

УДК 621.9

ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ В СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Ерохин В.В.

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского (Брянск, Россия)

В статье проведены исследования процесса формирования макроотклонений обрабатываемой поверхности заготовки с учетом конструкторско-технологических параметров станочных приспособлений. Показано, что обрабатываемые поверхности заготовки, параллельные опорным поверхностям, образующим установочную или двойную направляющую базу, имеют наименьшие значения погрешностей формы и расположения. Погрешность теоретических результатов, приведенных в статье, относительно экспериментальных значений погрешностей формы составляет 12...20 %. Представлена методика проектирования автоматизированной системы исследования влияния конструктивных параметров станочных приспособлений на точность обработки заготовки с целью накопления и обработки информации конструкторско-технологического назначения.

Ключевые слова: качество обработки, станочные приспособления, токарная обработка, технологическое оборудование.

DOI: 10.22281/2413-9920-2018-04-02-130-137

Одним из основных показателей качества изделия является точность выполнения размеров, определяющих его конфигурацию. Обеспечение точности обработки является одной из актуальных проблем машиностроения. Однако из анализа технологической системы станка установлено, что при проектном прогнозировании возможности обеспечения заданной точности обработки на долю станочного приспособления отводится одна треть заданного поля допуска. Либо можно смоделировать процесс формирования макроотклонений обрабатываемой поверхности заготовки [1, 3].

Для описания реального процесса формирования макроотклонений обрабатываемой поверхности заготовки, как и для анализа размерной точности обрабатываемой заготовки, примем следующие условие обеспечения заданного параметра макроотклонения:

$$ETH > ET_{пр.нт} + ET_{пр.д} + \omega_{ср.э.ф},$$

где ETH – допуск на параметр макроотклонения, мм; $ET_{пр.нт}$, $ET_{пр.д}$ – составляющие погрешности формы обрабатываемой поверхности (H) заготовки, обусловленные соответственно неточностью изготовления приспособления и его деформациями, в направлении измерения погрешности формы, мм; $\omega_{ср.э.ф}$ – средняя экономическая точность формирования резанием макроотклонений поверхности заготовки, учитывающая состояния (точность, динамическую жест-

кость) станка, инструмента и заготовки, мм ($\omega_{ср.э.ф}$ являются заданными параметрами).

Параметрами неточности изготовления приспособления $ET_{пр.нт}$, влияющими на отклонения формы и расположения базированной заготовки, являются приведенная линейная точность расположения шести опорных точек заготовки или установочных опор. Под приведенной линейной точностью здесь понимается точность либо обработки базисующих поверхностей установочных опор за один проход, либо сборки приспособления, относящегося к системам УСП (универсально-сборные приспособления), СРП (сборно-разборные приспособления) и УСПО (универсально-сборная переналаживаемая оснастка) [2].

Отклонение от расположения (параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности) обрабатываемой поверхности заготовки определяется по формулам

$$ET_{пр.нт.x} = \{u_i\}_{\max};$$

$$ET_{пр.нт.y} = \{v_i\}_{\max};$$

$$ET_{пр.нт.z} = \{w_i\}_{\max},$$

где $ET_{пр.нт.x}$, $ET_{пр.нт.y}$, $ET_{пр.нт.z}$ – отклонения формы обрабатываемой заготовки вследствие неточности изготовления приспособления или его деталей в направлениях x , y , z соответственно, мм; $\{u_i\}_{\max}$, $\{v_i\}_{\max}$, $\{w_i\}_{\max}$ – вектор-столбцы максимальных значений перемещений точек обрабатываемой поверхности в направлениях x , y , z соответственно.

Перемещения точки обрабатываемой поверхности выразятся так:

$$\begin{aligned} u_i &= \xi - \varphi y_i + \psi z_i; \\ v_i &= \eta + \varphi x_i - \theta z_i; \\ w_i &= \zeta - \psi x_i + \theta y_i, \end{aligned}$$

где ξ, η, ζ – перемещения неподвижной координатной системы $Oxyz$ вдоль осей x, y и z соответственно вследствие погрешности изготовления приспособления и его деталей, мм; θ, ψ, φ – угловые перемещения координатной системы $Oxyz$ вокруг осей x, y и z соответственно вследствие погрешности изготовления приспособления и его деталей, рад; (x_i, y_i, z_i) – заданные координаты i -й точки, принадлежащей базированной заготовке, в системе координат $Oxyz$, мм.

Перемещения $\xi, \eta, \zeta, \theta, \psi, \varphi$ определяются из системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} c_{11}\xi + c_{15}\psi + c_{16}\varphi = 0; \\ c_{22}\eta + c_{24}\theta + c_{26}\varphi = 1; \\ c_{33}\zeta + c_{34}\theta + c_{35}\psi = 1; \\ c_{42}\eta + c_{43}\zeta + c_{44}\theta + c_{45}\psi + c_{46}\varphi = \\ = z_6 + y_1 - y_2 - y_3; \\ c_{51}\xi + c_{53}\zeta + c_{54}\theta + c_{55}\psi + c_{56}\varphi = \\ = z_4 - z_5 + x_1 - x_2 - x_3; \\ c_{61}\xi + c_{62}\eta + c_{64}\theta + c_{65}\psi + c_{66}\varphi = \\ = y_4 - y_5 - x_6, \end{cases}$$

где

$$\begin{aligned} c_{11} &= 2K; \\ c_{22} &= K; \\ c_{33} &= 3K; \\ c_{15} &= c_{51} = K(z_4 + z_5); \\ c_{16} &= c_{61} = -K(y_4 + y_5); \\ c_{24} &= c_{42} = -Kz_6; \\ c_{26} &= c_{62} = Kx_6; \\ c_{34} &= c_{43} = K(y_1 + y_2 + y_3); \\ c_{35} &= c_{53} = -K(x_1 + x_2 + x_3); \\ c_{44} &= K(z_6^2 + y_1^2 + y_2^2 + y_3^2); \\ c_{45} &= c_{54} = -K(x_1y_1 + x_2y_2 + x_3y_3); \\ c_{46} &= c_{64} = -Kz_6x_6; \\ c_{55} &= K(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + z_4^2 + z_5^2); \\ c_{56} &= c_{65} = -K(y_4z_4 + y_5z_5); \\ c_{66} &= K(y_4^2 + y_5^2 + x_6^2); \\ K &= (0,5ITH)^{-1}; \end{aligned}$$

ITH – допуск на расположение в продольном направлении установочных опор, мм; x, y, z – координаты базирующих поверхностей установочных опор приспособления, вырожденных виде шести точек, мм.

В связи с тем, что решение вышеприведенной системы линейных уравнений относительно неизвестных $\xi, \eta, \zeta, \theta, \psi, \varphi$ является достаточно громоздким, решать данную

систему необходимо с помощью программного обеспечения, имеющего в своем составе математический процессор с функциями решения систем линейных уравнений. Целесообразно использовать математические процессоры на базе математических ядер Maple или Mathematica.

Проведем расчет отклонений формы обрабатываемой поверхности заготовки, установленной на установочную, направляющую и опорную базы, в трех направлениях (x, y, z) при заданных значениях линейного допуска на изготовление в продольном направлении установочных опор и их координатного расположения. Например,

допуск – $ITH = 10$ мкм;

координаты точки обработки – $x_{i.1} = 10$ мм;

$y_{i.1} = 10$ мм;

$z_{i.1} = 10$ мм;

координаты трех точек, образующих установочную базу, – $x_1 = 2$ мм, $x_2 = 16$ мм, $x_3 = 2$ мм, $y_1 = 2$ мм, $y_2 = 8$ мм, $y_3 = 16$ мм, $z_1 = 0$ мм, $z_2 = 0$ мм, $z_3 = 0$ мм;

координаты двух точек, образующих направляющую базу, – $x_4 = 0$ мм, $x_5 = 0$ мм, $y_4 = 6$ мм, $y_5 = 2$ мм, $z_4 = 13$ мм, $z_5 = 3$ мм;

координаты точки, образующей опорную базу, – $x_6 = 5$ мм, $y_6 = 0$ мм, $z_6 = 4$ мм,

определяют следующие погрешности формы (перемещения точек $x_{i.1}, y_{i.1}, z_{i.1}$ обрабатываемой поверхности заготовки):

$$u_{i.1} = 28,6 \text{ мкм};$$

$$v_{i.1} = -12,99 \text{ мкм};$$

$$w_{i.1} = 1,76 \text{ мкм}.$$

Анализируя результаты формул по определению перемещений u_i, v_i, w_i точек обрабатываемых поверхностей заготовок, устанавливаемых на установочную, направляющую и опорную базы, можно заключить, что:

$$u_i = v_i = 1,5 \dots 24 w_i;$$

$$ET_{np.um.y} = (1,5 \dots 24) ET_{np.um.z};$$

$$ET_{np.um.y} \approx |ET_{np.um.x}|.$$

Если проанализировать эти результаты при установке заготовки на двойную направляющую, опорную и опорную базы, тогда получится результат аналогично схеме базирования по установочной, направляющей и опорной базам.

Вывод: обрабатываемые поверхности заготовки, параллельные опорным поверхностям, образующим установочную или двойную направляющую базу, имеют наимень-

шие значения погрешностей формы и расположения.

Погрешность $ET_{np.d}$ для установочных опор с плоскими установочными поверхностями определяется по формуле:

$$ET_{np.d} = L \frac{\Delta y}{l_1},$$

где L – длина обрабатываемой поверхности заготовки, мм; Δy – поле рассеивания деформации приспособления в направлении исследуемой величины макроотклонения формы, мм; l_1 – минимальное расстояние между установочными опорами приспособления для установочной или направляющей технологической базы, мм.

Поле рассеивания деформации приспособления Δy определяется зависимостью

$$\Delta y = (\Delta_{\omega} + \Delta_N - \Delta_N \Delta_{\omega}) \left[\frac{Nl}{A_n E_{np}} + \sum_i \pi \left(\frac{2\pi N R a_i W z_i H_{max,i}}{A_{n,i} H V_i} \right)^{\frac{1}{3}} \left(1 + \frac{2\pi(1 - \mu_i^2) H V_i S m_i}{E_i R a_i} \right) \right],$$

где Δ_N – колебание силы давления заготовки на установочные опоры, которое зависит от схем базирования и закрепления заготовки, а также от применяемого типа привода зажима приспособления; Δ_{ω} – колебание податливости приспособления в направлении его установочных элементов; l – приведенная длина приспособления к стержневой конструкции в направлении его установочных элементов, мм; A_n – номинальная площадь контакта заготовки с установочными опорами, мм²; E_{np} , E_i , $E_{эл}$ – модули упругости первого рода приспособления, i -го элемента приспособления, установочных элементов приспособления соответственно, Н/мм²; Ra , Sm , R_{max} , Wz , H_{max} – геометрические параметры поверхности элементов приспособления: среднее арифметическое отклонение профиля, средний шаг неровностей профиля, наибольшая высота неровностей профиля, высота волнистости по пяти точкам, макроотклонения формы соответственно, мм; i – число контактов элементов приспособления, включая контакт с заготовкой, в направлении исследуемой величины Δy при незамкнутом силовом поле от действия силы N ; N – общая сила реакции опор установочных элементов или

сила зажима заготовки в направлении исследуемой величины Δy , Н; HV – микротвердость по шкале Виккерса; μ – коэффициент Пуассона.

Модуль упругости приспособления определяется по формуле

$$\frac{1}{E_{np}} = \frac{1}{l} \sum_i \frac{l_i}{E_i}.$$

При создании конструкций технологической оснастки должна быть решена динамическая задача формирования геометрических параметров качества обрабатываемой поверхности, а также ее геометрической точности. Для решения этой задачи используется основное уравнение колебаний (движения) системы:

$$\bar{A}\ddot{\mathbf{q}} + \bar{B}\dot{\mathbf{q}} + \bar{C}\mathbf{q} = \bar{\mathbf{Q}}(t), \quad (1)$$

где \bar{A} – матрица коэффициентов сил инерции; \mathbf{q} – вектор-столбец, характеризующий перемещение; \bar{B} – матрица коэффициентов сил сопротивления; \bar{C} – матрица коэффициентов жесткости; $\bar{\mathbf{Q}}$ – вектор-столбец, характеризующий действие внешних сил.

В уравнение (1) подставляются все внешние силы, параметры жесткости технологической системы, масса и моменты инерции обрабатываемой заготовки. Используя метод гарантируемого результата (теория системного подхода) и задаваясь устойчивым процессом обработки (нерезонансный режим), коэффициенты сил сопротивления можно не учитывать. Далее определяются параметры вектора-столбца, характеризующего перемещение (колебания) заготовки или приспособления. После чего эти колебания приводятся к соответствующим параметрам качества обрабатываемой поверхности (шероховатость, волнистость, отклонение от круглости, радиальное и осевое биения и т.д.), величины которых сравниваются с заданными. Если не обеспечиваются требуемые параметры качества и геометрической точности обрабатываемой поверхности заготовки, тогда необходимо повторить решение уравнение (1), но уже с другими входными параметрами. Это потребует значительных временных затрат, однако в реальных условиях обработки входные параметры уравнения (1) оказываются нелинейными. Вследствие этого (в большинстве слу-

чаях) данное уравнение колебаний технологической системы не может иметь решения.

Решение технологической задачи, основанной на способе проектирования оснастки, где на основе выходных параметров обработки находятся оптимальные значения входных параметров, опирается на ранее проведенные экспериментальные результаты по определению законов колебаний технологической системы. В этом случае при оценке адекватности экспериментальных данных к различным технологическим системам необходимо задаваться определенными типологически подобными конструктивными решениями используемых станочных приспособлений (основными схемами базирования и закрепления) и методами обработки. При получении исходных колебаний технологической системы необходимо провести их анализ. Как показывают экспериментальные данные для черновой обработки, необходимо провести:

1) статистическое сглаживание данных с помощью методов скользящей медианы, распределения Гаусса, наименьших квадратов по правилу k -ближайших и с адаптивным выбором k Гаусса;

2) проведение спектрального анализа (разложение выходных сигналов в ряд Фурье).

При получистовых и чистовых операциях статистическое сглаживание данных проводить не рекомендуется из-за малого зашумления выходных параметров. После проведения спектрального анализа необходимо составить уравнение колебания технологической системы от переменной времени (параметр перемещения q в формуле (1)). В этом случае выделяются частотные и амплитудные характеристики колебательного процесса, влияющие на определенные выходные параметры системы (геометрическую точность, волнистость, параметры шероховатости обработанной поверхности). При подстановке эмпирического уравнения колебания технологической системы в уравнение (1) вычисляются оптимальные значения параметров жесткости технологической системы, расположения технологической оснастки и (если это необходимо) режимов резания для соответствующих ограничений.

Реализация конструирования технологической оснастки должна базироваться на следующих ограничениях.

1. Соблюдение основных правил базирования и закрепления заготовки.

2. Не должны реализовываться следующие соотношения частот, приводящие к нелинейным резонансам и потере качества:

$$\begin{aligned} \lambda_i &\neq (0,7 \dots 1,3)0,5\omega; \\ \lambda_i &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_i &\neq (0,7 \dots 1,3)2\omega; \\ \lambda_i &\neq (0,7 \dots 1,3)3\omega; \\ \lambda_i + \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_i + \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)2\omega; \\ \lambda_i + 2\lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_i - \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_i - \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)2\omega; \\ 2\lambda_i - \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_i - 2\lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_r + \lambda_i + \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_r - \lambda_i - \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_r - \lambda_i + \lambda_k &\neq (0,7 \dots 1,3)\omega; \\ \lambda_i &\neq \lambda_k; \\ \lambda_i &\neq 2\lambda_k; \\ \lambda_i &\neq 3\lambda_k; \\ \lambda_i + \lambda_k &\neq 2\lambda_r; \\ \lambda_i - \lambda_k &\neq 2\lambda_r; \\ \lambda_i + \lambda_k &\neq \lambda_r; \\ 3\lambda_i &\neq \omega, \end{aligned}$$

где λ – частоты собственных колебаний по линейным и угловым координатам; ω – частота вынужденных колебаний; $i, k, r = 1, 2, 3, 4, 5; i \neq k \neq r$.

Погрешность теоретических результатов, посчитанных по приведенным формулам, относительно экспериментальных значений погрешностей формы составляет 12...20%.

В связи с тем, что предприятие для изготовления изделий проектирует и изготавливает станочные приспособления, тогда, очевидно, погрешность обработки, связанная с системой приспособления, является управляемой. Одной из основных характеристик технической подготовки производства является время проектирования технологической оснастки (станочных приспособлений). Снижение времени на проектирование технологической оснастки связано с автоматизацией проектирования, где возможно получение не только чертежей конструкции, но и ее твердотельной модели, а также отработка

на технологичность изготовления, эксплуатации и ремонта приспособления. Однако для усовершенствования процесса конструирования приспособлений необходимо накопление информации о влиянии конструктивных параметров приспособлений на точность обработки заготовки.

Для накопления и обработки этой информации создаётся автоматизированная система исследования влияния конструктивных параметров на точность обработки. Основными задачами, которой являются:

1. Проектирование станочных приспособлений для обработки всех типов деталей (заготовок) с обеспечением заданной точности обработки.

2. Автоматизация мониторинга точности обработки деталей на металлорежущих станках.

3. Автоматизация твердотельного конструирования станочных приспособлений.

Для достижения этих целей необходимо выполнить комплекс научных, организационных и образовательных мероприятий по двум направлениям:

1. Создание автоматизированной системы по мониторингу динамики процессов, происходящих в технологической системе при формообразовании заготовки. Формирование исследовательской системы по прогнозированию точности обработки заготовок на основе теоретическо-экспериментальной математическо-физической модели формообразования поверхности заготовок при их механической обработке резанием. Проектирование технической системы исследования динамических характеристик металлорежущих станков и технологической оснастки в процессе механической обработки заготовки.

2. Создание автоматизированной системы расчетов станочных приспособлений на точность их проектирования и изготовления.

В результате проведения научных работ должны быть получены:

- теоретические формулы по прогнозированию процесса колебания технологической системы для металлорежущих станков, влияющего на формообразование обрабатываемой поверхности заготовки при применении станочных приспособлений различной конструкции, а также с использованием различной технологической оснастки;

- техническая система мониторинга точности механической обработки резанием заготовок;

- автоматизированная система как расчетов точности установки заготовки в станочное приспособление, так проектирования технологической оснастки.

Общую задачу автоматизированного проектирования необходимо разбить на множество отдельных, иерархически связанных локальных задач оптимизации, таких как:

- расчет погрешности базирования;
- расчет необходимой силы закрепления;
- поиск конструкции и размеров установочных элементов;
- расчет погрешности закрепления и размерного износа установочных элементов;
- поиск оптимального метода упрочнения и др.

В связи с этим математическая модель процесса проектирования станочного приспособления представляется в виде комплексной дискретной модели или системы моделей, являющихся иерархически связанными программами расчетов на ЭВМ схемы установки и ее конструктивных элементов. При переходе от одной локальной задачи к другой осуществляется последовательная оптимизация станочного приспособления в целом.

Схема установки заготовки в станочное приспособление \overline{CV} представляется в виде математической модели

$$\overline{CV} = (\overline{E}_{y_i}, \overline{V\mathcal{E}}_i, \overline{M\Pi}, \overline{P_{ст}}, \overline{P_{вв}}),$$

где \overline{E}_{y_i} – погрешность установки заготовки в приспособлении для i -го технологического размера; $\overline{M\Pi}$ – межремонтный период рассматриваемой схемы установки; $\overline{P_{ст}}$ и $\overline{P_{вв}}$ – ранги стоимости конструктивной реализации схемы установки и вспомогательного времени; $\overline{V\mathcal{E}}_i$ – установочный элемент для i -й технологической базы ($i = 1, 2, 3$).

который можно представить следующей моделью:

Установочный элемент для i -й технологической базы

$$\overline{V\mathcal{E}} = (\overline{K}_{V\mathcal{E}}, \overline{U}_{V\mathcal{E}}, \overline{T}_{V\mathcal{E}})$$

где $\overline{K}_{V\mathcal{E}}$ – конструкция установочного элемента по стандарту на неразборные специ-

альные приспособления; $\bar{v}_{УЭ}$ – вектор геометрических параметров УЭ, определяющих его фактическую площадь контакта с заготовкой; $\bar{T}_{УЭ}$ – твердость установочного элемента, определяющая вид упрочняющей обработки.

При этом все параметры схемы установки должны обеспечивать экстремумы критериев:

$$Q_i(\bar{E}y_i, \bar{VЭ}_i, \bar{МП}) \rightarrow \text{extr} (\text{min или max}), i = 1, 2, \dots, m;$$

при выполнении ограничений:

$$[G_B] \leq G_j(\bar{E}y_i, \bar{VЭ}_i, \bar{МП}) \leq [G_H], j=1, 2, \dots, k;$$

и при условии принадлежности искомым параметров заданным ограничительным множеством:

$$\bar{VЭ}_i \in \{\bar{VЭ}_i\},$$

где $[G_B]$, $[G_H]$ – соответственно верхняя и нижняя границы ограничений; $\{\bar{VЭ}_i\}$ – заданные допустимые множества значений параметров; $i = 1, 2, \dots, k$ количество возможных схем установки.

В дальнейшем эта модель рассматривается в виде «черного ящика» (рис. 1, блок 1), на вход которого подаются варьируемые па-

раметры, а на выходе наблюдаются характеристики оптимизируемого объекта.

Все вычисления при таком подходе выполняются на ЭВМ автоматически. Это осуществляется путем специальной организации взаимодействия двух программ в составе приведенной на рис. 1 процедурной модели задачи автоматизации поиска и принятия оптимальных решений. Такая автоматическая система строится таким образом, чтобы у конструктора имелась возможность на основных этапах приостановить поиск и повлиять на его дальнейшее проведение.

В первом блоке, по введенным конструктором исходным данным (технологические размеры; данные о серийности производства и технологическом оборудовании и др.) и нормативным документам, хранящимся в базе данных системы, осуществляется поиск оптимальных параметров станочного приспособления.

Во втором блоке по полученным параметрам формируется компьютерная модель, и определяются характеристики станочного приспособления. На основе анализа полученных характеристик делается заключение о рациональности выбранной конструкции станочного приспособления [2].

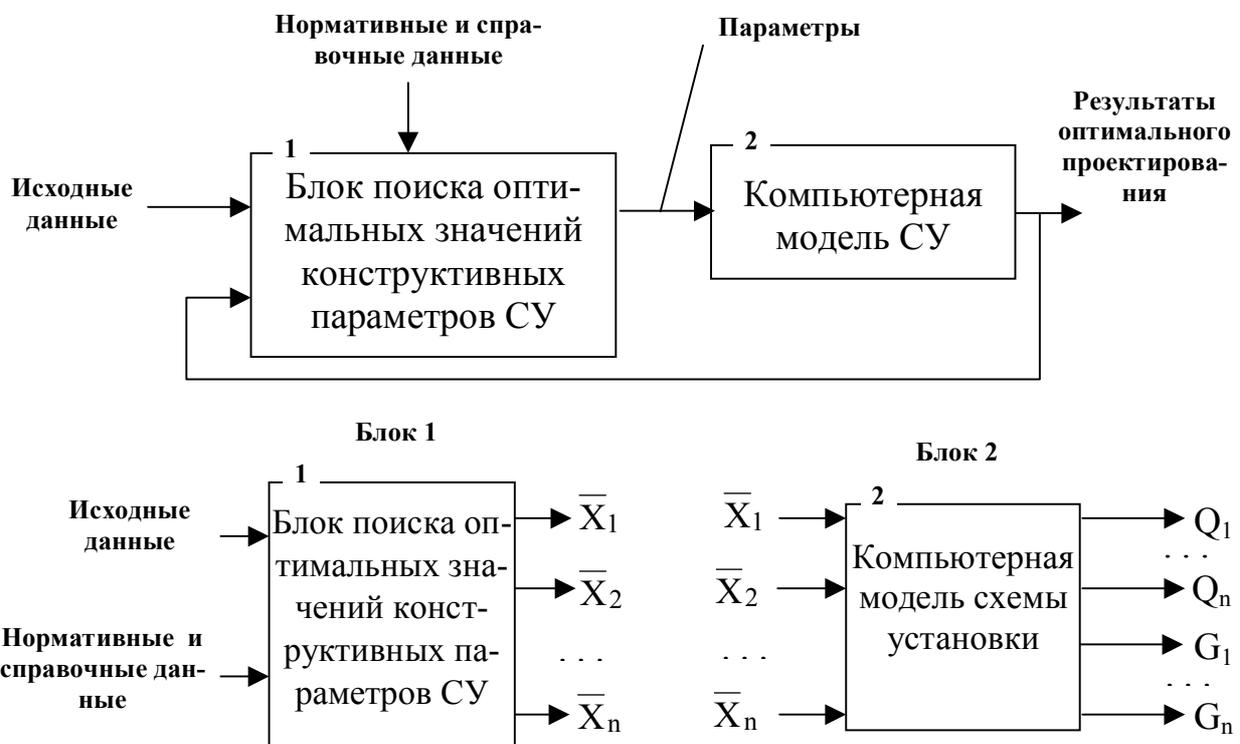


Рис. 1. Процедурная модель задачи

Применение САД-технологий в машиностроении позволяет сократить время на разработку (без потери качества) конструкторской документации проектируемой технологической оснастки, провести целый ряд конструкторских и технологических расчетов: оптимальной конструкции изделия на основе ограничений по механическим, термическим и химическим свойствам рассматриваемой системы изготовления и эксплуатации изделия; обеспечения заданных требований к качеству изготавливаемого изделия через эксплуатационные и конструктивные характеристики проектируемой оснастки. Также могут быть решены широкие производственные и научные задачи в создании прогрессивной технологической оснастки на основе разработки дополнительных специализированных инженерных приложений к открытым САД-системам, таких как, по решению задач построения оптимальной конфигурации изделия и процессов сборки, обеспечения заданного качества проектируемого объекта и т.д. Применение твердотельного моделирования позволит по модели детали спроектировать необходимые станочные приспособления, получить управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ проектируемых изделий, автоматически сформировать чертежи оснастки, спецификации и ведомости покупных вспомогательных деталей.

Проектирование твердых моделей УСП позволяет уменьшить цикл оснащения производства этими приспособления в 1,5...4 раза. Так проектирование многоместных станочных приспособлений на базе УСП с разработкой необходимой конструкторской документации при использовании САД-

технологий (SolidWorks) уменьшило время проектных конструкторско-технологических работ более чем в два раза. Также сокращаются трудовые и материальные затраты на единицу изготавливаемой продукции. Генерирование централизованной базы данных по всей номенклатуре УСП, а также СРП в твердотельных геометрических моделях позволяет значительно упростить проектирование и сборку станочных приспособлений [4].

Список литературы

1. Ильицкий, В.Б. Поводковая технологическая оснастка / В.Б. Ильицкий, Ю.А. Малахов, В.В. Ерохин. – Брянск: БГТУ, 1999. – 184 с.
2. Ерохин, В.В. Обеспечение качества станочных приспособлений. Дис. ... докт. техн. наук. – Брянск, 2007. – 412 с.
3. Ерохин, В.В. Основные аспекты проектирования станочных приспособлений // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. - №1. – С. 11-17.
4. Ильицкий, В.Б. Проектирование технологической оснастки / В.Б. Ильицкий, В.В. Ерохин. – Брянск: БГТУ, 2006. – 123 с.

Сведения об авторе

Ерохин Виктор Викторович - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматизированные информационные системы и технологии» ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», erohinvv@mail.ru.

DRIVER MACHINE-TOOL ADAPTATIONS IN THE CONDITIONS OF AUTOMATED PRODUCTION

Erokhin V.V.

Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University (Bryansk, Russian Federation)

The article studies the actual process of formation of macro deviations of the machined surface of the billet taking into account the design and technological parameters of machine tools. It is shown that the work surfaces of the workpiece parallel to the support surfaces that form the installation or double guiding base have the lowest values of the shape and location errors. The error in the theoretical results given in the article, relative to the experimental values of the shape errors, is 12 ... 20%. The technique for designing an automated system for investigating the effect of structural parameters of machine tools on the accuracy of workpiece machining for the purpose of accumulating and processing information for design and technological purposes is presented.

Keywords: *machining quality, machine retaining device, turning, process equipment.*

DOI: 10.22281/2413-9920-2018-04-02-130-137

References

1. Ilitskiy V.B., Malakhov Yu.A., Erokhin V.V. *Machine-tool adaptations*. Bryansk, BSTU, 1999. – 184 p. (In Russian)
2. Erokhin V.V. Ensuring the quality machine tool adaptations. Doct. Diss. (Engineering). Bryansk, 2007. 412 p. (In Russian)
3. Erokhin V.V. Basic aspects design of machine-tool adaptations. *Nauchno-tekhnicheskiy*

vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2016, No.1, pp. 11-17. (In Russian)

4. Ilitskiy V.B., Erokhin V.V. *Design of machining attachments*. Bryansk, BSTU, 2006. – 123 p. (In Russian)

Author' information

Viktor V. Erokhin - Doctor of Technical Sciences, Professor at Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, erohinvv@mail.ru.

Дата принятия к публикации
(Date of acceptance for publication)
04.02.2018

Дата публикации
(Date of publication):
25.06.2018

