АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СБОРКИ ПРЕЦИЗИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Л. С. Ямпольский, Ю. В. Малаховский

Севастополь

В крупносерийном и массовом производстве прецизионных соединений наибольшее распространение получила селективная сборка. При этом необходимым условием сведения к минимуму объема незавершенного производства является соблюдение равенства полей рассеяния размеров для одинаковых партий сопрягаемых деталей.

На кафедре АКМ Севастопольского приборостроительного института разработан метод управления сопряженной обработкой элементов прецизионных соединений, обеспечивающий полное совмещение кривых распределения размеров для одинаковых партий сопрягаемых деталей наиболее распространенной пары вал—втулка. Поскольку за допуск на изготовление пары принимается экономически целесообразный допуск на изготовление втулки как элемента сопряжения, процесс изготовления которого более трудоемок, за основу берется кривая распределения $f(A)$ размеров отверстия во втулке под вал. Для совмещения кривых распределения размеров для обоих элементов предусматривается возможность управления процессом смещения настройки доводочного бесцентрово-шлифовального станка при обработке валов вдоль всего допуска δ_A на изготовление отверстия с учетом величины гарантированного зазора $\delta_з$ в сопряжении (рис. 1). При этом число смещений K определяется отношением поля рассеяния δ_A размеров отверстий к половине поля рассеяния δ_B размеров валов, а количество валов S_i, обрабатываемых в каждой из групп смещения, рассчитывается по следующим зависимостям:

для первого смещения $\left(d_{A_{\min}} - \delta_з + \frac{\delta_B}{2}\right)$

$$S_1 = \frac{\delta_B}{2}(h_2 + h_1) \qquad (1)$$

$\left(\text{в этой группе смещения остается незаполненной площадь } \frac{S_2}{2}\right)$;

для второго смещения $(d_{Amin} - \delta_3 + \delta_B)$

$$S_2 = 2\left(\frac{h_3 + h_2}{2} \cdot \frac{\delta_B}{2} - \frac{S_1}{2}\right) = \frac{\delta_B}{2}(h_3 - h_1) \qquad (2)$$

$\left(\text{остается незаполненной площадь } \frac{S_3}{2}\right)$:

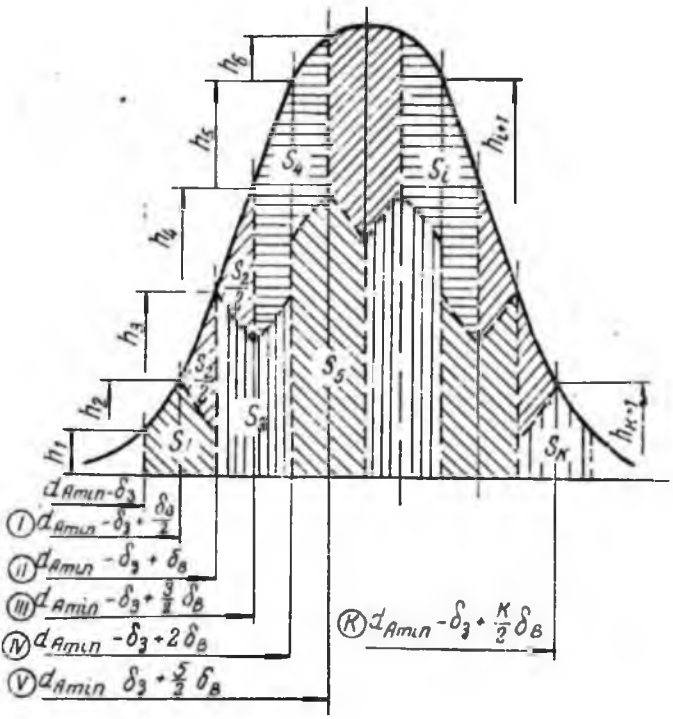

Рис. 1

для третьего смещения $\left(d_{Amin} - \delta_3 + \frac{3}{2}\delta_B\right)$

$$S_3 = 2\left(\frac{h_4 + h_3}{2} \cdot \frac{\delta_B}{2} - \frac{S_2}{2}\right) = \frac{\delta_B}{2}(h_4 + h_1) \qquad (3)$$

$\left(\text{остается незаполненной площадь } \frac{S_4}{2}\right)$:

для четвертого смещения $\left(d_{Amin} - \delta_3 + 2\delta_B\right)$

$$S_4 = 2\left(\frac{h_5 + h_4}{2} \cdot \frac{\delta_B}{2} - \frac{S_3}{2}\right) = \frac{\delta_B}{2}(h_5 - h_4) \qquad (4)$$

$\left(\text{в этой группе остается незаполненной площадь } \frac{S_5}{2}\right)$ и т. д.

Таким образом, для любой из K-групп смещения количество валов определяется площадью

$$S_k = \frac{\delta_B}{2}(h_{k+1} + h_1) \text{ для нечетного } K \text{ и}$$

$$S_k = \frac{\delta_B}{2}(h_{k+1} - h_1) \text{ для четного } K. \qquad (5)$$

С целью упрощения вычислений элементарные площади S_i принимаются за ограниченные прямолинейные трапеции. Однако описанный метод позволяет определять количество валов в каждой из групп смещения настройки доводочного бесцентрово-шлифовального станка практически при любой форме кривой, ограничивающей элементарные площади S_i (в том числе и гауссовой кривой). Степень возможных упрощений при этом обусловливается сопоставлением затрат, вызванных объемом необходимых расчетов (что в некоторых случаях может быть выполнено только с помощью сложных вычислительных устройств), а также объемом незавершенного производства, определяемым неполным совпадением кривых распределения при упрощенном расчете. Проведенный на Ногинском заводе топливной аппаратуры технико-экономический анализ показал, что для селективной сборки иглы распылителя с корпусом распылителя по диаметру 6 *мм* в узел 16-С42 совместимость кривых распределения размеров для элементов сопряжения по приведенной методике приближенного вычисления элементарных площадей (по прямолинейным трапециям) удовлетворительна и экономически оправдана.

В соответствии с зависимостями (1)—(5) алгоритм работы системы автоматического управления процессом селективной сборки (САУС) включает следующие основные этапы:

1. Настройку доводочного станка на минимальный размер вала, представляющий разность между минимальным размером отверстия $d_{A\min}$ и зазором в сопряжении $\delta_з$.

2. Настройку доводочного станка на размер первой группы смещения.

3. Определение с помощью вычислительного устройства объема партии в данном смещении.

4. Стабилизацию процесса обработки валов в пределах размера δ_B.

5. Автоматическую настройку станка на размер следующей группы смещения после обработки всех деталей первого смещения и т. д.

Весь процесс должен заканчиваться после K-го смещения,

где $$K = \frac{\delta_A}{\frac{1}{2}\delta_B} - 1.$$

Система САУС, реализующая заданный алгоритм (рис. 2), включает систему автоматического управления (САУ) процессом организованного совмещения кривых распределения размеров для сопрягаемых деталей; систему автоматической стабилизации (САС) процесса бесцентрового шлифования; многоярусное загрузочно-ориентирующее устройство (МЗУ); систему автоматического поиска (САП) элементов с удовлетворительными характеристиками сопряжения.

САУ работает в такой последовательности. С помощью генератора $Г_1$ импульсов через схемы $И_1$ и $ИЛИ_1$ на САС нажатием кнопки «Ручной ввод» подается серия импульсов, необходимых для полного сближе-

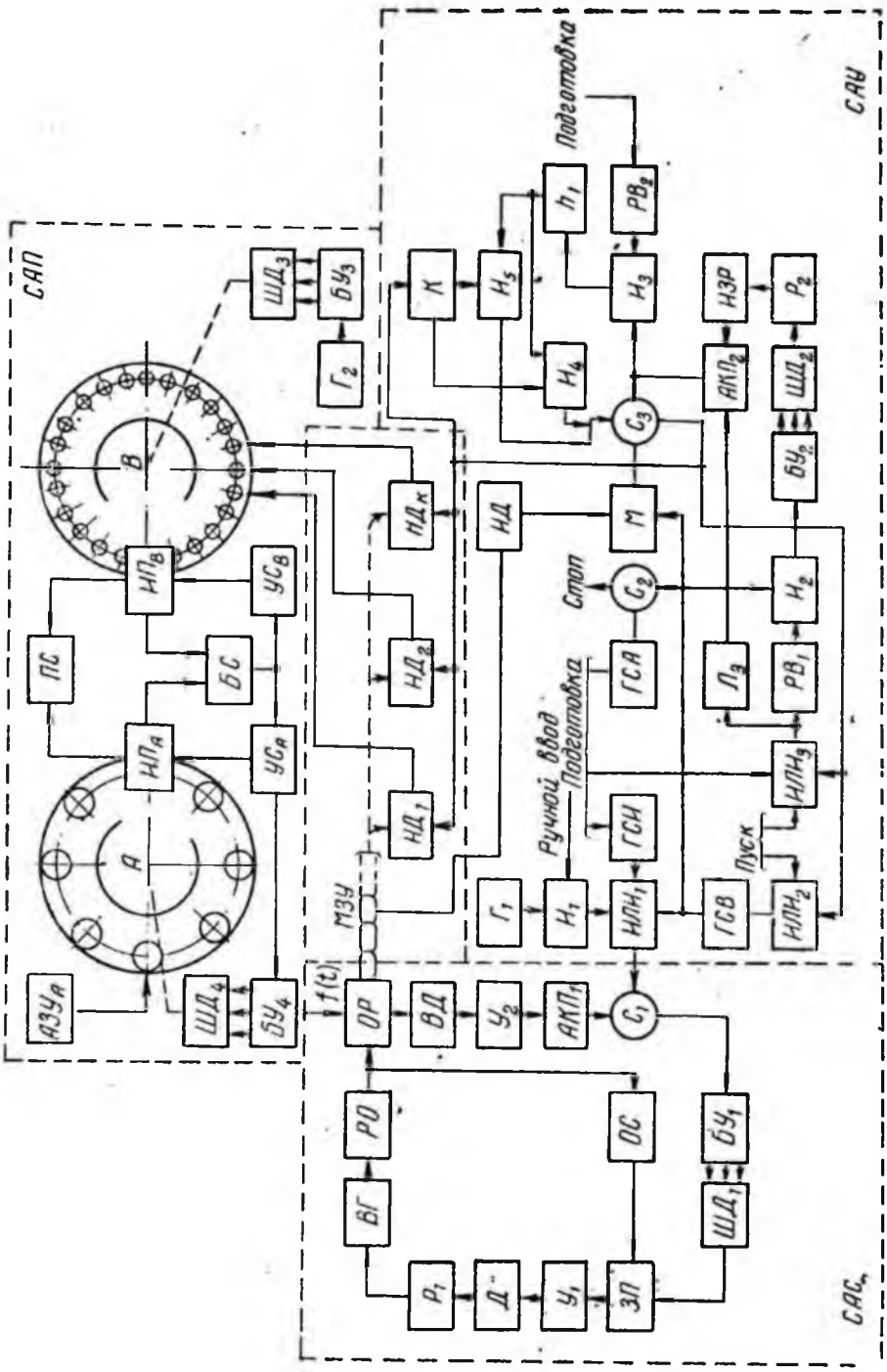
САП
САУ
САС
Подготовка
Стоп
Ручной ввод
Подготовка
Пуск
МЗУ
f(t)
А
В
ПС
БС
НП_А
НП_В
УС_А
УС_В
АЗУ_А
ШД_4
БУ_4
ШД_3
БУ_3
Г_2
НД_1
НД_2
НД_к
К
Н_5
Н_4
h_1
РВ_2
Н_3
С_3
НЗР
Р_2
АКП_2
ШД_2
БУ_2
НД
М
С_2
ГСА
Л_3
Н_2
РВ_1
НЛН_3
ГСН
Г_1
Н_1
НЛН_1
ГСВ
НЛН_2
ОР
ВД
У_2
АКП_1
С_1
РО
ОС
БУ_1
ВГ
ШД_1
Р_1
Д
У_1
ЗП

Рис. 2

ния шлифовальных кругов. Настройка станка на первую группу смещения осуществляется в два этапа. На первом с помощью декадных переключателей на генераторе серии импульсов ГСИ набирается программа, соответствующая настройке станка на размер $d_{A\min} - \delta_з$ (рис. 1). Эта программа нажатием кнопки «Подготовка» вводится в виде серии импульсов в САС (счетчик $С_1$). Одновременно на счетчик $С_2$ вводится обратным кодом набранная заранее с помощью декадных переключателей на генераторе серии импульсов ГСА программа, соответствующая значению $\delta_A - \frac{\delta_B}{2}$. Этим обеспечивается K смещений настройки бесцентрово-шлифовального станка. Наконец, импульс запуска через ячейку $ИЛИ_3$ и линию задержки ЛЗ (время задержки обусловливается переходными процессами в канале $РВ_1$—$И_2$—$БУ_2$—$ШД_2$—$Р_2$—ИЗР) поступает на аналого-кодовый преобразователь $АКП_2$. При этом осуществляется преобразование напряжения, снимаемого с имитатора закона распределения ИЗР и пропорционального ординате h_1, в серию импульсов, поступающую обратным кодом на счетчик $С_3$ и прямым кодом через ячейку $И_3$ на запоминающее устройство h_1 (реле выдержки $РВ_2$ открывает ячейку $И_3$ на время, необходимое для записи на запоминающую ячейку h_1 соответствующего числа).

На втором этапе нажатием кнопки «Пуск» через схему $ИЛИ_2$ осуществляется запуск генератора серии импульсов ГСВ, на котором с помощью декадных переключателей набрана программа, соответствующая величине $\frac{\delta_B}{2}$. Серия импульсов, пропорциональная $\frac{\delta_B}{2}$, поступает через схему $ИЛИ_1$ в САС. После отработки этой серии исполнительными органами станка последний оказывается настроенным на размер первого смещения $d_{A\min} - \delta_з + \frac{\delta_B}{2}$. Серия импульсов с ГСВ поступает одновременно прямым кодом на счетчик $С_2$, где вычитается из ранее записанной программы ГСА; на множительное устройство М, устанавливая коэффициент передачи устройства равным $\frac{1}{\frac{\delta_B}{2}}$; через схему $И_2$ прямым кодом на блок управления $БУ_2$ шаговым двигателем $ШД_2$ привода имитатора закона распределения ИЗР размеров отверстий корпуса под иглу распылителя. Передаточное отношение редуктора $Р_2$ выбирается так, что при подаче на шаговый двигатель $ШД_2$ очередной i-й серии импульсов, соответствующей величине $\frac{\delta_B}{2}$ на выходе ИЗР появляется напряжение, обусловливающее ординату h_{i+1} площади S_i на кривой закона распределения размеров (рис. 1). Пропорциональная ординате h_{i+1} серия импульсов с $АКП_2$ поступает обратным кодом на счетчик $С_3$. Таким образом, для первого смещения на $С_3$ вводится обратным кодом величина $h_2 + h_1$.

После обработки на бесцентрово-шлифовальном станке детали просчитываются индикатором наличия деталей ИД, причем на счетчик $С_3$ прямым кодом поступают импульсы не от каждой обработанной детали, а от $\frac{\delta_B}{2}$-й детали, так как множительное устройство М пропускает только $\frac{\delta_B}{2}$-й импульс. Этим обеспечивается произведение $\frac{\delta_B}{2}(h_2 + h_1)$.

В момент, когда количество импульсов, пропущенных через М на $С_3$, составит (h_2+h_1), счетчик $С_3$ переполнится и на его выходе сформируется импульс отсечки. Следовательно, станком обработана вся партия валов в настройке данного смещения, т. е. соответствующая площади S_1. Импульс отсечки осуществляет вторичный запуск генератора ГСВ через схему $ИЛИ_2$; производит запуск реле времени $РВ_1$ (через схему $ИЛИ_3$) для поддержания в открытом состоянии схемы совпадения $И_2$ на время, необходимое для ввода в канал управления ($БУ_2$—$ШД_2$—$Р_2$) имитатора закона распределения ИЗР полной серии импульсов от генератора ГСВ для считывания ординаты h_3. Он управляет заслонками накопителей деталей НД; перебрасывает ключ Кл и вводит прямым кодом через схему $И_3$ на счетчик $С_3$ величину h_1. После выполнения всех обусловленных сигналом отсечки команд станок настроен на размер $d_{A_{\min}} - \delta_3 + \delta_B$; на счетчике $С_2$ записана величина $\delta_A - \frac{3}{2}\delta_B$, на счетчике $С_2$ — величина h_3—h_1 (h_3 введена от ИЗР обратным кодом через $АКП_2$, а h_1 — прямым кодом с запоминающего устройства h_1 через ячейку $И_3$); открыта заслонка накопителя $НД_2$.

Циклы повторяются до тех пор, пока на $С_2$ не установится нуль, что будет свидетельствовать о полном совмещении кривых распределения размеров сопрягаемых деталей для всей партии. Формирующийся при этом импульс отсечки «Стоп» выключает станок и систему (за исключением МЗУ и САП).

Из многоярусного бункерного загрузочно-ориентирующего устройства МЗУ, включающего накопители деталей НД, иглы поступают на диск В системы автоматического поиска САП в последовательности $НД_1$—$НД_2$—...—$НД_k$—$НД_1$—...каждой из K групп смещения.

Поиск пары с заданными характеристиками сопряжения осуществляется системой САП, для чего на измерительных позициях $ИП_В$ и $ИП_А$ с помощью пневматических контролирующих устройств измеряются необходимые параметры сопрягаемых элементов: отверстия в корпусе распылителя под иглу (диск А) и иглы распылителя (диск В). Если на позициях $ИП_В$ и $ИП_А$ находится пара, не обеспечивающая требуемых характеристик сопряжения, приводом генератор импульсов $Г_3$ — блок управления $БУ_3$ — шаговый двигатель $ШД_3$ осуществляется поворот диска В на угол, необходимый для подачи следующей иглы на измерительную позицию $ИП_В$. Поочередное заполнение позиций диска В деталями соответствующих групп смещения позволяет уменьшить время поиска пары в K раз.

При поступлении на измерительную позицию $ИП_В$ детали, образующей с находящейся на позиции $ИП_А$ пару с удовлетворительными характеристиками сопряжения, в блоке сравнения БС формируется импульс, управляющий устройствами сброса $УС_В$ и $УС_А$ деталей с измерительных позиций для подачи их на позицию сборки ПС. Кроме того, импульс с БС воздействует на блок управления $БУ_4$ шагового двигателя $ШД_4$ привода диска А. В результате на измерительную позицию $ИП_А$ поступает новая деталь. Заполнение ячеек диска А осуществляется автоматическим загрузочным устройством $АЗУ_А$.

Система автоматической стабилизации САС процесса бесцентрового шлифования включает цепь управления (блок управления $БУ_1$, шаговый двигатель $ШД_1$ и индуктивный задатчик перемещений ЗП); цепь сервопривода (усилитель $У_1$ — исполнительный двигатель Д — редуктор $Р_1$ — передача винт — гайка ВГ — рабочие органы РО станка); цепь контроля (виброиндуктивный датчик ВД — усилитель $У_2$ — аналого-

кодовый преобразователь $АКП_1$); объект регулирования ОР и реверсивный счетчик $С_1$. Принцип действия САС подробно описан в работе [1]. Особенностью системы является своеобразное включение индуктивного задатчика ЗП [2], совмещающее задание величины перемещения рабочих органов ОР станка с одновременным контролем их положения (обратная связь ОС).

Система легко переналаживается и набирается из серийно выпускаемых промышленностью блоков и элементов. Структура САУ позволяет задавать программу в десятичном коде, что облегчает обслуживание системы.

Предусмотрен ряд мер, обеспечивающих необходимую надежность работы системы, в частности контроль цепи числового управления, а также дополнительный контроль за исполнением рабочими органами станка команд, заданных программой и обусловленных коррекцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. С. Ямпольский. К вопросу точности отработки рабочими органами станков задающего и возмущающего воздействия. «Станки и инструмент», 1969, № 5.

2. Л. С. Ямпольский и др. К выбору преобразователя обратной связи по положению рабочих органов автоматизированных станков. «Механизация и автоматизация производства», 1968, № 7.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К АНАЛИЗУ И ПОСТРОЕНИЮ ПОДСИСТЕМЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ АСУП

Э. А. Дедиков, В. И. Скибицкая

Харьков

Применение экономико-математических методов и ЭВМ в технико-экономическом планировании позволит освободить большую часть управленческого персонала, занятого многообразными и трудоемкими расчетами, значительно улучшить качество планирования и учета, повысить их до уровня требований, предъявляемых в условиях автоматизированного производства, осуществить переход к многовариантным расчетам с тем, чтобы выбрать самый экономичный и оптимальный вариант.

Процесс проектирования автоматизированной системы управления предприятием предполагает выделение частей системы, отличающихся друг от друга принадлежностью выполняемых функций той или иной сфере деятельности предприятия. Декомпозиция всей системы на автономные (в некотором смысле) подсистемы с последующей разработкой мер по автоматизации каждой из них и их взаимоувязка, безусловно, существенно облегчают анализ и проектирование АСУ.

Процесс декомпозиции можно продолжить, применяя его к самой подсистеме, и так до некоторого уровня, определяемого набором операций, которые в условиях поставленных задач не нуждаются в дальнейшем дроблении.

В настоящее время не существует единого мнения о том, что выбирать в качестве подсистемы. Так как известен ряд предприятий с определенными традициями и организационной структурой служб, отработанной в течение многих лет действующими взаимоотношениями, в основу выделения исходных подсистем можно положить существующий на предприятиях порядок разделения функциональных служб. В процессе анализа деятельности подсистемы могут быть найдены методы, позво-