

ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

СИТНИКОВ АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ С ПЛАЗМЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ ПУТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ОТКЛОНЕНИЯМИ ФОРМЫ И ТОЛЩИНОЙ СЛОЯ ПОКРЫТИЯ

Специальность 05.02.08 - Технология машиностроения

Автореферат диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук

Челябинск - 1993

Работа выполнена на кафедре "Технология автоматизированных производств" Алтайского государственного технического университета имени И. И. Ползунова

Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент Татаркин Е. Ю.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Игнатъев Г. С.

- кандидат технических наук,
доцент Гувеев В. И.

Ведущее предприятие - АО АНТИМ (г. Барнаул)

Защита состоится "22" декабря 1993 года
в 10⁰⁰ часов в ауд. 504 на заседании специализированного
совета Д 053.13.05 Челябинского государственного технического
университета по адресу: 454080, Челябинск, пр. В. И. Ленина, 76.

Просим Вас принять участие в заседании специализированного
совета или прислать по указанному адресу отзыв в двух экземпля-
рах, заверенных печатью.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Челябинского
государственного технического университета.

Автореферат разослан "19" ноября 1993 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
доктор экономических наук,
профессор

 И. А. Баев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Для современного уровня развития техники характерен рост требований к долговечности и ремонтпригодности машин. Эффективным средством увеличения срока службы наиболее ответственных деталей, среди которых преобладают тела вращения (валы, оси, втулки, детали автоматических роторных линий и другие), является нанесение на их поверхности различного рода покрытий.

В процессе производства названной номенклатуры деталей особенно остро встает вопрос достижения требуемых параметров точности. Имеющиеся в литературе данные и рекомендации направлены в основном на решение задачи достижения требуемой шероховатости поверхностного слоя покрытия и размеров готовой детали на финишных операциях технологического процесса, но не учитывают ряд особенностей, одной из которых является необходимость обеспечения стабильности толщины остаточного слоя покрытия рабочей поверхности, определяющей в конечном счете ресурс работы изделия. Доминирующими факторами, влияющими на этот показатель, служат геометрические погрешности, такие как отклонение формы и взаимного расположения поверхностей, возникающие на различных этапах изготовления деталей. Наиболее ярко они проявляются у деталей низкой жесткости. Практически отсутствуют методики измерения и расчета параметров точности обработанных поверхностей. Дальнейшие исследования в области управления точностью обработки на базе установления основных закономерностей формообразования поверхностей является актуальной задачей, решение которой позволит повысить производительность и качество изготовления деталей с покрытиями.

Цель работы. Повышение производительности и точности изготовления деталей с плазменным покрытием путем разработки способов управления отклонениями формы, взаимного расположения поверхностей и толщины остаточного слоя покрытия на различных стадиях технологического процесса.

Задачи исследования. В работе решались следующие задачи:

1. Разработать методику поиска патентоспособных и перспективных способов изготовления деталей с покрытиями.

2. Разработать технологические способы управления точностью формы, взаимного расположения поверхностей и колебанием толщины остаточного слоя в процессе изготовления деталей с покрытиями на различных стадиях технологического процесса.

3. Разработать способ контроля отклонений формы поверхностей и методику расчета параметров точности обработки деталей с покрытием.

4. Установить влияние технологических параметров на качество обработки детали с покрытием.

5. Провести проверку и внедрить результаты теоретических и экспериментальных исследований в промышленность.

Методы исследования. Теоретические исследования проводились на базе научных основ технологии машиностроения, поискового конструирования, теории решения изобретательских задач, функционально- стоимостного анализа, размерного анализа технологических процессов, математической статистики. Результаты теоретических исследований проверялись экспериментально в лабораторных и производственных условиях.

Научная новизна:

-разработаны методические основы поиска эффективных способов изготовления деталей с покрытиями, учитывающие технологические особенности формирования остаточного слоя;

-получены и теоретически обоснованы оригинальные способы изготовления деталей с покрытиями на различных стадиях технологического процесса (положительные решения о выдаче авторских свидетельств по заявкам N5022751/08, N5008598/08), и способ контроля топографии поверхностей деталей (а.с. СССР N1768947);

-разработана методика расчета основных показателей точности обработки деталей с покрытиями по массивам радиус- векторов подложки и обработанной поверхности и математическая модель формирования профиля обработанной поверхности при тчении плазменно-напыленной бронзы;

-установлена взаимосвязь между отклонениями формы подложки, обработанной поверхности детали и колебанием толщины остаточного слоя покрытия, получена расчетная зависимость силы резания при тчении покрытия.

Практическая ценность:

-разработан алгоритм и программа расчета показателей точ-

ности обработки деталей с покрытиями;

-создана автоматизированная система сбора и обработки данных, позволяющая исследовать процессы формообразования поверхностей деталей при различных видах механической обработки и контролировать основные показатели точности на протяжении всего технологического маршрута;

-разработана конструкция резца (а.с. N1780931 СССР) для стабилизации силы резания в процессе обработки;

-получены конкретные технические решения для реализации предложенных способов: способ изготовления деталей с покрытиями позволяет уменьшить колебание толщины остаточного слоя покрытия в 3 раза и снизить точность изготовления подложки в 2 раза, способ изготовления нежестких деталей на стадии получения подложки увеличивает производительность процесса шлифования в 2-3 раза;

-выработаны рекомендации по построению маршрута механической обработки деталей с плазменно-напыленным бронзовым покрытием.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались на научно- практической конференции "Повышение эффективности использования в производстве станков с ЧПУ" (Барнаул, 1987), школе- семинаре "Комплексная технологическая подготовка производства средствами САПР" (Одесса, 1988), Республиканской научно- технической конференции "Повышение эффективности производства машиностроительных предприятий" (Душанбе, 1990), научно-технической конференции "Современные методы повышения эффективности машиностроения" (Рубцовск, 1991); на совместных семинарах кафедр технологии автоматизированных производств и технологии машиностроения Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова в 1989-1993 гг.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 6 работ, получено 2 авторских свидетельства и 2 положительных решения на заявки на изобретения.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы, включающего 130 наименований, и приложений. В работе имеются 38 рисунков и 7 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Практическая реализация технологий получения деталей с различного рода покрытиями стала возможной благодаря исследованиям проведенным советскими и зарубежными учеными В. Н. Андиферовым, Ю. С. Борисовым, С. С. Бартневым, И. Н. Горбатовым, В. В. Кудиновым, Ю. А. Харламовым, Э. Кречмаром, А. Хасуи, О. Моригаки и ряда других.

Изготовление деталей с покрытиями имеет свои особенности. Это прежде всего связано с такими их физико-механическими свойствами, как неоднородность структуры, пористость, высокая твердость и в тоже время относительно низкая прочность. Кроме того существуют и технологические особенности формирования точностных параметров деталей с покрытиями, одной из которых является обеспечение требуемой толщины слоя покрытия.

Технологический процесс изготовления деталей с покрытиями обычно включает следующее: обработку заготовки из основного материала (изготовление подложки); специальную обработку поверхности подложки под напыление (пескоструйная обработка, напыление подслоя и др.); нанесение покрытия; окончательную размерную обработку.

Требования точности и шероховатости наружной поверхности деталей с покрытием обеспечиваются на финишной операции, однако результаты окончательной обработки тесно взаимосвязаны со всеми операциями технологического процесса. Так например, толщина остаточного слоя покрытия является замыкающим звеном технологической размерной цепи. В этом случае величина колебания слоя зависит от точности изготовления подложки и от точности обработки наружной поверхности детали с покрытием. Поэтому при разработке технологических процессов изготовления деталей с покрытиями необходимо учитывать геометрические погрешности, возникающие на всех стадиях обработки заготовки. В настоящее время подобные вопросы чаще всего не рассматриваются, основное внимание уделяется обеспечению параметров шероховатости, дефектного слоя и размеров деталей на финишных операциях. Таким образом необходимы дальнейшие исследования в области управления точностью обработки деталей с покрытиями.

Теоретические основы управления точностью обработки и построения эффективных способов заложены в трудах Б. С. Балакшина, В. М. Вазрова, В. С. Корсакова, С. Н. Корчака, В. Н. Михелькевича, Ю. С. Соломенцева, В. Г. Митрофанова, С. П. Протопопова, М. М. Тверского, В. А. Тимирязева, П. И. Ящерицына и другими советскими и зарубежными учеными. Однако использование этих методик применительно к деталям с покрытиями затруднено, так как процесс формирования слоя покрытия имеет свои технологические особенности. В этой связи представляется целесообразным разработку методики поиска перспективных способов изготовления деталей с покрытиями на основе установления основных закономерностей формирования точностных параметров.

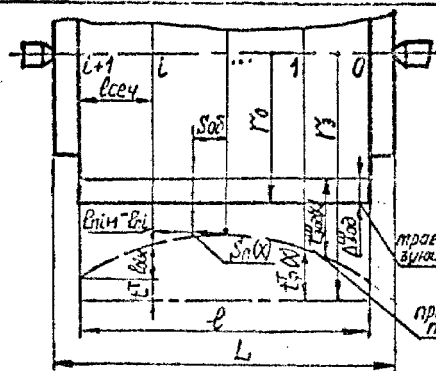
2. РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПЛАЗМЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ

В основе поиска новых способов лежит решение задач анализа и синтеза технического объекта, проходящее по традиционной для инженерной практики схеме: выбор аналога; анализ аналога с целью установления его недостатков; определение пути преодоления недостатков; получение нового технического решения. Одним из ответственных этапов получения качественного решения является анализ аналога. Поэтому была разработана схема анализа технологического способа имеющая следующий вид: потребность- цель создания способа- функция способа- структурные составляющие способа - функции структурных составляющих способа - материальные системные компоненты составляющих способа- функции материальных компонент способа. При синтезе способа должна быть определена структура, функции структурных составляющих и его параметры. Методика поиска способов реализована в виде автоматизированной обучающей системы "Творчество".

Используя предлагаемую методику, были получены ряд способов изготовления деталей с покрытиями, позволяющие управлять отклонениями формы и толщиной слоя покрытия на различных этапах технологического процесса.

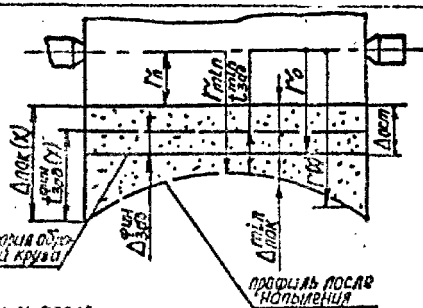
На этапе изготовления подложки разработан способ управления точностью продольного сечения детали (рис. 1, а), включающий предварительную токарную операцию, основной функцией которой явля-

Схема обработки подложки



а)

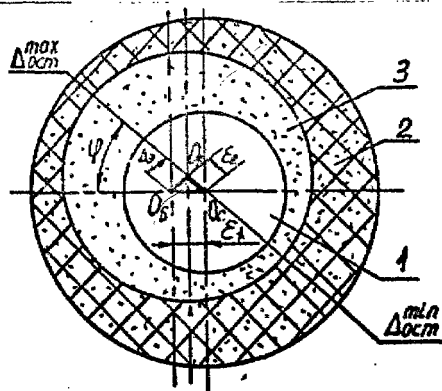
Схема обработки покрытия



б)

Рис. 1.

Схема обработки детали со смещением



1-подложка; 2-припуск;
3-остаточный слой покрытия

Рис. 2.

Схема обработки резаком с переменной геометрией

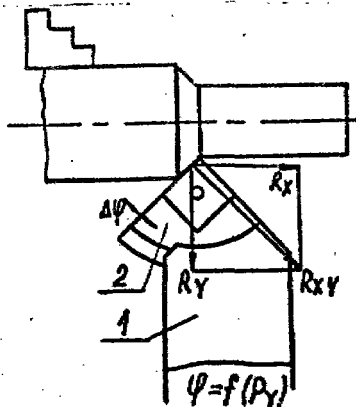


Рис. 3.

ется формирование отклонения формы в продольном сечении (седлообразность) обратное профилю погрешности продольного сечения на стадии шлифования. Основной функцией окончательной шлифовальной операции является изготовление детали с прямолинейной образующей за один проход с компенсацией упругих деформаций в процессе резания профилем детали, полученным на токарной операции. На следующем шаге разработки способа производится выбор его параметров таких, как характеристика применяемого инструмента, оборудования, заготовки и режимы резания. В предлагаемом способе определяется закон формообразования криволинейного профиля. Для этого устанавливалась взаимосвязь формообразующих движений: частоты вращения детали, продольной и поперечной подачи. В результате было получено выражение для расчета величины поперечной подачи:

$$S(x) = \frac{S_{св} \cdot (l_{n+1} - l_n)}{l_{св}} \cdot n, \quad (1)$$

где $S_{св}$ - продольная подача; n - частота вращения детали; l_n - приращение глубины резания; $l_{св}$ - длина сечения.

Приращение глубины резания рассчитывается исходя из жесткостных характеристик элементов технологической системы токарного и шлифовального станков, задаваемых глубиной резания на этих операциях и размеров заготовки. На способ получено положительное решение на заявку на изобретение N5006598/08.

Аналогичный по структуре способ был разработан для этапа формирования остаточного слоя покрытия (рис. 1,б). Формирование криволинейного профиля производится на стадии напыления покрытия. Требуемая переменная толщина напыляемого покрытия рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{пок}(x) = \Delta_{ост} + t_{зад}^{фин}(x) - \Delta_{зад}^{фин}, \quad (2)$$

где $\Delta_{пок}(x)$ - толщина наносимого слоя покрытия в поперечном сечении отстоящем на расстоянии x от торца детали; $t_{зад}^{фин}(x)$ - заданная глубина резания на финишной операции; $\Delta_{зад}^{фин}$ - погрешность обработки на финишной операции; $\Delta_{ост}$ - остаточный слой покрытия.

Другой способ позволяет управлять точностью взаимного расположения поверхностей и колебанием толщины остаточного слоя покрытия (рис. 2). В его основу было положено то, что прочность

покрытия в несколько раз меньше прочности сплошного материала, поэтому при механической обработке упругие деформации будут незначительными. В новом способе предлагается создавать дополнительное смещение и тем самым управлять точностью двух параметров. В общем виде взаимосвязь дополнительного смещения Δ_3 , эксцентриситета готовой детали Δ_3 и эксцентриситета подложки ϵ_1 имеет вид:

$$\Delta_3^2 = \epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 - 2 \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \cos \varphi. \quad (3)$$

В этом выражении Δ_3 и ϵ_1 известны, так как являются исходными данными, ϵ_2 не должно превышать половины величины колебания остаточного слоя покрытия. Угол между дополнительным смещением и эксцентриситетом подложки определяется из зависимости (3):

$$\varphi = \arccos \frac{\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 - \Delta_3^2}{2 \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_2}. \quad (4)$$

Результатом поиска стал новый способ изготовления деталей с покрытиями (положительное решение на заявку N 5022751/08), позволяющий управлять величиной эксцентриситета готовой детали и колебания толщины остаточного слоя покрытия.

Представленные способы синтезировались на уровне структурных составляющих. Но можно управлять точностью используя материальные системные компонент способа. Как известно деталь после напыления имеет значительные отклонения формы, которые в процессе обработки приводят к колебанию уоилия резания, а следовательно, и к погрешности формы детали. По известным из литературы данным, большое управляющее воздействие на вектор силы резания оказывает изменение главного угла в плане φ . При обработке детали на каждый градус поворота резца радиальная составляющая силы резания изменяется в среднем на 4- 5 %. На конструкцию нового резца получено авторское свидетельство. Резец (рис. 3) содержит державку 1 и упругодеформируемый узел 2, состоящий из сектора и пружины кручения, взаимодействующей с державкой и корпусом. Поворотный сектор одновременно является опорной пластиной, на которой жестко закреплена с помощью винта режущая пластина. Сектор имеет возможность вращаться относительно вершины режущей пластины. Для этого между сектором и державкой в радиальных канавках помещены стальные шарики. Жесткость пружины выбирается

таким образом, чтобы изменение силы резания ΔP вызывало поворот пластины на угол $\Delta \varphi$, компенсирующий это изменение. Таким образом достигается автоматическая стабилизация силы резания, обеспечивающая постоянство динамического размера технологической системы.

С целью увеличения производительности и информативности процесса измерения был разработан специальный способ контроля топографии обработанной поверхности. На способ получено авторское свидетельство N1768947. Суть способа заключается в том, что в процессе измерения деталь равномерно вращают со скоростью V_n . При этом шупу сообщают гармонические колебания с амплитудой равной половине ширины исследуемого участка и частотой:

$$f = \frac{V_n \cdot N}{L}, \quad (5)$$

где V_n - скорость перемещения детали относительно шупа; L - длина измеряемого участка; N - количество точек необходимых для аппроксимации.

3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПОКРЫТИЕМ

Проверка разработанных технологических способов включает в себя два основных этапа: проведение вычислительного и физического экспериментов. В последнее время все более возрастает роль вычислительного эксперимента. Проведение вычислительного эксперимента возможно лишь при наличии соответствующей математической модели с определенной степенью адекватности отражающей реальные процессы, происходящие при формировании различных точностных параметров деталей. В рассматриваемом случае модель должна позволить оценить эффективность технологических способов управления точностью обработки при изготовлении деталей с покрытиями на разных стадиях технологического процесса: на стадии получения подложки (операции точения, шлифования) и на стадии обработки детали с нанесенным материалом.

Построение математической модели процесс достаточно сложный и трудоемкий, что способствует переходу к рассмотрению задачи автоматизации построения математической модели с использованием

ЭМ. Эффективным средством решения данной задачи является создание проблемно-ориентированных комплексов (систем)- пакетов прикладных программ (ППП).

В структуре пакета для каждой подсистемы предназначается единственное гнездо, в которое при формировании программ подставляется тот или иной модуль. Тогда многообразие моделей будет достигнуто за счет многочисленных вариантов заполнения гнезд фиксированной программой структуры - каркаса. Каркас модели определяется из схемы взаимодействия инструмента и заготовки в процессе обработки. В его основу положено уравнение баланса перемещений:

$$t_{\varphi_i}(x) = r_{\varphi_i}(x) + X_{\varphi_i} - X_{\varphi_i}, \quad (6)$$

где $t_{\varphi_i}(x)$ - фактическая глубина резания; $r_{\varphi_i}(x)$ - радиус-вектор заготовки; X_{φ_i} - текущий вылет инструмента (величина, учитывающая износ инструмента в процессе обработки); X_{φ_i} - положение инструмента и заготовки (вычисляется с учетом погрешности позиционирования). Все величины, входящие в уравнение (6), определяются с учетом температурных и упругих деформаций в технологической системе. Для различных процессов механической обработки каркас является общим. Отличие заключается только во внутреннем содержании программных модулей.

Выбор математической модели следует проводить с помощью информационно-поисковой системы (ИПС). Основой ИПС является банк математических моделей (ММ) процессов механической обработки. При поиске ММ необходимо установить соответствие между техническим заданием и множеством ММ. В качестве одной из форм такой взаимосвязи может быть матрица соответствий. На основе технического задания ИПС по матрице соответствий определяет наличие ММ в банке или отсутствие таковой выдает задание на формирование новой модели. В конечном счете при работе с ИПС пользователь должен выбрать необходимого ММ или определить возможные пути создания новой: внесение изменений в конкретном блоке, корректировка существующего модуля, разработка нового модуля. Используя данный подход производилось конструирование математических моделей процессов точения и шлифования. И затем проводился численный эксперимент.

Расчеты по модели выполнялись в следующей последователь-

ности: в начале определялась фактическая глубина резания $t_{\text{ф}}(\lambda)$; по ней рассчитывался радиальный стем материала $\Delta R(\lambda)$, а по нему вычислялся массив радиус-векторов обработанной поверхности $R(\lambda)$. На конечном этапе производился расчет показателей точности по массивам радиус-векторов подложки и обработанной поверхности. Определялись значения радиального биения, эксцентриситета, колебания толщины остаточного слоя покрытия, отклонения формы в продольном сечении. Проверка созданных способов на модели показала их высокую эффективность.

Реализация способа контроля топографии поверхностей деталей и проведение экспериментов производилось на специально разработанной и созданной автоматизированной информационно-измерительной системе. Метрологическая оценка измерительного тракта показала достаточно высокую точности измерения.

Для экспериментальных исследований по изучению влияния режимов обработки на силу резания при точении покрытия был спланирован и проведен полнофакторный эксперимент. В результате получена зависимость силы резания от глубины и продольной подачи:

$$P_f = 80,56 \cdot S^{0,46} \cdot t^{0,573} \quad (7)$$

С целью установления закономерностей формообразования при точении покрытий был проведен следующий эксперимент. Перед нанесением покрытия записывался профиль подложки в поперечном сечении, затем наносилось бронзовое покрытие (с записью профиля), которое обрабатывалось на токарном станке. После каждого прохода записывался профиль детали в тех же сечениях, что и подложки. По результатам эксперимента установлено, что величина радиального биения наружной поверхности практически не зависит от глубины резания и продольной подачи. В тоже время колебание толщины покрытия резко возрастает с уменьшением точности изготовления подложки. Проверка модели на адекватность показала, что максимальное отклонение расчетного значения от экспериментального составляет 24%.

Экспериментально проверялись и разработанные способы. При реализации способа управления колебанием толщины остаточного слоя покрытия (положительное решение о выдаче а.с. на заявку №5022751) на деталях типа кольцо было установлено, что колебание толщины покрытия снижено в 3 раза, при этом точность подложки

может быть в 2 раза ниже в сравнении с традиционной технологией. При реализации способа изготовления нежестких деталей (положительное решение о выдаче а. с. на заявку N5008598) было установлено, что производительность процесса шлифования возросла в 2-3 раза.

4. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оборудование автоматизированной измерительной системы и ее методическое обеспечение нашли свое применение на заводе топливных насосов ПО АМЗ. Основная область их использования - это проведение аттестации металлорежущего оборудования и оснастки. Разработка технологических процессов изготовления деталей автоматических роторных линий с плазменным покрытием на основе имеющихся данных позволила получить экономический эффект 100510 рублей. Использование способа изготовления нежестких деталей на стадии получения подложки позволит повысить производительность процесса шлифования и получить эффект 11 тыс. рублей в год. Использование методики анализа для действующих технологических процессов изготовления деталей топливной аппаратуры (корпус форсунки, щелевой фильтр) дает возможность значительно повысить их эффективность. Внедрение измененных техпроцессов дало эффект 80940 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В диссертационной работе предложен новый подход к поиску перспективных технических решений, обладающих признаками патентной чистоты и позволяющих управлять точностью и производительностью процессов изготовления деталей с покрытиями.

В работе получены следующие основные результаты:

1. Разработаны методика анализа и модель поиска технологических способов изготовления деталей, которые позволяют создавать новые устройства и способы управления показателями точности обработки на различных стадиях получения деталей с покрытиями.

2. Получена математическая модель формообразования поверхностей и методика численного расчета основных показателей точности обработки деталей с покрытиями.

3. На основе предлагаемой методики поиска разработаны конкретные технические решения (АС СССР N1780931, АС СССР N1768947, положительное решение по заявке на изобретение N5008598/08, положительное решение по заявке на изобретение N5022751/08), позволяющие управлять точностью формы, взаимного расположения поверхностей и колебанием толщины остаточного слоя покрытия.

4. Получена нелинейная зависимость силы резания от глубины резания и величины продольной подачи при тчении плазменно-напыленной бронзы, на ее основе разработана математическая модель формирования профиля детали, учитывающая особенности обрабатываемости покрытия.

Основные выводы по работе.

1. Управление точностью взаимного расположения поверхностей и колебанием толщины остаточного слоя покрытия за счет дополнительного смещения оси наружной поверхности детали относительно оси вращения на финишной операции обработки покрытия (положительное решение на заявку N5022751/08) уменьшает колебание толщины остаточного слоя покрытия почти в 3 раза и снижает требования к точности изготовления подложки в 2 раза по сравнению с традиционными технологическими процессами.

2. Предлагаемый новый способ изготовления неместких деталей (положительное решение на заявку N5008598/08), включающий формирование криволинейного профиля на токарной операции и последующее наружное круглое шлифование с продольной подачей, на стадии получения подложки увеличивает производительность процесса шлифования в 2-3 раза. Производственные испытания способа показали его высокую эффективность за счет уменьшения времени обработки детали на 30 %. Ожидаемый экономический эффект составил 11175 рублей в год (в ценах 1991 года).

3. Разработанный новый способ профилографирования поверхностей деталей (А.С. СССР N 1768947), методика и автоматизированный стенд сбора и обработки экспериментальных данных по сравнению с традиционными дают возможность исследовать закономерности образования поверхностей деталей в динамике, значительно повышают производительность измерения параметров процесса резания и показателей точности.

4. Внедрение на предприятии ПО "Барнаульский станкостроительный завод" в 1991 году технологических процессов изгото-

ния деталей автоматических роторных линий с бронзовым покрытием, разработанных на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований привели к увеличению ресурса работы изделия в среднем на 15 % за счет повышения равномерности толщины покрытия, улучшена организация ремонта оборудования. Суммарный годовой экономический эффект составил 100510 рублей. Применение методики функционально-структурного анализа для повышения эффективности действующих технологических процессов на заводе топливной аппаратуры ПО "Барнаултрансмаш" позволило снизить трудоемкость изготовления деталей топливной аппаратуры на 30 % и увеличить коэффициент использования материала в 1,4 раза, что дало суммарный экономический эффект 80940 рублей в год (в ценах 1991 года).

Основное содержание диссертации опубликовано в работах

1. Татаркин Е. Ю., Ситников А. А. Управление точностью обработки на токарных станках с ЧПУ. - В кн.: Повышение эффективности использования станков с ЧПУ в производстве: Тез. докл. научно-практической конференции, Барнаул, НПО Машпром, 1987, с. 20-21.
2. Ситников А. А. Управление точностью обработки. - В кн.: Отделочно-чистовые методы обработки и инструменты автоматизированных производств: Межвуз. сб.: Барнаул, АлтПИ, 1989, с. 95-97.
3. Воронец В. М., Ситников А. А. Расчет показателей точности для токарных операций. В кн.: Повышение эффективности производства машиностроительных предприятий: Тез. докл. респ. науч.-техн. конференции, Душанбе, 1990, с. 54-55.
4. Марков А. М., Ситников А. А., Татаркин Е. Ю. Применение векторного анализа для описания поверхности детали. В кн.: Современные методы повышения эффективности машиностроения: Тез. докл. науч.-техн. конференции, Рубцовск, 1991, с. 78-80.
5. Татаркин Е. Ю., Федорова Н. П., Ситников А. А. Определение межоперационных размеров при изготовлении деталей с покрытиями. // Сварочное производство, 1991, №12, с. 5-6.
6. Татаркин Е. Ю., Ситников А. А., Марков А. М. Совдание автоматизированных измерительных систем на основе конструктивно-функционального анализа. В кн.: Отделочно-чистовые методы обра-

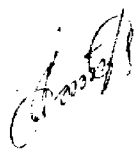
ботки и инструменты автоматизированных производств: Межвуз. сб.: Барнаул, АлтПИ, 1991, с.69-74

7. А. с. N1780931 (СССР). Резец / Е. Ю. Татаркин, Ю. В. Головнев, А. А. Ситников, А. М. Марков, В. М. Воронец. Оpubл. 15.12.92., Бюл. N46.

8. А. с. N1768947 (СССР). Способ контроля топографии обработанных поверхностей/ Е. Ю. Татаркин, А. А. Ситников, А. М. Марков, Ю. В. Головнев, В. М. Воронец. Оpubл. 15.10.92., Бюл. N38.

9. Положительное решение о выдаче а. с.. Способ изготовления жестких деталей/ Е. Ю. Татаркин, А. А. Ситников. Заявка N5008598/08.

10. Положительное решение о выдаче а. с.. Способ изготовления деталей с покрытиями/ Е. Ю. Татаркин, А. А. Ситников. Заявка N5022751/08.



Заказ 676 Тираж 100экз.
АО "АНИТИМ" Барнаул-1993г.