

14493843

ГОСКОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской революции
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое
училище имени Н.Э.Баумана

НЕ ВЕРИТЬ
НА ПРАВА
КОПИИ

На правах рукописи
УДК 621.941.3

КОЛОБОВ Анатолий Юрьевич

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ
МАЛОДЕФОРМИРУЮЩИХ СХЕМ НАДЕЖНОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ
НЕЖЕСТКИХ ЗАГОТОВОК ТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Специальность 05.02.08 - Технология машиностроения

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

Москва - 1989

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана

- Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент А.А.Шатилов
- Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Султан-Заде Н.М.
- кандидат технических наук,
Судьин Ю.А.
- Ведущее предприятие - ЭНИМС, г.Москва

Защита состоится "27" февраля 1989г.
на заседании специализированного совета К 053.15.15 в Москов-
ском высшем техническом училище им.Н.Э.Баумана по адресу:
107005, Москва Б-5, 2-я Бауманская ул., дом 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МВТУ
им.Н.Э.Баумана.

Ваш отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный
печатью, просим направлять по указанному адресу.

_____ 1988г.

_____ Р.К.Мещеряков

М 493343

писано к печати 21.12.88
100 экз.

Актуальность темы.

В настоящее время проводится реконструкция ПО ЗИЛ для перехода к выпуску автомобиля ЗИЛ-433I. Разрабатываются новые технологические процессы и средства технологического оснащения, призванные обеспечить повышение производительности труда, качества и надежности деталей и узлов автомобиля. К ответственным деталям автомобиля относятся гильзы блока цилиндров двигателя, погрешности изготовления которых существенно влияют на эксплуатационные показатели двигателя. Опыт применения автоматических линий для производства жестких точных деталей, в частности - гильз, показал, что одной из основных причин возникновения отклонений формы и расположения обработанных поверхностей являются деформации заготовок при закреплении в станочных приспособлениях (СП). Настоящая работа посвящена созданию методики автоматизированного синтеза схем закрепления заготовок автотракторных гильз, позволяющей оснащать автоматические линии улучшенными СП, применение которых обеспечивает надежное закрепление заготовок и одновременно уменьшает вредное влияние деформаций на точность гильз. Работа выполнена в рамках реконструкции ПО ЗИЛ и представляется актуальной.

Цель работы. Снизить на десятки процентов отклонения формы и расположения ответственных поверхностей автотракторных гильз за счет уменьшения вредного влияния деформаций жестких заготовок при их установке в СП новых автоматических линий при одновременном обеспечении надежного зажима.

Методы исследования. В теоретических исследованиях использованы методы математического моделирования, строительной механики машин, теории вероятностей и математической статистики, гармонического анализа, теории точности механической обработки, теории технологической наследственности, основ расчета и конструирования приспособлений механосборочного производства, теории оптимизации, программирование. В экспериментальных исследованиях использованы кругломер модели 290, тензоизмерительный прибор 228-ДЕ и другие современные контрольно-измерительные средства. Экспериментальные исследования проводились в производственных условиях в механосборочных корпусах ПО ЗИЛ, а также на специально созданных экспериментальных установках в Центральной лаборатории средств контроля ПО ЗИЛ. Расчеты осуществлялись в ВЦ факультета АМ МВТУ им. Н.Э.Баумана.



Научная новизна. В проведенном исследовании:

- учтено существенное влияние на деформированное состояние заготовок гильз при их закреплении в СП реальных производственных факторов, большинство из которых носит вероятностный характер;
- выполнено ранжирование поверхностей гильз и их заготовок с выделением в качестве ответственных поверхностей технологических баз заготовок гильз, конструкторских баз и функциональных поверхностей готовых гильз. При выборе схем закрепления максимальные деформации заготовок гильз от сил закрепления выводятся с ответственных поверхностей с обеспечением их лучшей точности;
- синтез рациональных схем закрепления нежестких заготовок точных гильз реализован в автоматизированном режиме.

Это придает выполненной работе научную новизну.

Практическая ценность работы. Разработанная методика автоматизированного синтеза схем закрепления нежестких заготовок точных деталей типа автотракторных гильз носит обобщенный характер и позволяет: находить выгодные решения при установке заготовок любых гладких гильз в любых современных самоцентрирующих зажимных и аксиальных СП; определять как линейные, так и угловые перемещения в любых точках заготовок гильз при их закреплении; вычислять отклонения формы и расположения, возникающие по обсуждаемой причине, для любых поверхностей гильз и их заготовок; повышать адекватность расчетных схем закрепления заготовок гильз, получаемых методами строительной механики машин, на основе учета факторов реального производства. Методика автоматизированного синтеза схем закрепления нежестких заготовок точных деталей реализована в виде информационно-справочных материалов ИСМ ПО ЗИЛ, а также развитого алгоритмического и программного обеспечения применительно к ЕС ЭВМ.

Результаты исследования использованы при проектировании улучшенных СП новых автоматических линий ПО ЗИЛ и позволяют уменьшать на 10...40% вредное влияние деформаций заготовок гильз при закреплении на точность формы и расположения их ответственных поверхностей при одновременном обеспечении надежного зажима.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 8 печатных работах.

Материалы диссертационной работы доложены на:

- 1) Всесоюзной научно-технической конференции "Научно-техническое сотрудничество "Предприятие-ВУЗ", г.Москва, 1980; 2-3) Все-

союзных научно-технических конференциях "Проблемные вопросы автоматизации производства", г.Краснодар, 1981; г.Минск, 1984; 4) Всесоюзном семинаре "Типовые механизмы станков-автоматов и станков с программным управлением и эффективность их внедрения", г.Киев, 1982; 5) Республиканской конференции "Технологические методы повышения надежности и долговечности металлорежущих станков", г.Киев, 1983; 6) Научно-техническом семинаре "Комплекты оборудования и автоматические линии для массового и крупносерийного производства изделий", г.Москва, МДНТП, 1983; 7) областной научно-технической конференции "Прогрессивные технологические процессы и оборудование, применяемое при обработке нежестких деталей", г.Тольятти, 1985; 8) Республиканской научно-технической конференции "Типовые механизмы станков-автоматов, станков с ЧПУ и эффективность их внедрения", г.Киев, 1985; 9) научных семинарах кафедры "Комплексная технология" МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1982 - 1988 г.г.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов; изложена на 116 страницах машинописного текста. Содержит 41 таблицу, 81 рисунок, 7 приложений, список литературы из 71 наименования.

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы разрешаемое противоречие, цель и задачи исследования, дана общая характеристика работы.

Первая глава посвящена анализу состояния и перспектив развития расчетов погрешностей обработки нежестких точных деталей в связи с деформациями их заготовок при закреплении в СП.

В массовом производстве нежестких точных автотракторных гильз существует проблема уменьшения вредного влияния деформаций их заготовок при закреплении в СП на точность формы и расположения обработанных поверхностей. Причина существования проблемы заключена в следующем:

- в целях улучшения качества и надежности двигателей требования к точности гильз нарастают, что отражено в соответствующих стандартах;

- в целях сокращения расхода металла относительные толщины стенок гильз имеют тенденцию к уменьшению, что ведет к увеличению собственной податливости заготовок гильз;

- в целях повышения производительности труда режимы резания на операциях механической обработки заготовок гильз становятся более интенсивными, что требует большей надежности закрепления в СП.

В этих условиях нуждаются в дальнейшем совершенствовании методики выбора рациональных схем закрепления нежестких заготовок точных деталей. Эпюры силового взаимодействия заготовок с опорами и зажимными механизмами СП получают из условий равновесия. Как правило эти эпюры носят идеализированный характер и не учитывают искажений в связи с реальным состоянием технологических баз заготовок. Кроме того недостаточно учитывается нестабильный, вероятностный характер таких производственных факторов, как жесткость заготовок из-за дисперсии размеров и модуля упругости материала, качество изготовления и износ ответственных механизмов СП, величина давления в пневмо- и гидросети и других источников нестабильности зажимных усилий. Недостаточная ориентация на ЭВМ сдерживает использование методик в инженерной практике.

В общем случае при закреплении в заготовках возникают линейные и угловые перемещения. Эпюры этих перемещений имеют волнообразный затухающий характер. Это открывает возможность для вывода максимальных перемещений из зон ответственных поверхностей с повышением точности последних. Однако этот резерв не использовался при проектировании СП автоматических линий для обработки автотракторных гильз.

На основании проведенного исследования и в соответствии с целью работы были решены следующие основные задачи:

1. Разработать структурную математическую модель возникновения отклонений формы и расположения поверхностей точных нежестких деталей в связи с деформациями их заготовок при закреплении в СП.

2. Разработать количественную математическую модель влияния деформаций заготовок при закреплении на точность обработки автотракторных гильз на основе использования методов строительной механики машин и результатов производственных и экспериментальных исследований.

3. Разработать и реализовать методику автоматизированного синтеза рациональных схем закрепления заготовок автотракторных гильз в СП.

4. Внедрить результаты исследования в производство.

Под схемой закрепления понимается сущность, реализуемая при силовом взаимодействии заготовки с зажимным механизмом и опорами СП и влияющая на надежность закрепления и точность обработки. Схема закрепления характеризуется качественными и количественными показателями. К качественным показателям относятся характер и распределение силовых факторов относительно заготовки, к количественным – величина силовых факторов.

Объектами исследования выбраны гильзы блоков цилиндров двигателей, выпускаемых ПО ЗИЛ, и СП для установки заготовок этих гильз. Гильзы обрабатываются по 6 – 8 степеням точности формы по ГОСТ 24643-81 (СТ СЭВ 636-77), изготавливаются из специального серого чугуна. В технологическом процессе обработки этих гильз термообработка отсутствует.

Вторая глава посвящена теоретическому исследованию влияния схем закрепления нежестких заготовок на точность механической обработки.

В итоге обзора данных производства и литературных источников разработана структурная модель влияния деформаций нежестких заготовок точных деталей при закреплении в СП на точность формы и расположения обработанных поверхностей, устанавливающая качественные связи между указанными отклонениями и определяющими их факторами:

$$\{\Delta_i\} = f(\{\alpha_j\}, \{\delta_k\}, \{\psi_e\}, \{\lambda_m\}), \quad (I)$$

где Δ_i – точностные параметры обработанной поверхности;

α_j – параметры схемы закрепления; δ_k – факторы, влияющие на параметры схемы закрепления; ψ_e – параметры жесткости заготовки; λ_m – характеристики обрабатываемых поверхностей.

Параметры схемы закрепления $\{\alpha_j\}$ включают в себя характер сил закрепления α_1 , их величину α_2 , осевые α_3 и угловые α_4 координаты сил закрепления.

Силы закрепления делятся на осесимметричные и несимметричные, сосредоточенные и распределенные, постоянной и переменной величины. Характер сил закрепления α_1 влияет как на величину, так и на качественные характеристики погрешностей обработки. Осесимметричные силы вызывают появление отклонений от цилиндричности и полного торцового биения, несимметричные – отклонений от круглости и цилиндричности, полного торцового и торцового биений обработанных поверхностей. Чем больше несимметрия сил

закрепления, тем больше погрешности обработки.

К факторам, влияющим на параметры схемы закрепления, относятся: тип СП δ_1 , качество изготовления, сборки и износ СП δ_2 , усилие на приводе γ_3 , точность его регулировки δ_4 , отклонения формы и расположения технологических баз заготовок δ_5 .

Параметрами жесткости заготовки являются модуль упругости материала Ψ_1 , геометрия и размеры заготовки Ψ_2 .

Характеристики обрабатываемых поверхностей включают в себя координаты λ_1 , требования к точности после обработки λ_2 и ранжирование λ_3 по функциональному назначению поверхности и требованиям к точности ее обработки. Применительно к автотракторным гильзам к неответственным относится наружная поверхность среднего контура гильзы, к ответственным – отверстие и установочные пояски. К ответственным поверхностям заготовок относятся поверхности, служащие технологическими базами.

На основе структурной модели с использованием методов строительной механики машин разработана количественная математическая модель влияния деформаций заготовок автотракторных гильз при закреплении в СП на точность формы и расположения обработанных поверхностей, устанавливающая в детерминированной постановке количественные связи между указанными отклонениями и параметрами, определяющими схему закрепления и жесткость заготовки.

В разработанной количественной модели контактные условия в стыке "заготовка – зажимные элементы СП" не учитывались, что позволяет рассматривать задачу в линейной постановке и использовать принцип суперпозиции. Отказ от учета контактных условий приводит к большим погрешностям расчетов, однако они идут в запас при определении точности. На основе принципа суперпозиции любую схему закрепления можно представить в виде комбинации элементарных расчетных схем. Применительно к гильзам к таким элементарным схемам относятся закрепления: кольцевой силой, несколькими сосредоточенными силами, несколькими линейчатыми силами постоянной величины, постоянным давлением, несколькими сосредоточенными и распределенной осевыми силами.

Количественная модель выявила сложные взаимные связи между погрешностями обработки и параметрами схемы закрепления и жесткости заготовки, волнообразный затухающий характер этих погрешностей. Длина зоны затухания зависит от толщины h заготовки и радиуса r ее срединной поверхности, а также от степени несимметрии схемы закрепления. Для несимметричных схем с уменьшением

толщины заготовки зона деформаций уменьшается, для несимметричных — увеличивается. Величина отклонений формы и расположения обработанных поверхностей прямо пропорциональна величине модуля упругости материала заготовки и имеет гиперболическую зависимость от количества сил закрепления, уменьшаясь с увеличением числа последних. Зависимость погрешностей обработки от размеров заготовки имеет сложный нелинейный характер, различный для каждой конкретной схемы закрепления. В результате возникает многофакторная многокритериальная задача, решение которой объективно требует перебора большого числа расчетных вариантов на ЭВМ.

В условиях реального производства факторы, определяющие схему закрепления и жесткость заготовки, имеют вероятностный характер. Для обеспечения адекватности количественной модели производственным условиям необходимо введение в модель данных по нестабильности перечисленных выше факторов, учет явлений технологического наследования, влияния реального состояния технологических баз заготовок на характеристики схемы закрепления.

Третья глава посвящена обеспечению адекватности количественной математической модели производственным условиям за счет использования экспериментальных данных по технологическому наследованию, нестабильности факторов, влияющих на деформированное состояние заготовок автотракторных гильз при закреплении. Эксперименты проводились в производственных условиях на действующем оборудовании, а также на специальных установках с привлечением современных методов и приборов.

Исследовался технологический процесс изготовления гильзы блока цилиндров двигателя ЗИЛ-375, близкой по конструктивным, жесткостным и точностным параметрам гильзе нового дизельного двигателя ЗИЛ-645. Для установки заготовок гильз двигателя ЗИЛ-375 на различных операциях используются самозажимные эксцентриковые патроны; оправки кулачковые, цанговые, гидропластмассовые; аксиальные патроны; патроны с резиновой пневматической оболочкой.

Точность обработки оценивалась по выборке большого объема, прошедшей весь технологический цикл обработки от получения исходной заготовки (литье в песчаные формы) до получения готовой гильзы. Для каждой заготовки, принадлежавшей выборке, после каждой операции, по одним и тем же трассам измерялись фактические значения осевых и диаметральных размеров; отклонения от круглости, цилиндричности, профиля продольного сечения; радиальные

и торцовые бияния. Результаты измерений были подвергнуты статистической обработке. Круглограммы поверхностей гильз и их заготовок подвергались гармоническому анализу. Устанавливались корреляционные связи, в том числе для гармонических составляющих спектра поверхностей. Определялись коэффициенты технологического наследования обработанными поверхностями отклонений формы и расположения технологических баз и обрабатываемых поверхностей. Выявлялся вклад деформаций заготовок при закреплении в возникающие после каждой операции отклонения формы и расположения поверхностей. Оценивалось влияние нестабильности производственных факторов на величины деформаций заготовок гильз.

Проведенные в производственных условиях исследования позволили установить следующее:

- имеет место значительная нестабильность отклонений размеров, формы и расположения поверхностей гильз и их заготовок;

- на протяжении всего технологического цикла обработки гильз в спектрах круглограмм преобладают вторая и третья гармоники;

- имеет место качественная и количественная нестабильность спектров обработанных поверхностей. Процентное отношение овальных и граничных гильз меняется от операции к операции;

- при установке заготовок гильз по некруглым технологическим базам в СП с жесткими зажимными элементами реализуются схемы закрепления преимущественно двумя - тремя силами;

- самозажимные патроны с тремя эксцентриками и патроны с пневматической резиновой оболочкой мало чувствительны к отклонениям формы технологических баз. Для первых это объясняется интенсивным зажимом тремя силами, для вторых - неинтенсивным зажимом резиновой оболочкой, податливость которой во много раз больше податливости заготовок;

- при закреплении заготовок на кулачковых и цанговых оправках и в аксиальных патронах с жесткими зажимными элементами отклонения формы и расположения технологических баз искажают силы закрепления в сторону большей несимметрии, что в несколько раз снижает точность обработки по параметрам отклонений формы и расположения поверхностей.

В результате экспериментальных исследований на производственном оборудовании и на специальных установках с привлечением методов тензометрии, а также расчетно-аналитическими методами

оценен вклад основных дестабилизирующих факторов в нестабильность погрешностей обработки гильз из-за деформаций их заготовок при закреплении в СП. Полученные данные приведены в таблице.

По итогам выполненного экспериментального исследования в идеализированную количественную модель заложены статистически достоверные данные по нестабильности параметров $\{\delta_k\}$ и $\{\psi_e\}$. Разработаны расчетные схемы для закрепления заготовок автотракторных гильз, учитывающие величину и характер отклонений формы и расположения технологических баз.

В четвертой главе приведена методика автоматизированного синтеза рациональных схем закрепления заготовок автотракторных гильз в СП автоматических линий.

Под рациональной понимается такая схема закрепления, реализация которой обеспечивает заданную точность формы и расположения обработанных поверхностей с учетом их ранжирования. При этом полагаются известными координаты сил закрепления, состояние технологических баз, требования к надежности закрепления и производительности.

Предложена методика ранжирования поверхностей автотракторных гильз.

Учет полей рассеивания дестабилизирующих факторов и применение вероятностных методов позволяет оценивать ожидаемую нестабильность точности обработки из-за нестабильности деформаций заготовок при закреплении.

Методика синтеза рациональных схем закрепления заготовок в СП содержит следующие этапы:

1. Выбор исходного типа СП с учетом реализуемой схемы установки, состояния технологических баз, требований к точности обработки и надежности закрепления.

2. Определение величины сил надежного закрепления при заданных режимах обработки. Составление идеализированной расчетной схемы для заготовки, закрепленной в СП.

3. Уточнение расчетной схемы с учетом отклонений формы и расположения технологических баз, нестабильности сил закрепления и жесткости заготовок, явлений технологического наследования.

4. Ранжирование обрабатываемых поверхностей. Установление границ варьирования осевых и угловых координат приложения сил закрепления.

5. Разложение расчетной схемы на элементарные схемы.

6. Расчет деформированного состояния заготовки.

Таблица. Оценка влияния на нестабильность отклонений формы и расположения обработанных поверхностей гильз нестабильности факторов жесткости заготовок и факторов, влияющих на схему закрепления (в % от математического ожидания Δ_i).

фактор	Типы СИ (фактор χ_i)										
	с эксцентри-ками			кулачковое	плановое	аксиальное				гидропласт-масовое	с резиновой обложкой
	КРУГЛЫМИ	по спира-ли				плита жесткая	плита жесткая	плита жесткая	плита жесткая		
		Архимеда	ли								
Параметры жесткости заготовок $\{\psi_i\}$: модуль упругости (ψ_1) размеры заготовки (ψ_2) Размер технологической базы: диаметральный осевой Сила резания Факторы $\{\chi_k\}$: , износ (χ_2) качество давление в сети (χ_3) регулировка усилия на приводе (χ_4) отклонения формы техно-логических баз (χ_5)	30 18 5 - 105 - 8 -	30 - - - 105 - 8 -	- - - - 105 - - -	30 7 - - - 17 40 30 140	30 7 26 - - 12 40 30 120	30 4 - 20 - 4 40 35 70	30 4 - - - 10 40 35 90	30 4 - - - 4 40 35 10	30 8 28 - - 40 40 60 12	30 0,5 - - - - 40 40 19 -	
Суммарная вероятностная оценка нестабильности $\{\Delta_i\}$	III	109	153	136	93	III	62	93	51		

7. Расчет отклонений формы и расположения обработанных поверхностей гильз по линейным и угловым перемещениям обрабатываемых поверхностей заготовки при закреплении.

8. Поиск оптимизационными методами (симплекс-методом по схеме Нелдера-Мида или перебором с постоянным шагом) угловых и осевых координат сил закрепления, обеспечивающих заданную точность обработки ответственных поверхностей при условиях, заданных на этапе 4.

9. Оценка рациональности схемы закрепления по параметрам отклонений формы и расположения обработанных поверхностей.

10. При невозможности обеспечения требуемой точности обработки изменение конструкции СП или выбор другого типа СП из числа рекомендуемых и повторение алгоритма, начиная с пункта 2.

Рациональность схемы закрепления оценивается глобальной целевой функцией F , выбранной в виде:

$$F = (f_1 * f_2 * \dots * f_i * \dots * f_j)^{1/j}, \quad (2)$$

где f_i - локальная целевая функция i -го параметра точности, общее количество которых равно j . Локальные целевые функции приняты в виде, предложенном Е. Харрингтоном:

$$f_i = \begin{cases} 1 & \text{при } \Delta_i \leq \Delta_{i1}; \\ \left(\frac{\Delta_{i2} - \Delta_i}{\Delta_{i2} - \Delta_{i1}} \right)^{\xi_i} & \text{при } \Delta_{i1} < \Delta_i < \Delta_{i2}; \\ 0 & \text{при } \Delta_{i2} \leq \Delta_i, \end{cases} \quad (3)$$

где Δ_i - значение i -го параметра точности; Δ_{i2} - показатель брака по i -му параметру точности; Δ_{i1} - достаточное значение точности, определяемое экономически обоснованными возможностями соответствующего метода обработки. Такой вид целевых функций стимулирует повышение точности обработки ответственных поверхностей за счет неответственных. Ранжирование поверхностей учитывается параметром $0,1 \leq \xi_i \leq 10$. Большие значения ξ_i соответствуют ответственным поверхностям.

Этапы 5 - 9 методики выполняются с использованием ЭВМ по программе, составленной на языке ФОРТРАН-IV. Программа содержит 48 подпрограмм и занимает 110 кбайт оперативной памяти.

Пятая глава посвящена использованию результатов исследования в работах по технологической подготовке производства гильз блока цилиндров дизельного двигателя ЗИЛ-645 автомобиля ЗИЛ-4331, которые включают в себя реализацию программы автоматизированного синтеза схем закрепления заготовок гильз с поиском рациональных схем закрепления и разработку предложений по оснащению новых автоматических линий, которые реализованы. В ряде случаев подтверждена рациональность использования оснастки, выбранной априорно.

Исходные заготовки гильз двигателей ЗИЛ-645 и ЗИЛ-375 получают литьем в песчаные формы. Геометрия, жесткость и маршрутная технология этих гильз различаются незначительно. Таким образом, при синтезе схем закрепления заготовок гильзы ЗИЛ-645 можно использовать результаты исследования технологического процесса изготовления гильзы ЗИЛ-375. Однако требования к точности формы и расположения поверхностей гильзы ЗИЛ-645 выше, чем гильзы ЗИЛ-375, на I - 3 степени точности по ГОСТ 24643-81 (СТ СЭВ 636-77). На некоторых операциях техпроцесса обработки гильзы ЗИЛ-645 используются более жесткие режимы обработки, что требует больших сил закрепления. Это усложняет задачу обеспечения требуемой точности обработки гильз ЗИЛ-645.

Выбранные типы СП и схемы закрепления заготовок гильз ЗИЛ-645, синтезированные по разработанной методике, обеспечили надежное закрепление заготовок при заданной производительности автоматической линии и снижение вредного влияния деформаций при закреплении на 10...40% по сравнению с действующими линиями.

ВЫВОДЫ

1. Деформации нежестких заготовок точных деталей при их закреплении в субъективно спроектированных СП снижают точность обработки по параметрам отклонений формы и расположения поверхностей, достигая 70% величин этих отклонений на операциях черновой обработки и до 20% - на операциях чистовой обработки.

2. Стремление снизить металлоемкость автотракторных гильз за счет уменьшения их стенок и повысить производительность обработки за счет применения интенсивных режимов резания субъективно вступает в противоречие с нарастающими требованиями к точности гильз. Это заставляет искать пути уменьшения вредного

влияния деформаций при закреплении заготовок на точность за счет использования научно обоснованных схем закрепления и их воплощения в СП.

3. Эффективность методики автоматизированного синтеза схем закрепления нежестких заготовок точных деталей обеспечивается использованием методов строительной механики машин; применением ЭВМ; обеспечением адекватности производственным условиям на основе учета факторов автоматизированного производства (таких как: нестабильность жесткости устанавливаемых заготовок в связи с нестабильностью размеров и модуля упругости материала заготовок, нестабильность силовых воздействий на заготовку из-за отклонений размеров, формы и расположения технологических баз заготовок, нестабильное действие зажимных механизмов, разветвленность технологического процесса); ранжированием обрабатываемых поверхностей и выводом зон максимальных деформаций с ответственных поверхностей; взаимным гашением деформационных волн; использованием методов моделирования и оптимизации.

4. При проектировании СП автоматических линий для производства автотракторных гильз необходимо:

- использовать рациональные схемы закрепления заготовок;
- учитывать явления технологического наследования и использовать упругие зажимные элементы, уменьшающие вредное влияние отклонений формы и расположения технологических баз заготовок;
- регламентировать не только минимальную, но и максимальную величину сил закрепления, определяемую требуемой точностью обработки;
- применять приводы, развивающие постоянные усилия.

5. Применительно к СП автоматических линий для производства автотракторных гильз выявлена целесообразность использования: самозажимных патронов с эвольвентными эксцентриковыми кулачками для установки заготовок необработанными технологическими базами при выполнении операций чернового растачивания; патронов и оправок с разрезными цапгами по ГОСТ 31.1066.02-85 для установки заготовок обработанными технологическими базами при выполнении операций точения и растачивания; аксиальных патронов с лепестковыми зажимными элементами для установки заготовок при выполнении операций алмазного растачивания; патронов с резиновыми пневматическими оболочками для установки заготовок при выполнении операций хонингования.

6. Методика автоматизированного синтеза схем закрепления заготовок автотракторных гильз и разработанные с ее использованием СП способствуют успешному разрешению противоречия, заключенного в необходимости осуществления надежного и одновременно малодеформирующего закрепления, повышая при прочих равных условиях точность формы и расположения поверхностей заготовок гильз, используемых в качестве технологических баз на операциях механической обработки, и ответственных поверхностей готовых гильз. Количественная оценка такого улучшения соизмерима с десятками процентов.

7. Результатами работы явились:

- методика автоматизированного синтеза схем закрепления заготовок деталей типа гильз;

- универсальная программа для ЭВМ синтеза схем закрепления заготовок автотракторных гильз и определения отклонений формы и расположения обработанных поверхностей, возникающих из-за деформаций заготовок при закреплении в СП;

- СП для установки заготовок гильз блока цилиндров двигателя ЗИЛ-645 автомобиля ЗИЛ-4331 при обработке на автоматических линиях;

- информационно-справочный материал ПО ЗИЛ ИСМ.37.105.2П153-86 "Методика определения рациональных схем закрепления заготовок тонкостенных цилиндрических деталей на основе применения ЭВМ".

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Колобов А.Ю. Исследование точности обработки гильз блока цилиндров в связи с деформациями при закреплении в станочных приспособлениях //Научно-техническое сотрудничество "Предприятие - ВУЗ": Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. - М.: 1980. - С. 53-54.

2. Шатилов А.А., Блинов Д.С., Колобов А.Ю. Деформации при закреплении заготовок и точность обработки //Труды МВТУ.- 1980. - №341.- С. 81-91.

3. Шатилов А.А., Колобов А.Ю. Перспективы развития расчетов точности механической обработки тонкостенных деталей в связи с деформациями при технологических воздействиях //Проблемные вопросы автоматизации производства: Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции.- Краснодар: 1981.- С. 76-77.

4. Шатилов А.А., Колобов А.Ю., Яковлев А.И. Точность механической обработки автотракторных гильз // Комплекты оборудования и автоматические линии для массового и крупносерийного производства изделий. - М.: МДНТП, 1983. - С. 94-101.

5. Шатилов А.А., Колобов А.Ю., Яковлев А.И. О необходимости разработки всесоюзного типажа станочных приспособлений для автоматических линий // Проблемные вопросы автоматизации производства: Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. - Минск: 1984. - С. 198-199.

6. Шатилов А.А., Колобов А.Ю., Петров Ю.А. Влияние деформаций при закреплении в станочных приспособлениях на точность обработки деталей типа гильз в условиях массового производства // Технология и автоматизация машиностроения. - Киев: 1985. - Вып. 35. - С. 117-123.

7. Колобов А.Ю. Проблемы создания станочных приспособлений для автоматических линий по изготовлению точных нежестких деталей // Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции. - Фрунзе: 1986. - С. 40-41.

8. Шатилов А.А., Колобов А.Ю. Синтез рациональных схем закрепления в станочных приспособлениях заготовок деталей типа гильз // Труды МВТУ. - 1988. - №501. - С. 3-15.

