

В. С. ОСТРИКОВА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ НАСТРОЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНЫХ АВТОМАТАХ*

Точностные расчеты, связанные с определением настроечных размеров, имеют важное значение при применении взаимозаменяемой наладки инструментов.

При обработке деталей на токарных автоматах и полуавтоматах пока широко применяется метод настройки режущих инструментов с помощью пробных проходов, который требует значительного времени, особенно, при многоинструментальной обработке, и служит одной из причин брака, получаемого в процессе настройки.

В данной работе на основе теоретического анализа и проведенных экспериментальных исследований точности обработки применительно к токарным полуавтоматам как отдельно взятым, так и соединенным в автоматические линии, делается очередная попытка разработки аналитического метода определения оптимальных настроечных размеров.

Последние являются предпосылкой такой настройки токарного автоматического оборудования, которая обеспечивает изготовление возможно большей партии деталей, обработанных без подналадки, за счет рационального расположения производственных погрешностей в поле допуска.

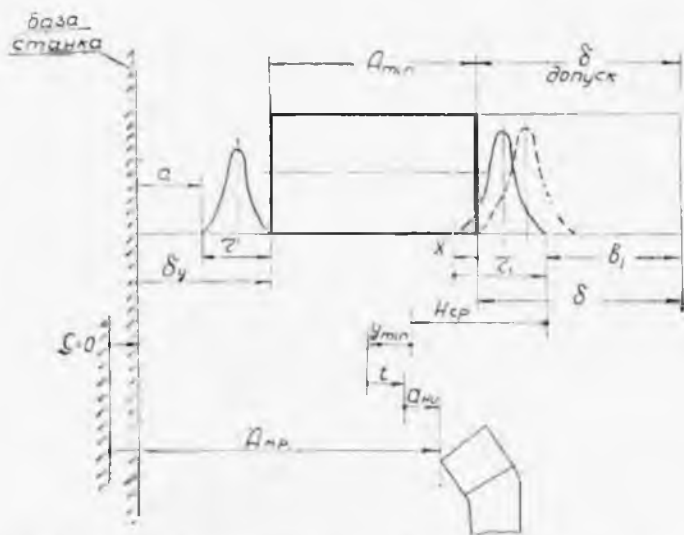
В основу методики расчета настроечных размеров положена единая технологическая схема их образования, разработанная на базе анализа основных погрешностей (фиг. 1). При определении настроечных размеров ввиду некоторых особенностей, характерных для начального момента обработки партии деталей, принято:

1. Минимальное отжатие системы СПИД за счет действующих сил — Y_{\min} , определяемое минимальным припуском и минималь-

* Работа выполнена в содружестве с заводом им. В. В. Куйбышева.

ным значением твердости обрабатываемого материала при остром инструменте.

2. В качестве характеристики случайных погрешностей началь-



Фиг. 1. Единая схема образования настроечных размеров.

ное мгновенное рассеивание размеров деталей, характеризуемое среднеквадратичным отклонением σ_m и шириной поля рассеивания $r_1 = 6\sigma_m$.

3. Положение одной из границ поля начального мгновенного рассеивания совмещенным с предельным размером детали (на фиг. 1 — наименьшим предельным размером).

Поле мгновенного рассеивания размеров деталей смещается на величину X , значение которой устанавливается, исходя из возможных отклонений детали, вероятность которых незначительна при законе нормального их распределения.

4. Последующее смещение и расширение пределов кривой мгновенного рассеивания направлено от принятой границы в сторону поля допуска, в силу закономерного роста износа режущего инструмента.

5. Теоретико-вероятностный метод суммирования погрешностей по предельным значениям параметров распределения.

6. В качестве исходных расчетных размеров детали минимальные для охватываемых размеров и максимальные для охватывающих, исходя из физической сущности их закономерного изменения.

Размер детали в процессе обработки формируется, с одной стороны, положением установочной поверхности детали относитель-

но установочных элементов приспособления, с другой стороны — положением режущего инструмента относительно этой же базы.

Разница положений установочной поверхности детали относительно установочных элементов приспособления (станка), получаемая после закрепления детали, является погрешностью установки $\delta_{\text{у}}$.

Относительное положение вершины режущего инструмента и образуемой поверхности в процессе обработки определяет погрешность метода обработки.

Погрешность установки зависит от конструктивных особенностей приспособления и правильности геометрических форм детали и связана с действием статических сил ее закрепления. Эта погрешность является составной, состоящейся из взаимосвязанных систематической a и случайной r погрешностей. По своему значению она изменяется во времени, главным образом — за счет износа установочных элементов приспособлений; интенсивность этого изменения очень незначительна.

Погрешность метода обработки зависит от многих факторов, которые определяют ее составляющие. Каждую из составляющих также можно рассматривать как составную, включающую в себя взаимосвязанные погрешности: систематическую и случайную.

Для удобства дальнейшего анализа систематические всех составляющих погрешности метода обработки (фиг. 1) выделим как самостоятельные величины, а случайные в силу невозможности выделения каждой из них, представим кривой мгновенного рассеивания получаемых при обработке размеров, учитывающей действие всех случайных факторов.

Размер, определяющий первоначальное положение инструмента относительно установочных элементов приспособлений (или станка) до процесса обработки, назовем настроечным размером.

В связи с поставленной задачей размер детали, образуемый в начале процесса обработки, связывается через погрешность установки и погрешности метода обработки в единую технологическую размерную цепь, замыкающим звеном которой является настроечный размер.

Технологическая размерная цепь, как структурное выражение основной схемы образования размеров, показана на фиг. 1, на примере образования линейного размера при токарной обработке.

Уравнение этой цепи может быть выражено в следующем виде:

$$A_{\text{н.р.}} = \delta_{\text{у}} + A_{\text{min}} - X + r_1 - H_{\text{ср}} - y_{\text{min}} + l + a_{\text{н.р.}}, \quad (1)$$

где $A_{\text{н.р.}}$; A_{min} ; $\delta_{\text{у}}$; y_{min} — рассмотрены ранее.

$H_{\text{ср}}$ — высота неровностей, соответствующая обработке острым резцом, которая определяет погрешность, связанную с разницей в положении вершины режущего

инструмента и поверхности отсчета
измерении;

t — температурная погрешность в нач
процесса резания;

$a_{н.и.}$ — погрешность настройки инструмента
размер.

Последняя для нескольких партий деталей является случайной. При рассмотрении настройки для одной партии погрешность настройки $a_{н.и.}$ является постоянной, равной разности в положении режущей кромки от рассчитанного значения настроечного размера. Она определяется точностью прибора, применяемого при настройке, и погрешностью, связанной с конструктивными особенностями приспособлений для базировки и крепления инструмента.

В производственной практике чаще всего встречаются случаи, когда два или несколько размеров связаны между собой, например, размеры A , A_1 и A_2 (фиг. 2).

При этом в технологических картах могут применяться два варианта сочетаний заданных размеров:

1. Обработка поверхностей 1 и 2 производится с размерами A_1 и A_2 .

2. Обработка тех же поверхностей производится с размерами A_2 и A .

При последовательной обработке двух (или нескольких) точечных поверхностей 1, 2 (фиг. 2) (например, по жестким упорам) характер образования каждого из линейных размеров A_1 и A_2 меняется и для них справедливо уравнение (1).

Разность этих размеров $A = A_1 - A_2$ можно определить как замыкающее звено технологической размерной цепи, в которую включаются все составляющие размеров A_1 и A_2 , по следующей формуле:

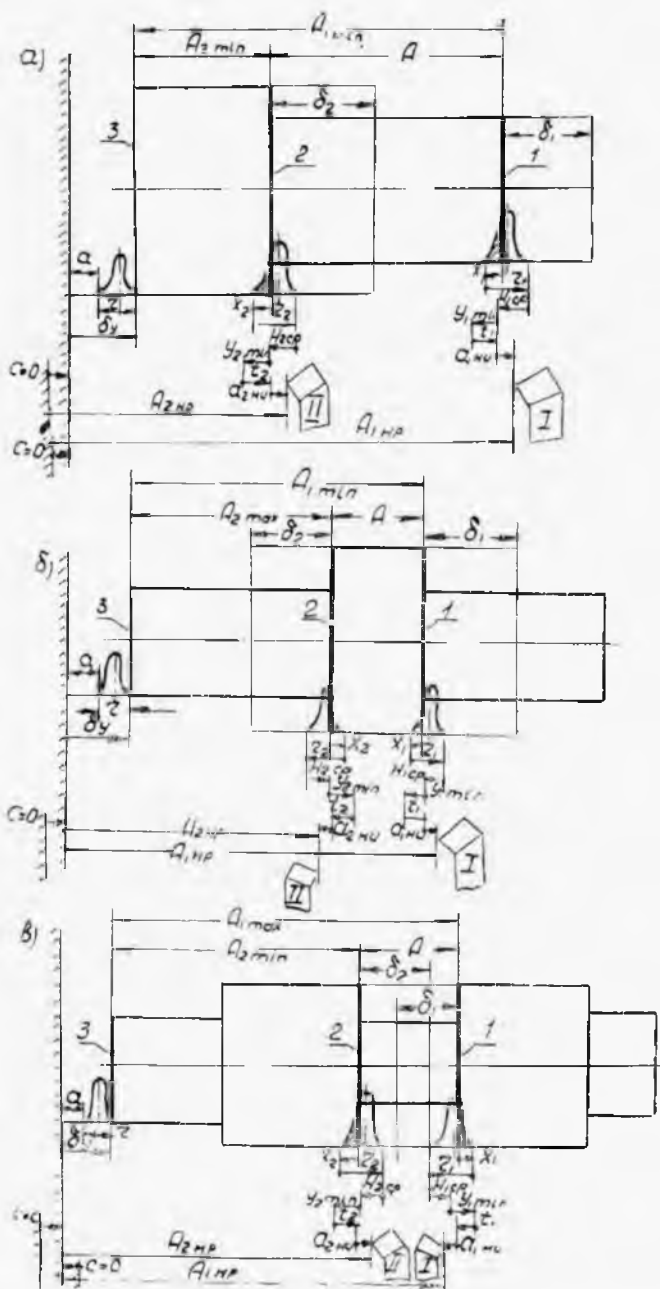
$$A = (A_1 - A_2) - (r_1 - r_2) + (H_{1cp} + H_{2cp}) + (y_{1min} - y_{2min}) - (t_1 - t_2) - (a_{н.и.} - a_{2н.и.})$$

При одновременной работе двух (или нескольких) резцов, установленных навливаемых в блок, при наличии их высокой жесткости, разностью их отжатый можно пренебречь и принять $y_{1min} = y_{2min}$, а также соответственно, считая $r_1 = r_2$; $H_{1cp} = H_{2cp}$; $t_1 = t_2$, получим уравнение (2) в виде:

$$A = (A_1 - A_2) - (a_{1н.и.} - a_{2н.и.})$$

Из формулы (3) видно, что при многоинструментальной обработке точность размера A , как взаимосвязанного размера с A_1 и A_2 без учета податливости резца, зависит только от точности настройки режущих инструментов на размер.

На основании анализа многочисленных схем многоинструментальных палладок, аналогично изложенному выше, все размеры по характеру их образования можно разделить на три группы:



Фиг. 2. Схема образования размеров при обработке поверхностей с одной установкой.

а — при одностороннем расположении инструментов; б, в — при двухстороннем расположении инструментов.

1) Зависимые размеры (A_1 ; A_2), когда точность их определяется совокупностью погрешностей метода обработки и установки;

2) Взаимосвязанные размеры (A), т. е. независимые от этих погрешностей.

3) Условно стабильные размеры, образуемые мерным инструментом (например, прорезными и фасонными резцами).

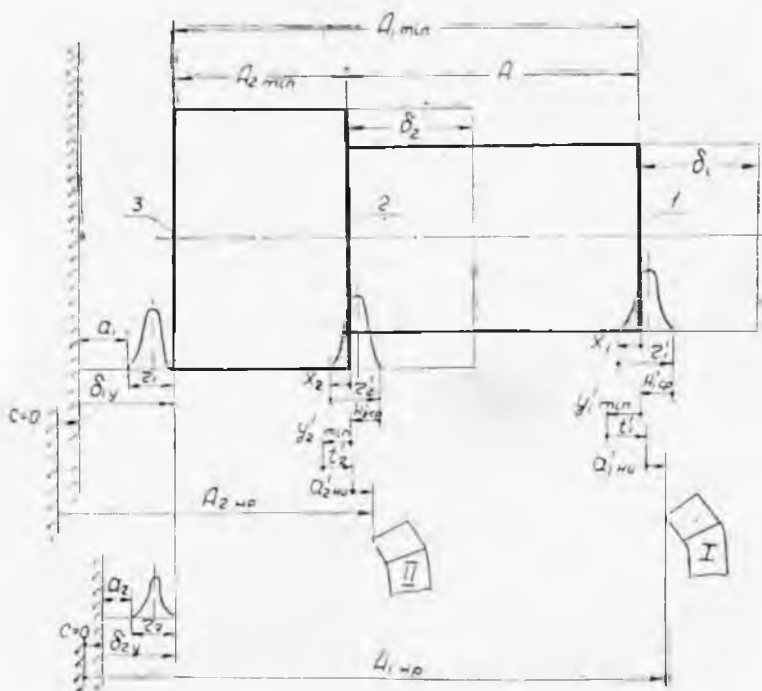
Последние в приведенных схемах не рассматривались, так как это является очевидным.

В свою очередь, размеры второй группы в реальных технологических процессах обработки деталей с точки зрения характера взаимосвязи установочных элементов станка (приспособления) установочных поверхностей детали можно свести к трем подгруппам:

1. взаимосвязанные размеры при обработке поверхностей 1, 2 образуются от поверхности 3 с одной установки;

2. взаимосвязанные размеры при обработке указанных поверхностей с двух установок от одной установочной поверхности 3 в различных операциях;

3. взаимосвязанные размеры при обработке тех же поверхно-



Фиг. 3. Схема образования размеров при обработке с двух установок от одной базовой поверхности при одностороннем расположении инструментов.

стен с двух (и больше) установок с разных установочных поверхностей 3, 4 в различных операциях.

Рассмотрим группы образования размеров применительно к трем указанным способам установки.

Как видно из фиг. 2, первая группа образования размеров (зависимые размеры) сохраняет одинаковые структурные составляющие для всех способов установок и их уравнения рассмотрены выше.

В уравнение размеров второй группы (взаимосвязанные размеры) вносятся коррективы, связанные с характером погрешности установки: она может не оказывать влияния, входить комплексным значением двух погрешностей установки и иметь в своем составе погрешность базировки. Тогда настроечные размеры второй группы будут выражены:

Для I способа установки:

$$\text{Вида 1а (фиг. 2а)} \quad A = (A_{1\min} - A_{2\min}) - (X_1 - X_2) + (r_1 - r_2) - (H_{1\text{ср}} - H_{2\text{ср}}) - (y_{1\min} - y_{2\min}) + (t_1 - t_2) + (a_{1\text{н.н.}} - a_{2\text{н.н.}}) \quad (4)$$

$$\text{Вида 1б (фиг. 2б)} \quad A = (A_{1\min} - A_{2\max}) - 2(X + r + H_{\text{ср}} + y_{\min} - t - a_{\text{н.н.}}) \quad (4')$$

$$\text{Вида 1в (фиг. 2в)} \quad A = (A_{1\max} - A_{2\min}) + 2(X - r + H_{\text{ср.}} + y_{\min} - t - a_{\text{н.н.}}) \quad (4'')$$

Для II способа установки (фиг. 3):

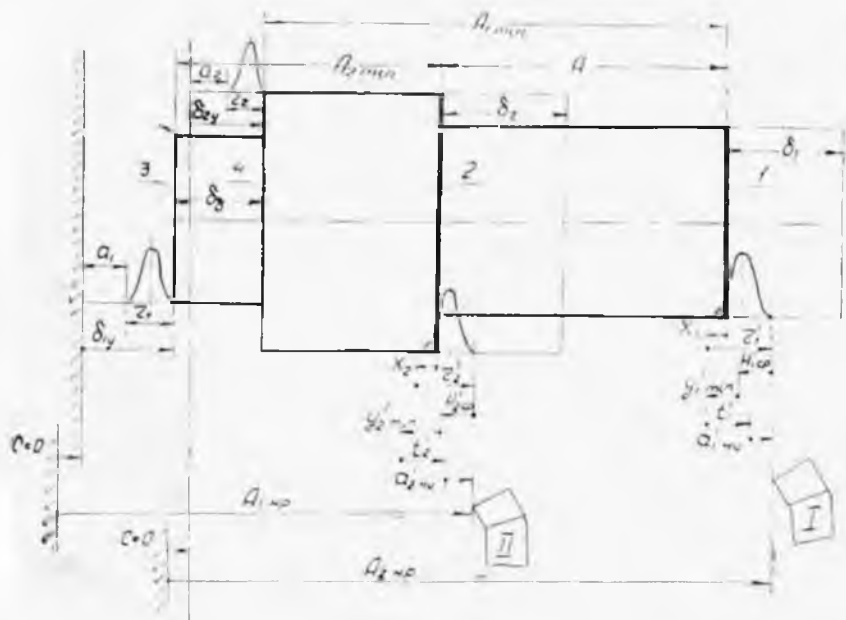
$$A = (A_{1\min} - A_{2\min}) - (X_1 - X_2) - (r_1 - r_2) - (H_{1\text{ср}} - H_{2\text{ср}}) - (y_{1\min} - y_{2\min}) + (t_1 - t_2) + (a_{1\text{н.н.}} - a_{2\text{н.н.}}) + (\delta_{2y} - \delta_{1y}) \quad (5)$$

Для III способа установки (фиг. 4):

$$A = (A_{1\min} - A_{2\min}) - (X_1 - X_2) + (r_1 - r_2) - (H_{1\text{ср}} - H_{2\text{ср}}) - (y_{1\min} - y_{2\min}) + (t_1 - t_2) + (a_{1\text{н.н.}} - a_{2\text{н.н.}}) + (\delta_{2y} - \delta_{1y}) + \delta_6 \quad (6)$$

Формулы для других видов взаимного положения обрабатываемых поверхностей и связанных с ними режущих инструментов, относящихся ко второму и третьему способам установки, не приводятся.

Из формул (4), (5), (6) видно, что настроечные размеры для взаимосвязанных размеров при различных способах установки структурно отличаются лишь составляющими погрешности установки детали, т. е. для первого способа установки $\delta_y = 0$, для второго способа δ_y имеет определенное значение и для третьего способа — к погрешности установки δ_y добавляется погрешность базировки — δ_6 , связанная с взаимным расположением установочных поверхностей детали.



Фиг. 4. Схема образования размеров при обработке с двух установок с различных базовых поверхностей при одностороннем расположении инструментов

В свою очередь, погрешность базировки δ_6 представляет собой комплексную погрешность, включающую погрешность установки и метода обработки на предшествующих операциях.

Анализируя реальные технологические процессы, можно отметить несколько видов взаимного расположения обрабатываемых поверхностей (фиг. 2, 3, 4) и связанных с ними режущих инструментов, присущих каждому способу установки и вносящих дополнительные особенности в характер суммирования составляющих погрешностей.

Рассмотрение сочетаний группы образования размеров и видов взаимного положения инструментов относительно обрабатываемой детали по вышеизложенной методике позволяет выявить структурные составляющие погрешностей реальных технологических схем обработки и для каждой из них решить задачу определения оптимального настроечного размера.

ВЫВОДЫ

1. Для всех способов обработки на токарном автоматизированном оборудовании, как отдельно взятом, так и соединенным в автоматические линии, приемлема единая технологическая схема образования размеров.

2. Все размеры детали по схеме их образования можно разделить на три группы:

а) зависимые размеры, на которые влияет комплекс всех погрешностей метода обработки и установки;

б) взаимосвязанные размеры, для которых структурные составляющие погрешностей установки являются различными, в зависимости от схемы установки;

в) условно стабильные, определяемые мерным инструментом (например, фасонными и прорезными резцами).

3. На характер суммирования структурных составляющих настроечных размеров оказывает влияние относительное расположение обрабатываемых поверхностей детали и связанных с ними режущих инструментов.

4. Сочетание групп образования размеров и видов относительного расположения обрабатываемых поверхностей и связанных с ними инструментов позволяет выяснить структурные составляющие настроечных размеров и определить их значения аналитически.
