

И. Н. КОСЕНКО, А. Н. ДЕМИН

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ, ЗАПИСАННОЙ НА МАГНИТНУЮ ЛЕНТУ

Для обеспечения необходимой точности, чистоты обработанной поверхности и геометрической формы при изготовлении деталей на станках с цифровым программным управлением (Ц.П.У) необходимо, прежде всего, иметь программу, записанную на магнитную ленту без искажения и ошибок.

Между тем процесс подготовки программы проходит много этапов, значительное число из которых выполняется вручную, что приводит к возникновению ошибок. На фиг. 1 представлена схема этапов расчета и записи программы на магнитную ленту при ручном программировании.

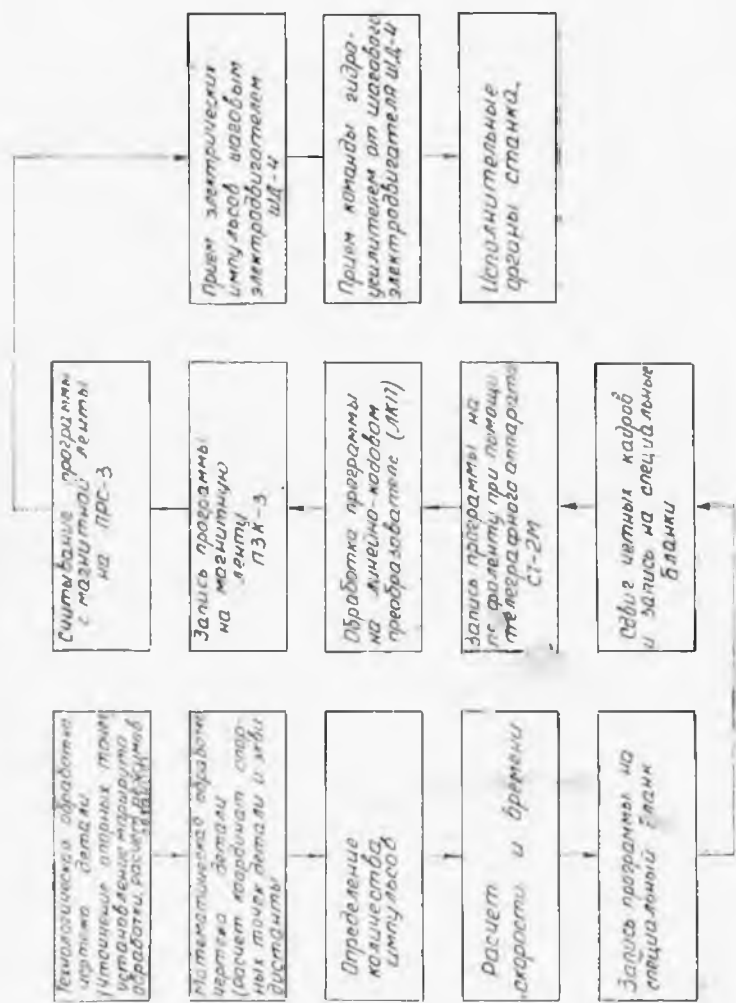
Первым этапом в расчете программы служит технологическая обработка чертежа детали. Обычный чертеж для расчета программы не пригоден, так как он не имеет точно фиксированных опорных точек. Технолог должен уточнить положение опорных точек, наметив маршрут обработки, произвести расчет режимов резания и указать начальное положение режущего инструмента.

На втором этапе математики производят расчет координат опорных точек детали и эквидистанты, используя при этом клавишные настольно-вычислительные машины. В процессе этих расчетов применяются сложные или громоздкие формулы — двойным Логранжа, интерполяционные формулы Ньютона, Бесселя, Гауса или производится решение системы уравнений и т. д.

При выполнении этих расчетов возможны ошибки за счет счетных машин, округления или просто в результате описки, так как все расчеты выполняются вручную.

Аналогичные ошибки могут быть и при расчете скорости, времени и количества электрических импульсов.

В связи с изложенным рекомендуется выполнение всех рас-



Фиг. 1. Принципиальная схема этапов расчета и записи программы обработки деталей на магнитную ленту при ручном расчете

четов производить параллельно двумя математиками-расчетчи-
ками.

При записи и считывании программы с магнитной ленты элект-
рические импульсы могут искажаться или полностью теряться.

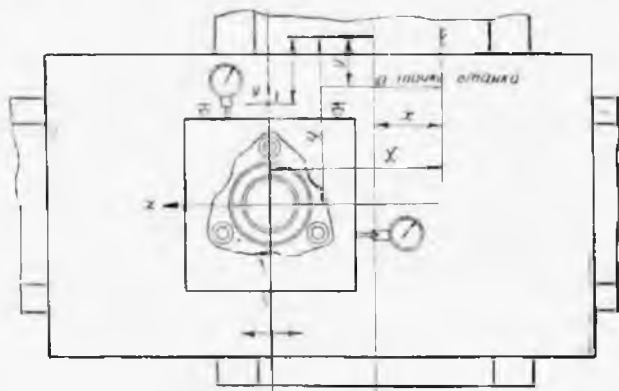
Для того, чтобы можно было проверить программу, обраба-
тываемый контур должен быть замкнутым. При обходе контура
режущим инструментом количество положительных и отрица-
тельных импульсов должно быть равным. На станках 6Н13ГЭ-1
принято перемещение стола в продольном направлении обозна-
чить осью x . Перемещение стола считается положительным, если
движение его направлено влево от шпинделя. Положительным
направлением движения стола по оси y считается, если стол дви-
жется к шпинделю.

Положительным направлением движения шпинделя по оси z
соответствует перемещение сверху вниз к столу станка.

При обработке деталей на вертикально-фрезерных станках
6Н13ГЭ-1, 6Н13ГЭ-2 необходимо следить за правильностью установ-
ки детали в приспособлении, а также приспособления на столе
относительно нулевой точки станка. За нулевую точку станка
принимается положение стола относительно шпинделя, с которого
начинается управление станком при помощи системы ЦПУ. На
фиг. 2 представлена схема, где указана нулевая точка станка.

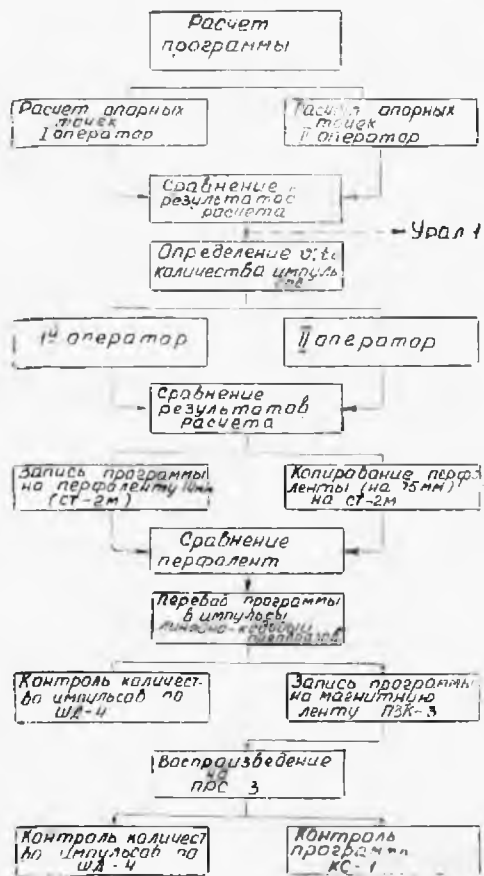
Детали при установке в приспособлении базируются по внут-
реннему диаметру d , а угловая фиксация по одной стороне при-
способления. База детали по оси x должна быть расположена на
расстоянии $X-x$ от нулевой точки станка, а по оси y на рассто-
янии $Y-y$.

Положим, что точка 1 является началом обработки (фиг. 2).
Для того, чтобы осуществить обработку контура детали, необхо-
димо фрезу подвести по программе из нулевого положения 0 в
положение 1. Это расстояние равно по оси x $X-x$, а по оси y



Фиг. 2. Схема контроля установки деталей на столе фрезер-
ного станка относительно нулевой точки.

У—у. Эти расстояния необходимо вводить в программу обработки детали. После окончания обработки стол фрезерного станка отводится в исходное положение, т. е. в точку О.



Фиг. 3. Схема контроля расчета, записи и воспроизведения программы обработки деталей на станке с Ц. П. У.

методом расчет программы начинается с технологической обработки чертежа детали. Далее при том и другом методе расчета производится определение координат опорных точек детали и эквидистанты.

Расчет этот весьма трудоемкий. Так, например, при определении координат опорных точек детали № 511 было использовано более 100 разных уравнений, при этом неизбежно будут погрешности за счет округления или просто описки.

Показания установленных индикаторов по осям x , y , z в начале и конце обработки должны показывать одинаковые значения. Если имеется отклонение, то это указывает на то, что в процессе обработки появилась погрешность.

На основании накопленного опыта по расчету программы рекомендуется расчет и контроль производить по схеме, приведенной на фиг. 3.

Расчет программы можно производить двумя методами: в первых, с применением только клавишных постоянно-вычислительных машин (ручное программирование) и во вторых, с применением цифровых электро-вычислительных машин (ЭВМ).

Первый метод

Как при первом так и при втором

В связи с изложенным результаты расчета, двух математиков-расчетчиков, необходимо сравнивать по каждой опорной точке и только после этого можно продолжать расчеты.

Далее при ручном программировании определяется количество электрических импульсов, производится расчет скорости, подсчитывается время, записывается программа на специальный бланк, производится сдвиг четных кадров.

После определения количества электрических импульсов производится суммирование положительных и отрицательных импульсов по каждой оси координат. При этом сумма положительных импульсов должна равняться сумме отрицательных по соответствующей координате, в случае замкнутого контура.

После сдвига положительных кадров программа перфорируется при помощи телеграфного аппарата на 19 мм бумажную ленту. Чтобы убедиться в правильности перфорации программы, перфолента сверяется с программой, записанной на бланке. С проверенной 19 мм перфоленты программа переписывается при помощи модернизированного телеграфного аппарата СТ-2М на 35 мм киноленту. Применение 19 мм бумажной ленты для перфорации вызвано тем, что на этой ленте проще исправлять ошибки, кроме того, она значительно дешевле киноленты.

При хорошем навыке оператора записывать программу на киноленту можно, минуя перфорирование на 19 мм ленту.

Программа с киноленты считывается на линейном кодовом преобразователе (ЛКП), где программа, выраженная в числах переводится в импульсы.

Полученные импульсы поступают на пульт записи и контроля (ПЗК-3), где программа в виде электрических импульсов записывается на магнитную ленту.

В процессе записи некоторые электрические импульсы искажаются и при считывании могут теряться. Контроль правильности программы необходимо осуществлять при записи на магнитную ленту при помощи шаговых электродвигателей ШД-4. Для осуществления контроля на корпус ШД-4 укрепляется диск, на котором нанесена шкала, цена деления которого соответствует одному импульсу. За каждый импульс вал электродвигателя поворачивается на 1,5 градуса. При замкнутом контуре количество положительных и отрицательных импульсов равны, поэтому стрелка, укрепленная на валу ШД-4, после окончания считывания программы с перфоленты, если не появилась погрешность, должна возвратиться в исходное (нулевое) положение.

Ошибка может появиться как при записи на магнитную ленту, так и при считывании с нее, вследствие загрязнения магнитной головки, некачественной магнитной ленты и т. д. Правильность записанной программы контролируется шаговыми электродвигателями (ШД-4) и на специальном контрольном столике. Для этого при помощи пульта управления (фиг. 1) ПРС-3 программа считывается с магнитной ленты и импульсы поступают на ШД-4

контрольного столика (КС-1). Контроль по ШД-4 производится также как и при считывании программы на ЛКП. Одновременно с контролем на ШД-4, на контрольном столике вычерчивается обрабатываемый контур в масштабе 1:1.

Если на контрольном столике и при помощи ШД-4 ошибка в записи программы не обнаружена, магнитная лента передается в цех.

Погрешности могут зависеть от станка — зарезы вследствие инерции стола, утечки масла в гидросистеме, люфт в паре винт—гайка и т. д.

Во многих случаях обработка на станках с ЦПУ является финишной, поэтому детали имеют высокую стоимость.

Вследствие изложенного необходимо еще раз проверить программу путем обхода контура на какой-либо заготовке. Если размеры в пределах допуска, чистота обработанной поверхности соответствует эталону, а геометрия в пределах технических условий программу можно передавать для изготовления серийных деталей.

Второй метод

Второй метод расчета программы предусматривает использование электронно-вычислительных машин (ЭВМ). Перевод расчетов на электронно-вычислительные машины диктуется тем, что при ручном расчете программы этот процесс весьма трудоемкий. Так, например, при расчете программы обработки сложной детали по наружному контуру затрачивается 84 человеко-часа, при этом определены координаты 49 опорных точек детали и 19 центров окружностей, составлено 136 уравнений, расчет занял 35 страниц.

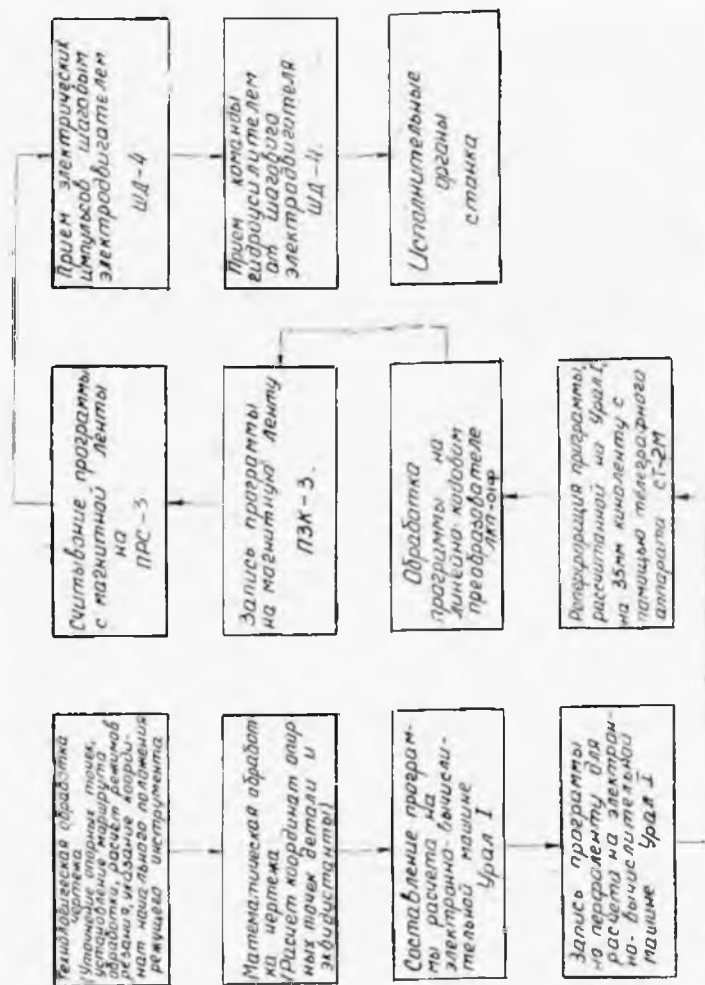
Применение ЭВМ значительно сокращает длительность цикла составления программы, резко сокращается трудоемкость и повышается качество программы за счет уменьшения ручных работ.

На фиг. 4 представлена схема последовательности расчета при применении ЭВМ.

Из сопоставления со схемой (фиг. 1) для ручного программирования видно, что при применении ЭВМ отпадают такие ручные операции, как расчет количества электрических импульсов, скорости, времени записи на бланк, сдвиг четных кадров и перфорирование программы на телеграфном аппарате.

При этом методе расчета производится расчет координат опорных точек эквидистанты с применением клавишных настольно-вычислительных машин, а дальнейшие расчеты производятся на электронно-вычислительной машине «Урал-1».

Машина «Урал-1» выдает расчет на 19 мм бумажной перфорированной ленте. Для этого к ЭВМ «Урал-1» сконструирован и изготовлен в металле блок управления, который при помощи модернизированного телеграфного аппарата СТ-2М рассчитанную программу перфорирует.



Фиг. 4. Принципиальная схема этапов расчета и записи программы обработки деталей на магнитную ленту с применением электронно-вычислительных машин.

Для избежания ошибок и здесь должен осуществляться контроль.

Программа расчета в «Урал-1» задается при помощи перфорированной ленты, поэтому после ее набивки на киноленту при помощи перфоратора правильность проверяется путем считывания с программой расчета.

Чтобы убедиться в правильности рассчитанной программы на ЭВМ «Урал-1», расчет делается два раза, и сравниваются две перфоленты. При отсутствии ошибок перфолента передается для перфорации программы на 35 мм киноленту на модернизированном телеграфном аппарате СТ-2М.

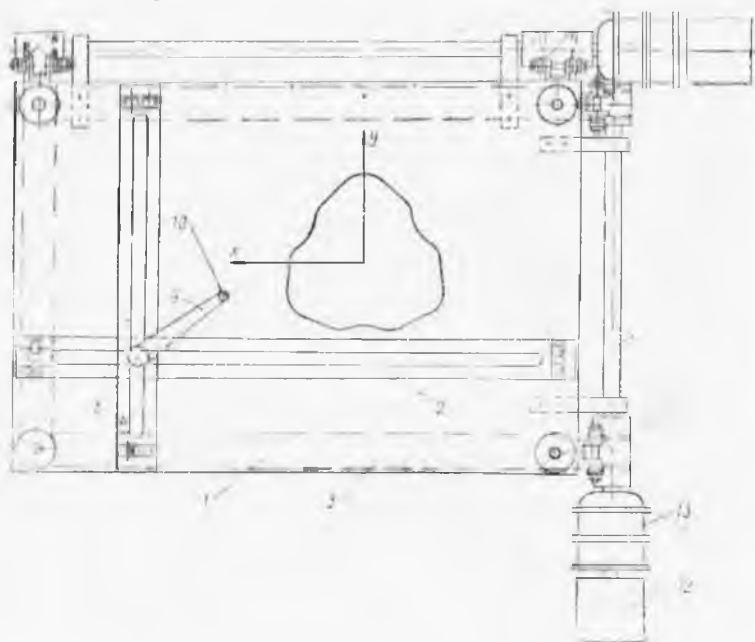
Дальнейшая обработка программы производится так же, как и при ручном программировании.

КОНТРОЛЬНЫЙ СТОЛИК

Контрольный столик (фиг. 5) служит для вычерчивания обрабатываемого контура в масштабе 1:1.

Контрольный столик состоит из следующих основных частей:

1. Стол 16, на котором монтируются все агрегаты контрольного столика.
2. Стандартная чертежная доска 1.
3. Агрегаты привода-редуктора 13, шаговые электродвигатели 12, ось 7 и барабан 5.



Фиг. 5. Контрольный столик КС-1 для проверки программы, обработки деталей, записанной на магнитную ленту.

1 Рабочие линейки 2.

а Капроновые нити 3.

Стол состоит из каркаса, изготовленного из уголка $25 \times 25 \times$

2 мм. Столешница изготовлена из досок хвойной породы, а передняя покрыта ленолнумом.

К чертежной доске 13 прикрепляются ролики 6 и 6¹ и 4, 4¹, а также кронштейны 14, в которые запрессованы шариковые подшипники, служащие для монтажа валика 7 и 7¹.

Валики 7, 7¹ соединяются с редуктором 13, который получает вращение от шагового электродвигателя ШД-4.

На валиках 7 и 7¹ укреплены соответственно барабаны 5 и 5¹.

На барабанах 5 и 5¹ намотано по шесть витков капроновой нити $2 \text{ } \varnothing \text{ } 1 \text{ мм}$, которая прикрепляется к линейкам в точках 1 и 1¹, далее огибает ролики 6, 6¹ и 4, 4¹.

В прорези линеек 2, 2¹ установлен сухарь 8, который может перемещаться по оси x и y последовательно или одновременно.

С сухарем связан кронштейн 10, на конце которого укреплен карандаш, который и производит вычерчивание обрабатываемого контура 17 в натуральную величину.

Для избежания трения линеек о поверхность стола в пазы линеек установлено по два ролика 15 с каждой стороны, которые выступают на 1 мм, что обеспечивает необходимый зазор.

При поступлении одного электрического импульса вал электродвигателя ШД-4 поворачивается на $1,5^\circ$, а стол фрезерного станка или линейки 2 контрольного столика должны переместиться на $0,025 \text{ мм}$. В связи с этим для согласования вращения ШД-4 и перемещением линеек 2, 2¹ устанавливаются редукторы 13, 13¹.

В контрольном столике использован редуктор от стартер-генератора. Передаточное число редуктора $i = 130$.

На фиг. 6 представлена кинематическая схема редуктора РНМ-24.

Для контрольного столика передаточное число редуктора 130 велико, поэтому выбрасывается шестерня z_1 и привод осуществляется за ось шестерни z_2 .

В этом случае передаточное число будет иметь следующее значение:

$$i_1 = \frac{i}{i_1'} = \frac{130}{z_2} = 27,7.$$

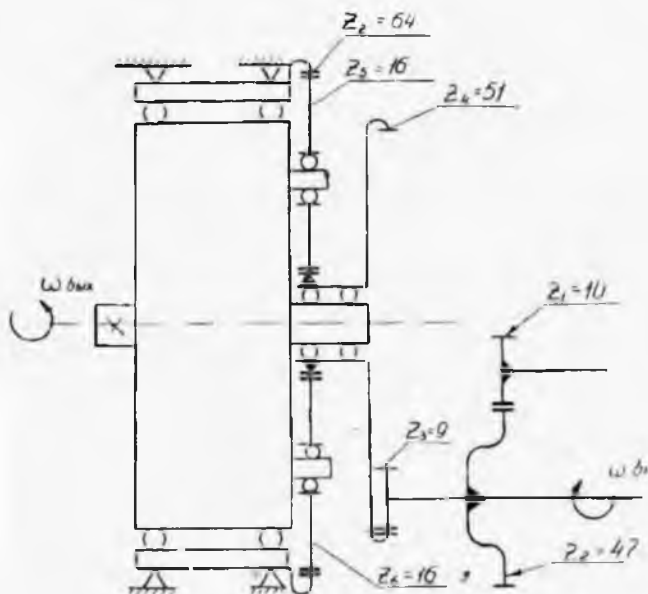
Исходя из значения передаточного числа i_1 , определяется диаметр барабанов 5 и 5¹.

Шаг винта фрезерного станка $t = 6 \text{ мм}$, поэтому и линейки 1 за один оборот ШД-4 должны передвинуться на $L = 6 \text{ мм}$.

Определяем угол поворота вала 7.

$$\varphi = \frac{360}{i_1} = \frac{360}{27,7} = 13^\circ.$$

На этот же угол повернутся и барабаны 5, 5¹, на которых намотана капроновая нить. При повороте вала, а, следовательно, и барабанов 5, 5¹ на угол 13° линейки должны переместиться на 6 мм.



Фиг. 6. Кинематическая схема редуктора контрольного столика.

$$L = \varphi_{\text{рад}} R,$$

отсюда

$$R = \frac{L}{\varphi_{\text{рад}}} = \frac{6}{\frac{13^\circ}{57,3}} = 26,44 \text{ мм.}$$

Таким образом, диаметр барабана будет иметь размер $d_d = 2R \cong 53 \text{ мм.}$

Для осуществления проверки правильности записи программы с магнитной ленты считается программа на ПРС-3-61. При этом электрические импульсы поступают на ШД-4 контрольного столика, через редуктор 13 вращение передается валам 7, 7¹, одновременно с которыми соответственно вращаются барабаны 5 и 5¹. Капроновая нить 3, наматываясь или сматываясь, передвигает линейки 2 и 2¹, которые, в свою очередь, передвигают крошштейн 10 с карандашом, вычерчивающим обрабатываемый контур.

Эксплуатация контрольного столика КС-1 показала, что конструкция удовлетворяет требованиям контроля магнитной ленты.