МРД"

Замыкающее звено		Составляющие звенья (технологические размеры)				
Обозначение	Величина, мм	Уравнение цепи	Расчет звена $A_i$ , мм	Расчетный допуск $\delta_{p_i}$ , мм	Технологический допуск $\delta_{T_i}$ , мм	Примечание
I	2	3	4	5	6	7
$P_1$	$53 \pm 0,4$	$P_1 = A_3$	$A_{3max} = A_{\Delta max}$ $A_{3min} = A_{\Delta min}$ $A_{31 \text{ эл}} = P_{1max} = 53,000$ $A_{3min} = P_{1min} = 52,600$	$\delta_p = A_{3max}$ $- A_{3min} =$ $53 - 52,6 =$ $0,400$	Допуск для чистового точения соответствует II вуге II квалификации [3, табл.5] 0,190	$A_3 = 53 \pm 0,19$
$P_2$	$17 \pm 0,12$	$P_2 = A_4$	$A_{4max} = A_{\Delta max}$ $A_{4min} = A_{\Delta min}$ $A_{4max} = P_{2max} = 17,120$ $A_{4min} = P_{2min} = 16,880$	0,240	0,110	$A_4 = 17 \pm 0,055$
$P_3$	$4,3 \pm 0,08$	$P_3 = A_4$	$A_{4max} = A_{\Delta max}$ $A_{4min} = A_{\Delta min}$ $A_{4max} = P_{3max} = 4,380$ $A_{4min} = P_{3min} = 4,220$	0,160	0,075	$A_4 = 4,3 \pm 0,038$
$P_4$	$10 \pm 0,2$	$P_4 = A_4 - b_4$	$A_{4max} = A_{\Delta min} - A_{\Delta min}$ $A_{4min} = A_{\Delta max} - A_{\Delta max}$ $A_{4max} = A_{4min} - P_{4min} = 16,945 - 10,000 = 6,945$ $A_{4min} = A_{4max} - P_{4max} = 17,055 - 10,200 = 6,855$	0,090	0,090	$A_4 = 6,945 \pm 0,09$

1	2	3	4	5	6	7
$P_5$	$33-0,25$	$P_5 = A_{10}$	$\bar{A}_{10max} = A_{10max}$ (4) $\bar{A}_{10min} = A_{10min}$ (5) $A_{10max} = P_{5max} = 33,000$ $A_{10min} = P_{5min} = 32,750$	0,250	0,160	$A_{10} = 33-160$
$P_6$	$18 \pm C, 12$	$P_6 = A_3 - A_1$	$\bar{A}_{3max} = A_{3max} + \bar{A}_{1min}$ (4) $\bar{A}_{3min} = A_{3min} + \bar{A}_{1max}$ (5) $A_{3max} + P_{6max} + A_{1min} = 18,000 + 15,945 = 33,945$ $A_{3min} + P_{6min} + A_{1max} = 17,880 + 17,055 = 34,935$	0,130	0,160	$A_3 = 35 \pm 0,065$
$P_7$	$8 \pm 0,1$	$P_7 = A_5 - A_4$	$\bar{A}_{5max} = A_{5max} + \bar{A}_{4min}$ (4) $\bar{A}_{5min} = A_{5min} + \bar{A}_{4max}$ (5) $A_{5max} = P_{7max} + A_{4min} = 8,100 + 16,945 = 25,045$ $A_{5min} = P_{7min} + A_{4max} = 7,500 + 17,055 = 24,555$	0,080	0,130	$A_5 = 25 \pm 0,045$
$P_8$	$8 \pm 0,1$	$P_8 = A_{11}$	$\bar{A}_{11max} = A_{11max}$ (4) $\bar{A}_{11min} = A_{11min}$ (5) $A_{11max} = P_{8max} = 8,100$ $A_{11min} = P_{8min} = 7,900$	0,20	0,090	$A_{11} = 8 \pm 0,045$
$Z_{min}$	0,418	$Z_1 = A_2 - A_6$	$\bar{A}_{2min} = Z_{1min} + \bar{A}_{3max}$ (12) $A_{2min} = 0,418 + 53,000 = 53,418$	-	0,190	$A_2 = 53,608-0,19$

Окончание табл. 3

I	2	3	4	5	6	7
$Z_{2min}$	0,142	$Z_2 = A_6 - A_4$	$\bar{A}_{4max} = \bar{A}_{6min} - Z_{2min} \quad (11)$ $A_{4max} = 16,945 - 0,142 = 16,803$	-	0,110	$A_4 = 16,748 \pm 0,055$
$Z_{3min}$	0,418	$Z_3 = A_1 - A_2$	$\bar{A}_{1min} = \bar{Z}_{3min} + \bar{A}_{2max} \quad (12)$ $A_{1min} = 0,418 + 53,625 = 54,043$	-	-	$A_1 = 54,043$

Таблица 4

Уравнения и порядок расчета размерных цепей детали "Втулка"

Уравнения для расчета размерных цепей	Номер решения	Неизвестное звено
$P_1 = A_6 - A_7 + A_{10}$	3	$A_6$
$P_2 = A_3 - A_7 + A_{10}$	4	$A_3$
$P_3 = A_8 - A_7 + A_{10}$	5	$A_8$
$P_4 = A_{10}$	1	$A_{10}$
$Z_1 = A_1 - A_2$	10	$A_1$
$Z_2 = A_3 - A_4$	8	$A_3$
$Z_3 = A_5 - A_6$	6	$A_5$
$Z_4 = A_7 - A_{10}$	2	$A_7$
$Z_5 = A_4 - A_5$	7	$A_4$
$Z_6 = A_2 - A_3$	9	$A_2$

ческие размеры, включая и размеры заготовки  $A_1$ , должны быть, как видно из рис.2, прокумерованы (припуски думеруются слева направо, технологические размеры - по ходу их получения в ТП, а конструктивные размеры - произвольно). Чтобы результаты расчета соответствовали размерной схеме, в табл. 8 размеры занесены в той последовательности, в какой они прокумерованы.

В качестве примера в таблицах 7 и 8 занесены исходные данные для расчета размерных цепей детали "Палец МРД".

Подробное описание алгоритма программы КОМ 77 дано в работе [4].

## 5.2. Примеры автоматизированного расчета РЦ

Далее приведены два примера автоматизированного решения гц деталей "Палец МРД" и "Втулка". Подготовка исходных данных для этих деталей изложена в главах 4 и 5. Исходные данные, закодированные с помощью таблиц 7 и 8, оформляются на бланке заказа исходных данных, как показано в табл.9. В таблицах 10 - 12 даны распечатки исходных данных и результатов расчета РЦ детали "Палец МРД".

Экран в табл.10 позволяет визуально проверить правильность ввода исходных данных в ЭВМ. Таблица 11 содержит результаты построения РЦ и выявления порядка их решения ЭВМ. В таблице 12 даны результаты расчета РЦ.

Распечатки для второй детали "Втулка" приведены в таблицах 13 - 15. В блоке 4 выведены на печать промежуточные результаты расчета РЦ, что дает возможность сравнения хода расчетов РЦ "вручную" и на ЭВМ.

R20 (✓)

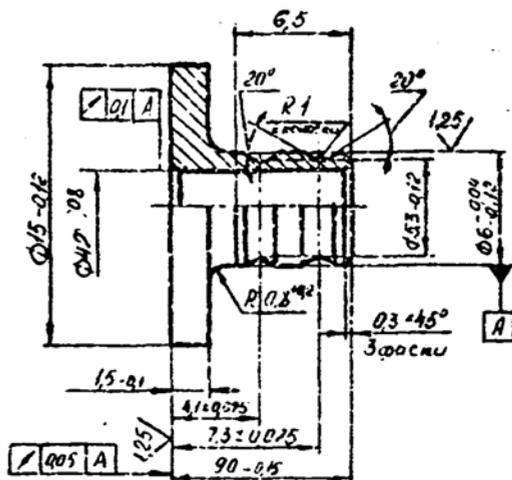


Рис. 7. Чертеж детали "Втулка"

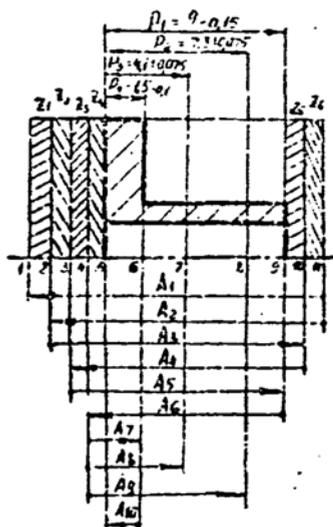
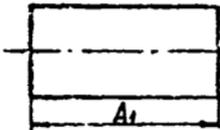
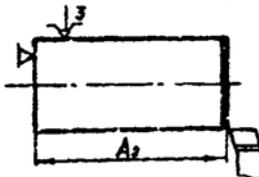


Рис. 8. Размерная схема сопряжения детали "Втулка"

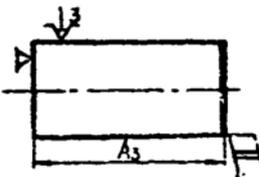
Прокат горячекатаный  
обычной точности после  
отрезки на волницах



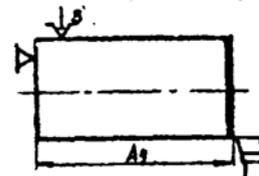
01. Токарно-револьверная.  
Подрезать торец



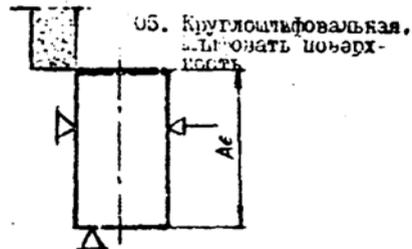
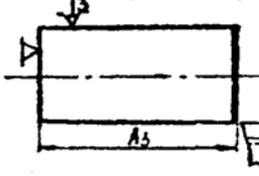
02. Токарно-револьверная.  
Подрезать торец



03. Токарно-револьверная.  
Подрезать торец

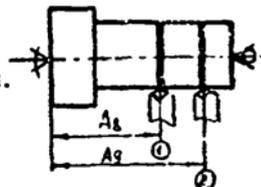
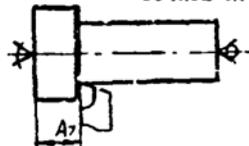


04. Токарно-револьверная.  
Подрезать торец

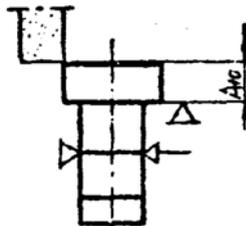


05. Круглошлифовальная.  
Шлифовать поверхность

06. Токарно-винторезная.  
Точить поверхность



07. Токарно-винторезная.  
Точить поверхность ① ②



08. Круглошлифовальная.  
Шлифовать поверхность

Рис. 9. Маршрут  
обработки детали "Этулка"

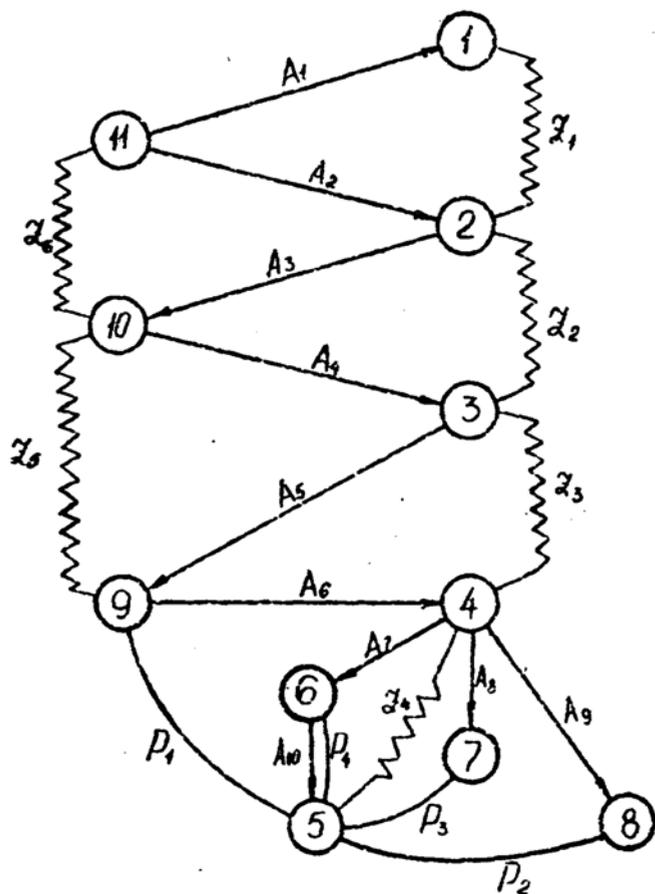


Рис. 10. Сокращенный граф технологических размерных цепей детали "Ступица"

Таблица 5

Расчет минимальных припусков деталей "Втулка"

Обозначение на разрезной схеме	Метод обработки на последующем переходе	Метод обработки на выполняемом переходе	Составляющие минимального припуска, мм				Величина минимального припуска, мм
			$R_z(i-1)$	$h(i-1)$	$\Delta x(i-1)$	$\xi i$	
$Z_i$	$(i-1) \cdot i$	$i \cdot i$				$Z_{imin}$	
$Z_1$	Прокат обочной точности после отрезки на ножницах	Черновое точение	0,150	0,150	0,012	0,140	0,442
$Z_2$	Черновое точение	Чистовое точение	0,050	0,050	-	0,130	0,260
$Z_3$	Чистовое точение	Предварительное шлифование	0,032	0,030	-	-	0,062
$Z_4$	Предварительное шлифование	Окончательное шлифование	0,010	-	-	-	0,010
$Z_5$	Черновое точение	Чистовое точение	0,050	0,050	-	0,130	0,260
$Z_6$	Прокат обочной точности после отрезки на ножницах	Черновое точение	0,150	0,150	0,012	0,130	0,442

Таблица 6

Расчет технологических размеров деталей "Втулка"

Обозначение	Замыкающее звено	Величина, мм	Уравнение цепи	Составляющие звенья (технологические размеры)				
				Расчет смещения неизвестного звена $A_i$ , мм	Расчетные ЛС-пуски $\delta_i$ , мм	Технологические допуска $\delta_i$ , мм	Приятная технология	7
I		2	3		5	6		
P <sub>1</sub>		9-0,15	$P_1 = A_1 + A_2 + A_{10}$	$A_{1max} = A_{1max} + A_{2min} + A_{10max}$ (4) $A_{1min} = A_{1min} + A_{2max} + A_{10min}$ (5) $A_{1max} = 9,00 + 0,15 + 0,05 = 9,20$ $A_{1min} = 8,85 + 0,15 + 0,05 = 9,05$	$\delta_1 = A_{1max} - A_{1min} = 9,20 - 9,05 = 0,15$	Золушка Прядильно- тульского завода № 10	$A_1 = 9,01 \pm 0,015$	
P <sub>2</sub>		7,3±0,075	$P_2 = A_3 + A_4 + A_{10}$	$A_{3max} = A_{3max} + A_{4min} + A_{10max}$ (6) $A_{3min} = A_{3min} + A_{4max} + A_{10min}$ (5) $A_{3max} = 7,25 + 0,15 + 0,05 = 7,45$ $A_{3min} = 7,25 + 0,15 + 0,05 = 7,45$	$\delta_2 = A_{3max} - A_{3min} = 7,45 - 7,30 = 0,15$	Золушка Прядильно- тульского завода № 10	$A_2 = 7,34 \pm 0,042$	
P <sub>3</sub>		4,1±0,075	$P_3 = A_5 + A_6 + A_{10}$	$A_{5max} = A_{5max} + A_{6min} + A_{10max}$ (4) $A_{5min} = A_{5min} + A_{6max} + A_{10min}$ (5) $A_{5max} = 4,05 + 0,15 + 0,05 = 4,25$ $A_{5min} = 4,05 + 0,15 + 0,05 = 4,25$	$\delta_3 = A_{5max} - A_{5min} = 4,25 - 4,10 = 0,15$	Золушка Прядильно- тульского завода № 10	$A_3 = 4,14 \pm 0,038$	

I	2	3	4	5	6	7
$P_4$	1,5-0,1	$P_4 = A_{10}$	$\bar{A}_{10max} = A_{10max} \quad (4)$ $A_{10min} = A_{10min} \quad (5)$ $A_{10max} = P_{10max} = 1,500$ $A_{10min} = P_{10min} = 1,400$	0,100	0,006	$A_{10} = 1,5-0,006$
$Z_{1min}$	0,442	$Z_1 = A_1 - A_2$	$\bar{A}_{1min} = Z_{1min} + \bar{A}_{2max} \quad (12)$ $A_{1min} = 0,442 + 10,794 = 11,236$	-	-	$A_1 = 11,236$
$Z_{2min}$	0,260	$Z_2 = A_3 - A_4$	$\bar{A}_{3min} = Z_{2min} + \bar{A}_{4max} \quad (12)$ $A_{3min} = 0,260 + 9,512 = 9,772$	-	0,150	$A_3 = 9,922-0,15$
$Z_{3min}$	0,062	$Z_3 = A_5 - A_6$	$\bar{A}_{5min} = Z_{3min} + \bar{A}_{6max} \quad (12)$ $A_{5min} = 0,062 + 9,010 = 9,072$	-	0,090	$A_5 = 9,162-0,09$
$Z_{4min}$	0,010	$Z_4 = A_7 - A_{10}$	$\bar{A}_{7min} = Z_{4min} + \bar{A}_{10max} \quad (12)$ $A_{7min} = 0,010 + 1,500 = 1,510$	-	0,060	$A_7 = 1,57-0,06$
$Z_{5min}$	0,260	$Z_5 = A_4 - A_5$	$\bar{A}_{4min} = Z_{5min} + \bar{A}_{5max} \quad (12)$ $A_{4min} = 0,260 + 9,162 = 9,422$	-	0,090	$A_4 = 9,512-0,09$
$Z_{6min}$	0,442	$Z_6 = A_2 - A_3$	$\bar{A}_{2min} = Z_{6min} + \bar{A}_{3max} \quad (12)$ $A_{2min} = 0,442 + 9,922 = 10,364$	-	0,430	$A_2 = 10,794-0,43$

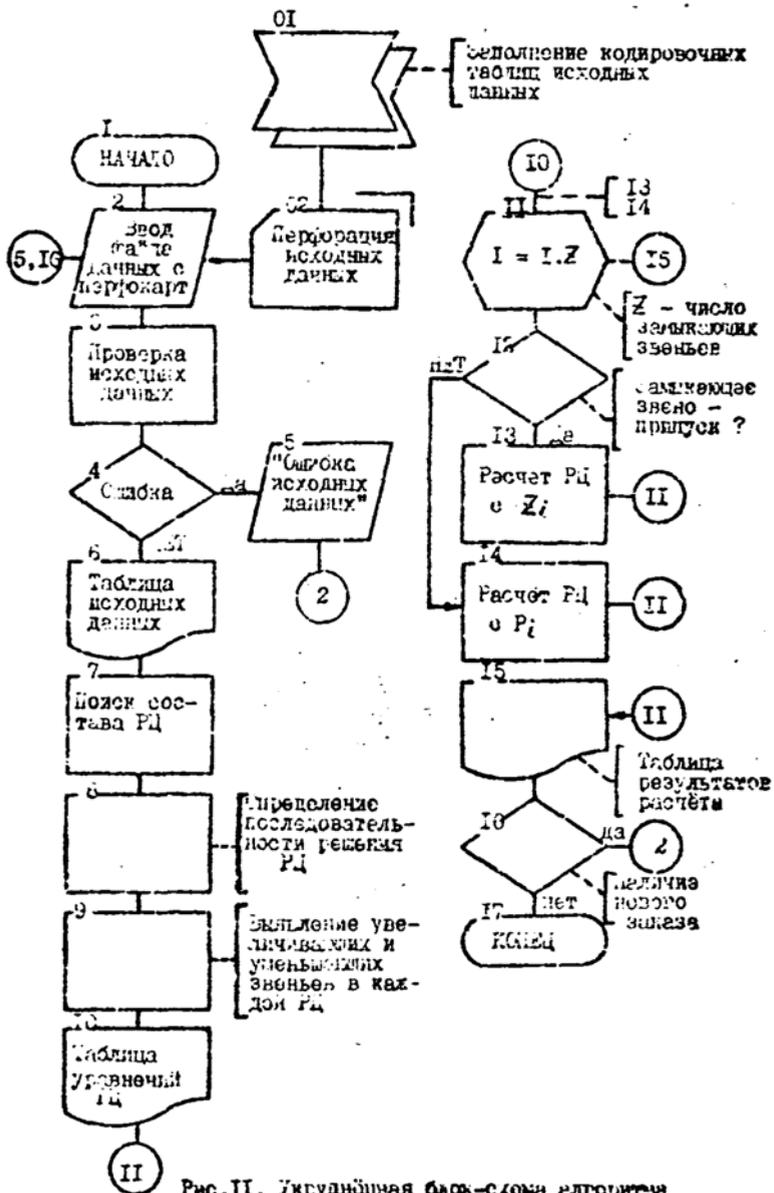


Рис. II. Блок-схема алгоритма расчета осей  $P_i$



Таблица 6

Содержание, последовательность и форма записи исходных данных на второй и последующих строках

Замыкающие звенья		Составляющие звенья						
Левая гра-ница	Правая гра-ница	Пределыные размеры, мм (для припуска - нуль)		Левая гра-ница	Правая граница (обрабо-танный на данной операции поверх-ность)	Мод метода получения заготовки для меха-нической обработки	Система цусета-новки допуска	Габаритный размер в поперечном сечении обработан-ной повер-хности, мм
		МАХ	МИН					
2	11	53,0	52,6	I	I2	I2		14,0
$\varnothing$	2	точка!	точка!	$\varnothing$	1 2	$\varnothing$ 1 2		точка!
1	2 3 4	53,0	2,6	$\varnothing$	1 2	$\varnothing$ 1 2		14,0
	1 2 3 4 5 6	15 16	25 26	27 28 29	30 31	32 33 34	35 36	50



З А К А Ч И К      А В Р Е М Е Н Е В      В.В.      МТМ-ЭФ      П А Л Е Ц      И П А      22

ТАБЛИЦА №

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ (ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ВОДА В ЭВМ)

МАТЕРИАЛ.....		СТАЛЬ		ИМ -		МЕТОД ОБРАБОТКИ		СИСТ.		
ГОЛОС ПОЛУЧЕНИЯ.....		ПРОКАТ ГОРЯЧКАТ		ГРА -		ПОШВЕН. ТОЧНОСТИ		ДОПУС		
КЛАСС (СТЕПЕНЬ) ТОЧНОСТИ..		ПОВЫШЕН. ТОЧНОСТРОЗН. РЕЗЦАМИ		МШС		ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ		КА		
ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕР.....		53.000		ЗВЕЗДА:		НАМЕНОВАНИЕ		КОА		
ЗАМКАКШЕ ЗВЕЗДК		С О С Т А В Л Я Ю Ш И Е      З В Е З Д К		ИМ -		ГРА -		С И С Т .		
В-ЧЕРТЕЖ. РАЗМЕР, Э-ПРИМУК		33.000		МШС		МШС		Д О П У С		
		33.000		ЗВЕЗДА:		ЗВЕЗДА:		КА		
		33.000		МАХ		МАХ		КА		
P 1	211	53.000	32.000	A 1	112	ПСКАТ ГОРЯЧКАТ	12	ВАЛ	12	14.
P 2	2 0	17.120	10.000	A 2	111	ПОВЫШЕН. ТОЧНОСТИ	74	ВАЛ	11	14.
P 3	2 3	4.300	4.220	A 3	11 2	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ВАЛ	2	14.
P 4	4 6	10.200	10.000	A 4	2 3	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ОСЬ	3	10.
P 5	6 10	33.000	32.750	A 5	2 7	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ОСЬ	7	14.
P 6	6 0	10.120	17.000	A 6	2 0	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ОСЬ	6	10.
P 7	6 7	0.100	7.000	A 7	2 4	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	76	ВАЛ	6	0.
P 8	9 10	0.100	7.900	A 8	2 3	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ОСЬ	3	0.
Z 1	1 2	0.0	0.0	A 9	3 0	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ОСЬ	0	10.
Z 2	3 0	0.0	0.0	A 10	6 10	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ВАЛ	10	10.
Z 3	1 1 2	0.0	0.0	A 11	10 9	ТОЧЕННЫЕ ЧИСТОБОЕ	74	ОСЬ	9	10.

## РЕЗУЛЬТАТ РАСЧЕТА : УРАВНЕНИЯ РАЗМЕРНЫХ ЦЕЛЫХ

НОМЕР : ИМЗВ : УРАВНЕНИЕ В СИМВОЛЬНОМ ФОРМЕ  
 РЕВЕННИ : ЗВЕНО : УРАВНЕНИЕ В ЦИФРОВОМ ФОРМЕ

1	A 3	P 10+A 3	211x+211
2	A 6	P 2+A 6	2 6x+6 2
3	A 8	P 3+A 8	2 3x+3 2
4	A 10	P 5+A 10	610x+10 6
5	A 11	P 6+A 11	910x+10 9
6	A 7	P 4+A 7+A 6	4 6x+2 4+6 2
7	A 9	P 6+A 6+A 9	6 8x+6 2+8 2
8	A 5	P 7+A 6+A 5	6 7x+6 2+7 2
9	A 2	2 1x+A 3+A 2	1 2x+210+111
10	A 4	2 2x+A 4+A 6	5 6x+2 2+6 2
11	A 1	2 3x+A 2+A 1	1112x+111+12 1

## ЗАМКНУТЫЕ ЗВЕНА

P-ЧЕРТЕЖ. РАЗМЕР, Z-ПРИМУК

## СОСТАВЛЯЕМЫЕ ЗВЕНА

Таблица 12

ИМ-ЗВЕНА	ГРА-ЗВЕНА	ПРЕД. ЗНАЧЕНИЯ	ИМ-ЗВЕНА	ГРА-ЗВЕНА	МЕТОД ОБРАБОТКИ	НОМИНАЛ	ОТКОМПЕНДИЯ	
							ВЕРХНЕЕ	НИЖНЕЕ
P 1	211	33,920	A 1	12 1	ПРОКЛ. ГОРЧЕКАТ	54,050	0,0	0,0
P 2	2 6	17,120	A 2	111	ПОВЫШ. ТОЧНОСТИ	55,250	0,0	-0,120
P 3	2 3	4,300	A 3	211	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	53,000	0,0	-0,120
P 4	4 6	16,200	A 4	2 3	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	16,774	0,004	0,0
P 5	610	33,000	A 5	7 2	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	25,800	0,842	-0,042
P 6	6 8	19,120	A 6	6 2	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	17,860	0,842	-0,042
P 7	6 7	6,100	A 7	2 4	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	6,750	0,0	-0,004
P 8	910	6,100	A 8	3 2	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	4,300	0,842	-0,042
Z 1	1 2	---	A 9	6 2	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	35,800	0,050	-0,050
Z 2	5 6	---	A 10	10 6	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	33,800	0,0	-0,100
Z 3	1112	---	A 11	10 9	ТОЧНЫЕ ЧИСТОТОВЕ	6,800	0,842	-0,042

Э А К А З Ч И К ВУЛЯН

МОДЕЛЬНЫЕ ВАЖНЫЕ (ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ВВОДА В ЭВМ)

ОБЪЕКТЫ О ЗАГОТОВКЕ										
МАТЕРИАЛ..... СТАЛЬ										
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ..... ПРОКАТ ГОРЯЧКАТ										
КЛАСС (СТЕПЕНЬ) ТОЧНОСТИ..... ОБЫЧНОА ТОЧНОСТНОТРЕЗН. РЕЗУЛМИ										
ГАРАНТИИВ РАЗМЕР..... 15.ЭВР										
ЗАМКАЮЩИЕ ЭВЕНЬЯ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЭВЕНЬЯ										
Р-ЧЕРТЕЖИ, РАЗМЕР, Э-ПРИПУСК	ИМ-И	ГРА-ПРЕДЕЛ. ЗНАЧЕНИЯ	ИМ-И	ГРА-ПРЕДЕЛ. ЗНАЧЕНИЯ	ИМ-И	ГРА-ПРЕДЕЛ. ЗНАЧЕНИЯ	ИМ-И	ГРА-ПРЕДЕЛ. ЗНАЧЕНИЯ	ИМ-И	ГРА-ПРЕДЕЛ. ЗНАЧЕНИЯ
ЭВЕНА: ЭВЕНА: МАХ	ИМ	ИМ	ЭВЕНА: ЭВЕНА: МАХ	ИМ	ИМ	ЭВЕНА: ЭВЕНА: МАХ	ИМ	ИМ	ЭВЕНА: ЭВЕНА: МАХ	ИМ
Р 1	3 9	9,000	А 1	11 1	1	11 1	1	11 1	1	11 1
Р 2	3 0	7,375	А 2	11 2	2	11 2	2	11 2	2	11 2
Р 3	3 7	4,175	А 3	218	3	218	3	218	3	218
Р 4	3 0	1,500	А 4	18 3	3	18 3	3	18 3	3	18 3
Э 1	1 2	0,0	А 5	3 9	3	3 9	3	3 9	3	3 9
Э 2	2 3	0,0	А 6	9 4	4	9 4	4	9 4	4	9 4
Э 3	3 4	0,0	А 7	4 0	4	4 0	4	4 0	4	4 0
Э 4	4 5	0,0	А 8	4 7	4	4 7	4	4 7	4	4 7
Э 5	9 10	0,0	А 9	4 0	4	4 0	4	4 0	4	4 0
Э 6	10 11	0,0	А 10	0 3	3	0 3	3	0 3	3	0 3

800 К 1

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА : УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ ЦЕНОВ

Таблица 14

НОМЕР : ИЕРЭВ : УРАВНЕНИЕ В СМЕРИОНАХ ФОНД

УРАВНЕНИЕ В ЧИСТОДОЛ ФОНД

РАСЧЕТ : ЗЕМНО

1	A15	P	400ALC	5	500	5	6				
2	A 7	Z	400A100A 7	4	500	5	60	4	4		
3	A 6	P	100A 70A 00A10	5	900	6	40	4	90	5	6
4	A 0	P	200A 70A 00A10	5	800	6	40	8	40	5	6
5	A 0	P	300A 70A 00A10	5	700	6	40	7	40	5	6
6	A 5	Z	300A 60A 5	5	400	4	90	5	7		
7	A 4	Z	500A 50A 4	5	1000	3	90	3			
8	A 3	Z	200A 40A 3	5	300	10	30	2	12		
9	A 2	Z	600A 30A 2	1	1100	2	100	1	2		
10	A 1	Z	100A 20A 1	1	200	11	10	1	1		

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗНЕРНЫХ ЦЕНОВ

Таблица 10

ЗЕМЛЯНЫЕ ЗЕМЛЯ

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЗЕМЛЯ

РАСЧЕТЫ : РАЗНЕР, З-ПРИПУСК

НОМ : ГРА : ПРЕДЛ. ЗНАЧЕНИЯ : ИМ : ГРА : МЕТРОВ ОБРАБОТКИ : ИОНИМА : ОТКАМЕНЕВА

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

ЗЕМНО : ИМУН : ЗЕМНО : ИМУН

Семиклассно зрелая

Д-Чиртуха, размер, 2-Плещик  
 ЛН : ЛРБ : ПЛЕЧОМ ЗНАЧЕНИЯ : ЛН : ЛРБ : СОСТАВЛЯЮЩЕ ЗРЕТЬЯ : ОТКЛОНЕНИЯ  
 ДЛС : НАД : МАХ : МЛМ : ДЛС : НИЖ : ОБРАСОТА : МЕТОД :  
 ЗРЕТЬЯ ЗРЕТЬЯ : ЗРЕТЬЯ ЗРЕТЬЯ : ЗРЕТЬЯ : вернее : НАЖНОЕ

НОМЕР РЕЧЕНИЙ 1		МЕМЗВ. ЗВЕНОВА 110		КОД МЕТОДА 114	
16	0.0	0.0			
17	1.50000	1.40000			
СН:	0.0	FR:	1.00000	СН:	0.0
МЗ:	10	ЛН:	1.900	АН:	1.400
МЗ:	0.2100	0.0	0.02100		
МЗ:	10	ЛН:	1.5000	0.0	-0.02100АН:
НОМЕР РЕЧЕНИЙ 2		МЕМЗВ. ЗВЕНОВА 7		КОД МЕТОДА 74	
13	7.7	0.10000	0.20000		
14	1.50000	1.47900			
7	0.0	0.0			
СН:	3.0	FR:	1.50000	СН:	0.10000
МЗ:	9.03400	0.0	0.00000		
МЗ:	7	ЛН:	1.6500	0.0	-0.00000АН:
НОМЕР РЕЧЕНИЙ 3		МЕМЗВ. ЗВЕНОВА 6		КОД МЕТОДА 112	
7	1.00400	1.00000			
6	0.0	0.0			
10	1.50000	1.47900			
1	5.00000	0.00000			
СН:	1.47900	FR:	1.00400	СН:	0.00000
МЗ:	6	ЛН:	9.100	АН:	9.000
МЗ:	0.4500	0.0	1.04500		
МЗ:	6	ЛН:	9.1000	0.0	-0.24500АН:
НОМЕР РЕЧЕНИЙ 4		МЕМЗВ. ЗВЕНОВА 9		КОД МЕТОДА 74	
7	1.00400	1.00000			
9	0.0	0.0			
10	1.50000	1.47900			
2	7.37500	7.22500			
СН:	1.47900	FR:	1.00400	СН:	7.22500
МЗ:	9	ЛН:	7.475	АН:	7.000
МЗ:	0.00400	0.0	0.00400		
МЗ:	9	ЛН:	7.0000	0.0	-0.00000АН:

MONEY PERMITS 5 MEM38, 38MCH=A 8 KCA METOJAE 74  
 7 1.60482  
 8 0.2  
 18 1.50880  
 3 4.17582  
 CNE 1.47989 FX 1.60482 ZNE 4.82588 CNE 1.98888 FX 1.60482 4.17588  
 M33- 6 AXZ 4.275 ANZ 4.238  
  
 d.09408 0.0 4.06488  
 M33- 5 AH1 8.2545 8.0225 -8.2229AK 4.2758AN 4.2380  
  
 MONEY PERMITS 6 MEM38, 38MCH=A 3 KCA METOJAE 74  
 M33- 5 ZNE 0.10988PF 3.24888RT 3.86888  
 6 9.18882 9.25588  
 3 0.8  
 CNE 2.8 FX 9.18882 ZNE 0.10988  
 3.68488 0.8 0.60488  
 M33- 5 AH1 9.2548 0.8 -8.6048AK 9.2048AN 9.2888  
  
 MONEY PERMITS 7 MEM38, 38MCH=A 4 KCA METOJAE 74  
 M33- 4 ZNE 0.10988PF 3.24888RT 3.86888  
 5 9.20482 9.20882  
 4 0.8  
 CNE 0.8 FX 9.20482 ZNE 0.10988  
 2.88488 2.0 0.60488  
 M33- 4 AH1 9.4682 0.8 -0.2048AN 9.4688AN 9.3888  
  
 MONEY PERMITS 8 MEM38, 38MCH=A 3 KCA METOJAE 72  
 M33- 3 ZNE 0.10988PF 3.24888RT 3.86888  
 4 9.46882 9.38488  
 3 0.8  
 CNE 2.8 FX 9.46882 ZNE 0.10988  
 2.25882 2.2 4.25882  
 M33- 3 AH1 9.9282 0.8 -8.2088AN 9.9288AN 9.6488  
  
 MONEY PERMITS 9 MEM38, 38MCH=A 2 KCA METOJAE 71  
 M33- 2 ZNE 0.38888PF 4.88888RT 8.24888  
 3 9.92882 9.64782  
 2 0.8  
 CNE 3.8 FX 9.92882 ZNE 0.38888  
 8.22882 2.0 8.52882  
 M33- 2 AH1 12.7488 0.8 -8.5288AN 12.7488AN 10.2288

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашченко И.А. Технологические размерные расчеты и способы их автоматизации. - М.: Машиностроение, 1975. - 222 с.
2. Мордвинов Б.С., Огурцов В.С. Расчет технологических размеров и допусков при проектировании технологических процессов механической обработки: Учеб. пособие. - 2-е изд. Омский политехн. ин-т. - Омск, 1975. - 160 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мазарякова. - 4-е изд., перераб. и доп.: В 2 т. - М.: Машиностроение, 1985. - Т. I. - 656 с.
4. Калачев О.Н., Савицкий Б.Т. Применение вычислительной техники при курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения: Учеб. пособие / Ярослав. политехн. ин-т. - Ярославль, 1982. - 83 с.