

M790470

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское
ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана

Валерий Михайлович БУРЦЕВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАЗМЕРНОЙ
НАСТРОЙКИ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ
ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

(05.02.08 — Технология машиностроения)

Диссертация написана на русском языке

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена в МВТУ им. Н. Э. Баумана.

Научный руководитель —
засл. деятель науки и техники, доктор технических наук,
профессор Корсаков В. С.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Д. В. Чарнко,
кандидат технических наук В. Н. Васильев.

Ведущее предприятие — Государственный проектно-техно-
логический и экспериментальный институт «ОРГСТАНКИН-
ПРОМ».

Автореферат разослан « . . . » 1973 г.

Защита диссертации состоится « . . . » 1973 г.

на заседании С- «Автоматизация и механи-
зация произ- ча и ордена
Трудового го училища
имени Н. я Бауман-
ская ул.,

Ваши
просим вы

С дисс
ща.

Ученый
канд. т

М 190470

печатью,

еке учили-

А. Степанов

Л-75124 от

163. Т. 150.

XXIV съезд КПСС указал, что важной задачей девятой пятилетки является ускоренный рост производительности труда.

На предприятиях с серийным и единичным характером производства, выпускающим до 75+85% всей машиностроительной продукции, эта задача решается посредством использования станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

Несмотря на существенные преимущества, станки с ЧПУ малоэффективны при обработке небольших партий деталей простой конфигурации. Это обусловлено рядом причин, одной из которых является высокая трудоемкость и низкая точность настройки технологической системы. Доля трудоемкости размерной настройки при обработке деталей небольшими партиями достигает 30+40%. Точность обработки не превышает 4-5 классов точности.

В настоящей работе представлены результаты исследования новых методов размерной настройки токарных станков с ЧПУ, уменьшающих трудоемкость и повышающих точность при обработке деталей небольшими партиями.

ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Размерная настройка токарных станков выполняется в два этапа. Вначале определяются настроечные размеры, затем осуществляется настройка, под которой подразумевается процесс выведения инструмента на эти размеры.

Исследованию этих вопросов посвящены работы Яхина А.Б., Соколовского А.П., Кован В.М., Корсакова В.С., Балакшина Б.С., Комиссарова В.И., Деришера А.В. и других советских и зарубежных ученых. Анализ литературных данных показал, что, несмотря на имеющиеся многочисленные исследования размерной настройки технологической системы, до сих пор существует много нерешенных вопросов.

Согласно существующим методикам настроечный размер определяется относительно к конкретному поперечному сечению обрабатываемой поверхности. Расчетные зависимости настроечных размеров требуют уточнения для условий обработки деталей небольшими партиями, т.к. в них не учитывается изменение режима работы станка при переходе от обработки деталей одного типоразмера к другому.

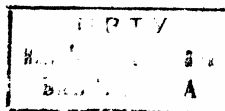
Координаты опорных точек, до настоящего времени, определяются по номинальным размерам детали без учета конкретных условий ее обработки. В связи с этим, после обработки пробной партии, приходится заново "загружать" программу. Этот процесс трудоемок и не приме-



1190470

Бурцев В.М. Исследование

ИЗДАТЕЛЬСТВО



ним при обработке малых партий деталей.

Существующие методы настройки, при обработке небольших партий деталей, имеют ряд существенных недостатков. Настройка по пробным деталям не обеспечивает достаточную точность из-за ограниченного числа пробных деталей и требует значительных затрат времени. Настройка по эталону оказывается экономически нецелесообразной из-за необходимости изготовления специального эталона для деталей каждого типоразмера. Настройка вне станка из-за недостаточной точности используется как предварительная с последующей окончательной настройкой по методу пробных деталей.

Автором предлагается новый метод "групповой" размерной настройки, который исключает отмеченные недостатки. Сущность метода заключается в следующем. Для станка или группы станков изготавливается два эталона. Один – для обработки в патроне, другой – для обработки в центрах. По одному из этих эталонов осуществляется первичная настройка станка. Ее назначение – обеспечить заранее известное начальное положение инструмента. Перед обработкой деталей каждого типоразмера инструмент перемещается в "нулевую точку". Перемещение инструмента осуществляется либо специальной программой, либо набором величины перемещения на пульте управления. Необходимое положение инструмент занимает по программе, для чего в процессе ее подготовки выполняется расчет координат опорных точек. Установка нового типа инструмента и смена затупившегося осуществляется быстросменными блоками, настраиваемыми вне станка. /

При таком методе снижается трудоемкость настройки и затраты на изготовление эталона. Данный метод хорошо согласуется с групповыми технологическими процессами, которые применяются при обработке небольших партий деталей.

Перспективным направлением является автоматизация процесса настройки. Поэтому является целесообразным исследовать возможности повышения точности и производительности обработки при использовании систем автоматической настройки (САН).

Для практического использования предложенных методов размерной настройки потребовалось решить следующие задачи:

1. Разработать методику расчета настроечных размеров и координат опорных точек.

2. Исследовать влияние переменного режима работы станка (групповая обработка) на качественные и количественные изменения его тепловых деформаций.

3. Исследовать составляющие погрешности настройки и дать рекомендации по их уменьшению.

4. Исследовать составляющие погрешности автоматической настройки и наметить пути их уменьшения.

5. Разработать рекомендации по конструированию и эксплуатации САН.

В данной работе рассматривается настройка на радиальные размеры жестких деталей, обрабатываемых в центрах и в патроне.

Экспериментальные исследования выполнены в лаборатории кафедры "Технология механо-сборочного производства" МВТУ им. Н.Э. Баумана на станке ИК62ПУ с пультом управления "Контур 4-МИ".

ГЛАВА II. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСТРОЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ И КООРДИНАТ ОПОРНЫХ ТОЧЕК

Для максимального использования поля допуска при чистовой обработке настроечные размеры и координаты опорных точек необходимо назначать такими, чтобы наименьшие (для вала) фактические размеры первых обработанных деталей были равны нижним допустимым размерам.

Теоретические исследования показали, что для выполнения этого условия настроечные размеры следует определять для каждой поверхности детали. Величина настроечного размера должна определяться для конкретного поперечного сечения обрабатываемой поверхности, в котором будет осуществляться настройка. При расчете настроечного размера должны быть учтены поля погрешностей измерения готовой детали $\Delta_{изм.}$, настройки инструмента $\Delta_{ин.}$, смещения оси заднего центра при закреплении задней бабки и пиноли $\Delta_{з.ц.}$, наименьшие для данной поверхности упругие отжатия технологической системы

$U_{наим.}$ и систематические погрешности размера, вызываемые геометрическими неточностями станка $\Delta_{г.}$ и максимальной величиной тепловых смещений оси шпинделя $\Delta_{т.}$, когда последние направлены на уменьшение размера (для вала).

Для определения настроечных размеров при обработке в центрах получено следующее равенство

$$L_{нкij} = \frac{D_{минij}}{2} + \frac{\Delta_{измij}}{2} + \frac{K(\Delta_{ин}^2 + (\Delta_{з.ц.} X_{Гij} + L_j)^2)}{2} - (y_{наимij} + R_{зij}) - \\ - \left(\frac{\Delta_{т.наиб.}}{2} - \left| \frac{\Delta_{т.наиб.}}{2} \right| \right) \frac{L_j - X_{Гij}}{L_j} + \left(\Delta_{г.} - \frac{\Delta_{з.ц.}}{2} \right) \frac{X_{Кij} - X_{Гij}}{L_j}, \quad (1)$$

где $L_{нкij}$ - настроечный размер, определяемый для сечения к-к;
 $X_{Кij}$ - координата сечения настройки (к-к); $X_{Гij}$ - координата попе-

речного сечения, в котором образуется наименьший для данной поверхности размер; Δt_{max} - наибольшая для данной группы деталей погрешность из-за тепловых деформаций шпиндельного узла; L_j - длина детали; j , L - соответственно порядковый номер типа детали и ее поверхности; Rz_j - средняя высота шероховатостей.

Радиальные координаты опорных точек определяются из выражения (I) при X_k равном осевым их координатам. Подобные зависимости получены для случая обтачивания и растачивания в патроне.

В случае существенного влияния размерного износа инструмента Δu на точность обработки, величина координат опорных точек должна определяться из равенства. $L'_{n, k, j} = L_{n, k, j} - \sum \Delta u_{(i-1)j}$.

Для определения величины износа инструмента, упругих отжатий технологической системы и величины координат экстремальных сечений получены расчетные зависимости.

Для оценки величины погрешностей, вызываемых тепловыми деформациями станка, и погрешностей настройки проведены экспериментальные исследования.

ГЛАВА Ш. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЕЛИЧИНУ КООРДИНАТ ОПОРНЫХ ТОЧЕК

Исследования тепловых деформаций шпиндельного узла проведены с целью определения качественной и количественной их оценки при переменном режиме работы станка (групповая обработка).

В ходе исследования определялось влияние теплового состояния станка, предшествующего заданному режиму его работы, и параметров этого режима (число оборотов шпинделя, нагрузка на шпиндель) на величину и характер изменения тепловых деформаций.

Измерение величины смещений шпинделя в горизонтальном, осевом и вертикальном направлениях осуществлялось индикаторными головками с ценой деления 0,001 мм после остановки станка. Измерение температуры отдельных точек коробки скоростей осуществлялось хромель-копелевыми термопарами с последующей записью на 12-канальном электронном автоматическом потенциометре типа ЭПП-09 м. Моделирование радиального усилия на шпинделе осуществлялось та-рированным динамометром через шарикоподшипник и оправку, а крутящего момента - электромагнитным порошковым тормозом ПТ-6м.

Экспериментальные исследования показали, что независимо от теплового состояния станка, предшествующего рассматриваемому режиму его работы, изменение температуры и тепловых смещений шпинделя приближается к экспоненциальному закону.

Характер изменения тепловых деформаций во времени, когда рассматриваемый режим работы станка вызывает их рост (ветвь нагрета), практически не зависит от температурного поля станка, предшествующего данному режиму. Текущие значения деформаций, в этом случае, могут определяться из условий работы "холодного" станка на рассматриваемом режиме. Если в процессе обработки тепловые деформации уменьшаются (ветвь охлаждения), то состояние температурного поля станка, предшествующее этому режиму оказывает заметное влияние на характер их изменения. Несмотря на последнее обстоятельство, можно рекомендовать следующее приближенное равенство для определения текущих значений тепловых деформаций при групповой обработке

$$\Delta t_i = \Delta t_i \left(1 - \frac{\Delta t_i - \Delta t_{(i-1)}}{\Delta t_i} \cdot e^{-\frac{t_i}{T_{ci}}} \right) \quad (2)$$

где Δt_i - максимальная деформация, определяемая при работе "холодного" станка на рассматриваемом режиме; T_{ci} - постоянная экспоненты, определяемая при работе "холодного" станка; t_i - время обработки на рассматриваемом режиме; i - порядковый номер режима обработки (типа детали); e - основание натурального логарифма.

Величина максимальных значений тепловых смещений шпинделя не зависит от температурного поля станка, предшествующего рассматриваемому режиму, и может определяться из условий работы "холодного" станка.

С ростом чисел оборотов шпинделя и натяга в переднем подшипнике максимальные значения деформаций возрастают.

Максимальные значения деформаций в горизонтальном направлении незначительно возрастают при увеличении радиального усилия и практически не зависят от величины усилия, воспринимаемого передним подшипником и возрастают при увеличении крутящего момента.

Помимо смещений шпинделя наблюдается его разворот в горизонтальной и вертикальной плоскостях, имеющий случайный характер. Его величина составляет примерно ± 10 мкм на длине 300 мм.

Математической обработкой результатов экспериментов получены эмпирические зависимости величины максимальных смещений оси шпинделя от рассматриваемых факторов. Для горизонтальных смещений оси шпинделя эта зависимость выражается равенством

$$\Delta t = C n^a (S+5)^r (P+1)^b, \quad (3)$$

где a, γ, β, C - постоянные, определяемые по результатам эксперимента; S - зазор в переднем подшипнике; P - радиальное усилие.

На основании полученных равенств (1) и (3) в работе приводится методика расчета погрешностей, вызываемых тепловыми деформациями шпиндельного узла для различных условий обработки.

Проведенные исследования позволили выявить физическую сущность протекания процесса деформации. Из-за неравномерного распределения температуры по длине передней стенки происходит ее изгиб в вертикальной плоскости. Результирующая деформация в горизонтальном направлении складывается из деформаций расширения передней стенки и ее изгиба.

Учитывая изложенное, можно дать практические рекомендации для проектирования станков. Шпиндель станка целесообразно располагать по оси симметрии передней стенки и как можно ближе к станнине. Подшипники перебора не следует выводить на переднюю стенку.

Анализ составляющих погрешности настройки $\Delta_{\text{п.н.}}$ показал, что доминирующей является погрешность настройки инструмента вне станка $\Delta_{\text{в.н.}}$. Последняя включает погрешности измерительного устройства $\Delta_{\text{изм}}$, погрешности изготовления инструментальной оснастки

$\Delta_{\text{изг.б.}}$ и погрешности закрепления инструмента и быстросменного блока $\Delta_{\text{зак}}$.

На точность измерительного устройства оказывают влияние погрешности измерительного прибора и погрешности его перемещения (позиционирования). Для точной настройки рекомендуется не менее, чем 30 кратное увеличение прибора.

Неточности изготовления установочных элементов быстросменных блоков и резцедержки и погрешности расположения их относительно оси поворота являются причиной появления дополнительной погрешности настройки. Для их оценки получены расчетные зависимости. Из сопоставления различных схем установки быстросменных блоков, установлено, что наибольшую точность настройки обеспечивают установочные поверхности, выполненные в виде зубчатого венца.

Смещения инструмента, возникающие в процессе его закрепления, вызывают погрешность обработки при использовании взаимозаменяемых резцов и значительно повышают трудоемкость настройки инструмента при использовании быстросменных блоков. При настройке инструмента по нескольким параметрам, точная его настройка как в первом, так и во втором случаях практически невозможна. Исследование величины этой погрешности проводилось на специальных образ-

цах, закрепляемых в штатном приспособлении для настройки вне станка. Образцы выполнялись сырыми и калеными до твердости 55 HRC с шероховатостью от $\nabla 4$ до $\nabla 8$. Закрепление образцов осуществлялось винтами со сферической пяткой через планку твердостью 30+60 HRC и шероховатостью $\nabla 8$ и без нее. Величина перемещения и разворот инструмента контролировался индикаторными головками с ценой деления 0,001 мм. Фиксированные значения силы и момента закрепления создавались тарированным динамометрическим ключом.

Исследования показали, что независимо от шероховатости поверхностей контакта резца, приспособления и винтов после смещения инструмента составляет не менее 40 мкм для радиального и 140 мкм для осевого направлений. Смещения инструмента имеют как положительные, так и отрицательные направления относительно нулевого положения измерительного прибора.

На величину и направление смещений значительное влияние оказывает момент (сила) закрепления, последовательность закрепления винтов, количество закреплений одного и того же инструмента, вылет (высота резца) винта и фактические размеры геометрических параметров винта и резьбового гнезда. Величина сдвигающего усилия оказывается настолько большой, что вызывает смещение инструмента, предельно зажатого усилием 3000 кг.

Перемещение инструмента в процессе его закрепления возникает из-за несовпадения точки контакта между винтом и инструментом с осью вращения винта. Сдвигающий момент, возникающий в месте контакта, вызывает перемещение резца. Его величина и направление зависят от эксцентриситета точки контакта и ее угловой координаты. Последние, в свою очередь, зависят от большого числа факторов, которые практически невозможно исключить. В связи с этим, винтовые зажимы непригодны для инструментальной оснастки.

Автором предложены и опробованы плунжерные зажимы, позволяющие исключить сдвиг инструмента в процессе его закрепления.

Для исключения погрешностей закрепления быстросменных блоков, возникающих из-за остаточных деформаций суппорта, в работе предлагается располагать зажимные элементы таким образом, чтобы плоскость действия усилия закрепления была расположена вертикально. Кроме этого для исключения этой погрешности целесообразно применять зажимные элементы с внутренним замыканием усилий.

Величина погрешности настройки, полученная суммированием ее составляющих по правилу сложения случайных величин, с учетом раз-

работанных рекомендаций, не превышает 22+48 мкм на диаметр. Экспериментальная проверка, выполненная на пятидесяти образцах, которые обрабатывались в центрах, на предварительно разогретом станке и при постоянной глубине резания $t = 0,1$ мм, подтвердила правильность расчета.

ГЛАВА IV. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОПОРНЫХ ТОЧЕК ПРИ "ГРУППОВОЙ" РАЗМЕРНОЙ НАСТРОЙКЕ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ.

В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований получена математическая модель определения координат опорных точек при многоинструментальной последовательной обработке. Определение координат опорных точек по полученным зависимостям связано с трудоемкими вычислительными работами. Поэтому методика представлена в работе в виде блок-схемы алгоритма, который может быть реализован на ЭВМ.

Технологической основой разработанной методики является дифференцированный учет основных факторов, определяющих взаимное положение инструмента и заготовки в процессе обработки. Исходная информация для расчета координат опорных точек включает определение числа и количества переходов, режимов резания по переходам, жесткости и точности оборудования. Рассматриваемый алгоритм может быть включен в общий алгоритм проектирования станочной операции на ЭВМ. В этом случае исходная информация будет подготовлена расчетами, предшествующими данному алгоритму.

Экспериментальная проверка, выполненная на партии валиков, подтвердила адекватность разработанной математической модели реальному технологическому процессу.

Полученная последовательность расчета координат опорных точек и качественный состав полученных зависимостей можно использовать при параллельной обработке на многосуппортных станках с ЧПУ. При этом необходимо провести дополнительные исследования ряда входящих величин и, в первую очередь, упругих деформаций технологической системы.

ГЛАВА V. ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ (САН)

Автоматическая настройка (АН) включает пробный проход, изменение обработанной поверхности и корректировку положения инструмента. В зависимости от степени совмещения указанных переходов возможны настройка по методу пробного прохода и промера,

тель ИД: и далее движение передается кареткам датчиков 2. Включение САН в работу осуществляется технологической командой после подвода датчиков в измерительную позицию.

Общим планом исследования точности АН предусматривалось определение элементарных погрешностей, разработка рекомендации по их исключению и уменьшению и определение суммарной погрешности АН.

Исследования показали, что погрешность автоматической настройки $\sum \Delta_{ик}$ включает погрешности, вызываемые конструктивными параметрами САН $\Delta_{ик}$, погрешности измерительной системы $\Delta_{изм}$, погрешности настройки реза $\Delta_{раз}$ и погрешности от упругих деформаций технологической системы $\Delta_{у}$.

Погрешности $\Delta_{ик}$ обусловлены различной величиной коэффициентов усиления K_1, K_2 цепи обоих датчиков, наличием нелинейного участка в характеристике системы (зависимость силы тока от величины расогласования системы), временем запаздывания между отключением исполнительного двигателя и сигналом на отключение и дискретным характером перемещения суппорта.

Погрешности измерительной системы включают погрешности измерения, измерительного комплекта, погрешности его настройки и погрешности перемещения датчиков (позиционирование). Метрологические погрешности измерительного комплекта обусловлены вариацией показаний $\delta \epsilon_{изм.г}$ и смещением уровня настройки $\delta \epsilon_{изм.смещ}$. Наибольшее смещение настройки наблюдается в первые 1-2 мин. работы САН. В дальнейшем смещение настройки имеет случайный характер. Поле погрешности $\delta \epsilon_{изм.смещ}$ не превышает 2 мкм, а погрешности $\delta \epsilon_{изм.г}$ - 1,5 мкм. Погрешности настройки включают вариацию настройки $\delta \epsilon_{раз}$, погрешности, вызываемые смещением измерительной плоскости датчиков относительно оси вращения $\delta \epsilon_{уст.г}$, и погрешности изготовления или измерения эталона.

Исследования показали, что при настройке по микроамперметру, установленному в электронной приставке (цена деления - $1 \mu A$ - 2 мкм), с электронной "доводкой нуля" вариация настройки составляет 3 мкм. Выверку измерительной плоскости датчиков относительно оси вращения наиболее просто осуществить по разметочным рискам эталона. При такой выверке погрешностью установки датчиков можно пренебречь.

Исследования погрешности позиционирования датчиков показали, что она имеет систематическую и случайную составляющие. Скорость перемещения датчиков практически не влияет на величину обеих

составляющих погрешности. Систематическая составляющая погрешности позиционирования зависит от величины перемещения, что объясняется неточностью изготовления деталей кинематической цепи измерительного устройства и погрешностями поворота шагового двигателя. При групповой обработке величина перемещения датчиков изменяется произвольно, поэтому систематическая составляющая имеет случайный характер. Поле погрешности позиционирования исследуемой САН составляет $\Delta_{п.д.} = 8$ мкм.

Большую долю (до 75%) в суммарной погрешности автоматической настройки составляют погрешности от упругих деформаций технологической системы. Их появление обусловлено возрастанием в процессе АН радиальной и тангенциальной составляющих силы резания. По окончании АН указанные составляющие резко уменьшаются, вследствие чего происходит упругое восстановление системы и уменьшение размера обрабатываемой детали. Экспериментальные исследования показали, что величина приращения силы резания в процессе АН не зависит от величины силы резания, возникающей в процессе основной обработки. С увеличением ширины срезаемого слоя В, величины подналадочной подачи $S_{под}$ и твердости обрабатываемого материала приращение силы резания возрастает. В работе приведены графические зависимости приращения силы резания от указанных факторов. Подналадочная подача может быть выбрана постоянной для конкретной САН, потому что колебание силы резания обусловлено колебанием ширины срезаемого слоя и твердости материала. Поле погрешности от упругих деформаций технологической системы, определенное расчетным путем, достигает 60 мкм. Среднее упругое отжатие достигает 75 мкм.

Экспериментальная проверка, выполненная на образцах, подтвердила правильность расчета. Уменьшить величину упругих деформаций технологической системы за счет уменьшения подналадочной подачи не удается. Это объясняется тем, что при малых подачах возрастает ширина срезаемого слоя.

Для уменьшения погрешности от упругих отжатий в САН необходимо предусмотреть ступенчатое изменение величины подналадочной подачи от максимальных ее значений до минимальных. В работе приводится методика определения оптимального числа ступеней подналадочных подач в зависимости от конкретных условий обработки. Для групповой обработки стальных заготовок достаточно две ступени подналадочных подач $S_{под1} = 0,04$ мм/об и $S_{под2} = 0,0035$ мм/об. Величина погрешности от упругих деформаций технологической системы

при этом уменьшается до 10+15 мкм. В работе приведена электронная схема управления двухступенчатым режимом АН. Переключение на следующую ступень подналадочной подачи осуществляется по достижении выходного тока САН определенной заранее заданной величины.

Величина погрешности автоматической настройки $\sum \Delta n_{\text{а}}$, полученная суммированием рассмотренных выше элементарных погрешностей, с учетом предложенных рекомендаций составляет 25+32 мкм на диаметр. Экспериментальная проверка подтвердила правильность расчета.

Обработка в лабораторных условиях группы деталей, состоящей из трех типоразмеров, устанавливаемых в центрах и в патроне, показала, что суммарная погрешность, независимо от входных параметров обработки, составляет 0,04+0,06 мм.

Использование САН наряду с повышением точности обработки до 2а+3 классов позволит упростить процесс подготовки управляющих программ, что обуславливается исключением ряда трудоемких технологических расчетов.

На основе результатов исследования в работе даны рекомендации по проектированию и эксплуатации САН. Рекомендуемая область использования САН – обработка небольших партий деталей 2а+3 классов точности.

ГЛАВА У1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМЫХ МЕТОДОВ РАЗМЕРНОЙ НАСТРОЙКИ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Экономические показатели предлагаемых методов размерной настройки определялись в сравнении с настройкой по одной пробной детали токарных станков с ЧПУ, у которых имеется возможность осуществлять коррекцию положения инструмента.

Для оценки экономических показателей рассматривалась обработка группы деталей. В состав группы входили три типа деталей средней сложности. Размер партии деталей каждого типоразмера принимался равным 5 шт.

Расчет показал, что при "групповой" размерной настройке трудоемкость и себестоимость обработки сокращается в 1,3 раза и при автоматической настройке в 2,5 раза. Условный годовой экономический эффект на единицу оборудования соответственно составляет 1600 руб. и 3200 руб.

Общие выводы по работе

1. Групповая размерная настройка и автоматическая настройка являются эффективными методами размерной настройки токарных станков с ЧПУ при небольшом объеме партии обрабатываемых деталей.
2. В результате теоретического анализа установлено, что настроечные размеры должны определяться для конкретного поперечного сечения обрабатываемой поверхности. Это позволило уточнить существующие выражения для расчета настроечных размеров.
3. Для условий групповой обработки экспериментально определены расчетные зависимости между тепловыми смещениями оси шпинделя и факторами, влияющими на них, приведены рекомендации по их уменьшению.
4. Исследования точности настройки технологической системы позволили определить доминирующие погрешности, вызываемые смещением инструмента в процессе закрепления резца и быстросменного блока. Для повышения точности настройки инструмента вне станка рекомендуется использовать в быстросменных блоках плунжерные зажимы. Приспособления для настройки вне станка должны иметь не менее чем 30-кратное увеличение оптических устройств.
5. По результатам исследований разработана математическая модель определения координат опорных точек траектории инструмента, которая является основой "группового" метода размерной настройки.
6. Основные положения методики "групповой" размерной настройки могут быть использованы при расчете копиров токарных гидрокопировальных станков. Они могут оказаться полезными и при размерной настройке универсальных станков.
7. В результате исследования точности токарной обработки при использовании САН установлено, что доминирующими являются погрешности вызываемые измерительным устройством САН и погрешности от упругих деформаций технологической системы.
8. Реализация предложенных мероприятий по исключению доминирующих погрешностей автоматической настройки позволяет обеспечить при токарной обработке 2а+3 классы точности.
9. По результатам исследования опытного образца разработаны рекомендации по изготовлению и эксплуатации промышленной установки САН.
10. Системами автоматической настройки, в первую очередь, должны оснащаться токарные станки с ЧПУ, не имеющие обратной

связи, и предназначенные для обработки в центрах и в патроне.

II. Результаты исследований проверены в производственных условиях на заводе тяжелого машиностроения г.Электросталь и переданы заводу и институту "ОРГСТАНКИНПРОМ" для технологических разработок. Условный годовой эффект от внедрения предлагаемых методов размерной настройки составляет 1500 - 2500 руб. на единицу оборудования.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Бурцев В.М. и др. Исследование технологических возможностей механической обработки на станках с цифровым программным управлением. Материалы 3-й Всесоюзной научно-технической конференции, 1970.
2. Корсаков В.С., Бурцев В.М. Расчет настроечных размеров при токарной обработке. "Известия ВУЗов.Машиностроение", № 2, 1972.
3. Бурцев В.М. Исследование тепловых деформаций токарных станков с числовым программным управлением. "Известия ВУЗов. Машиностроение", № 5, 1972.