

М4215801

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

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

На правах рукописи

БЛИНОВ Дмитрий Сергеевич

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

УДК 621.941.3

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ
САМОЦЕНТРИРУЮЩИХ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ТОЧНЫХ
ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

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

1984

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
ШАТИЛОВ А.А.

Официальные оппоненты

- доктор технических наук, профессор
ЛЕВИНА З.М.

кандидат технических наук
СУДЫН Д.А.

Ведущее предприятие

- Всесоюзный научно-исследовательский институт по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ Госстандарта)

Защита состоится " " _____ 198 года на заседании специализированного совета К 053.15.15.

Московское высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана по адресу: 107005, Москва Е-5, 2-

Ваш отзыв на автореферат в печать, просим направлять по ук

С диссертацией можно ознакомиться. Н.Э. Баумана.

Автореферат разослан " " _____

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

кандидат технических наук,
доцент

1664 Л - 83551 от
28.11.84
М. В. Баумана,

M421581

Актуальность темы. Успешное выполнение задач, которые XXVI съезд партии поставил перед советскими машиностроителями, требует дальнейшего совершенствования технологической оснастки, в частности наиболее распространенной и дорогостоящей ее разновидности – станочных приспособлений (СП). СП существенно влияют на сроки технологической подготовки производства новых изделий, качество и себестоимость продукции, производительность труда.

Основные тенденции развития СП связаны с повышением их точности, параметрической надежности и переналаживаемости, что особенно важно в условиях гибких производств. До последнего времени отечественное машиностроение не располагало станочными патронами и оправками, которые одновременно бы являлись высокоточными и переналаживаемыми, хотя потребность в них велика. В программе комплексной стандартизации "Переналаживаемая технологическая оснастка на 1981-1985 годы", утвержденной постановлением Госстандарта от 1 июля 1982 г. № 107, предусмотрена разработка и стандартизация точных переналаживаемых самоцентрирующих зажимных приспособлений (СЗП), что подчеркивает актуальность выполненного исследования.

Методы исследования. В проведенных исследованиях использованы научные положения технологии машиностроения, основ конструирования приспособлений механосборочного производства, теории упругости, строительной механики машин, сопротивления материалов, теории надежности, теории вероятностей и математической статистики. Широко использовалась вычислительная техника (разработано 8 программ), точные современные измерительные устройства (CORDIMET-700, TALYROND, TALYSIRF, УИМ-21 и др.). Экспериментальные исследования выполнены в центральных лабораториях и производственных корпусах ЗИЛА, на опытных заводах НПО Оргстанкинпром и МВТУ им. Баумана, а расчетные работы – в вычислительных центрах МВТУ им. Баумана и ЗИЛА.

Цель работы. Разработка, исследование и внедрение в производство точных переналаживаемых приспособлений.

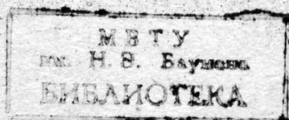
Научная новизна. Исследования состоят в учете контактных условий закрепления заготовок в переналаживаемых СЗП. Необходимость в контактном подходе диктуется переналаживаемостью, когда

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1421581

Блинов Л.С. Разработка и ис



1

в одном и том же приспособлении могут устанавливаться заготовки с различными радиусами кривизны технологических баз и модулями упругости материалов. Суть контактного подхода — в рассмотрении сил закрепления в виде интенсивностей, приложенных к площадкам конечных размеров, а не в виде сосредоточенных силовых факторов, как это делалось ранее. Контактный подход позволил выявить ряд параметров, влияние которых на точность установки заготовок ранее недооценивалось, что нежелательно при создании высокоточной оснастки. Тем самым были разработаны конструкторские и технологические пути успешного разрешения противоречия между большими перемещениями ответственных деталей центрирующих зажимных механизмов переналаживаемых патронов и оправок и точностью обработки устанавливаемых в них заготовок.

На защиту выносятся:

- методики исследования напряженно-деформированного состояния ответственных деталей центрирующих зажимных механизмов точных переналаживаемых приспособлений и устанавливаемых в них заготовок;

- методики и результаты исследования точности установки и обработки заготовок при использовании точной переналаживаемой оснастки;

- обоснование выбора конструктивных и технологических параметров исследуемых приспособлений, существенно влияющих на точность и переналадку;

- инженерные методики расчета и конструирования патронов и оправок, обеспечивающих надежное закрепление и высокоточную обработку заготовок, в том числе тонкостенных, диаметральные размеры баз которых могут изменяться в пределах 10% от номинала;

- результаты внедрения разработанных приспособлений.

Практическая ценность и реализация результатов работы.

Разработаны информационно-справочные материалы (ИСМ) МосавтоЗИДа по расчету и конструированию точных переналаживаемых приспособлений кулачковых и с разрезными цангами.

Созданными приспособлениями оснащены 314 станков основного производства ПО ЗИЛ с получением реального экономического эффекта за счет сокращения трудоемкости технологических операций, высвобождения вспомогательного оборудования и производственных площадей.

Для ЕС ЭВМ создана и успешно используется программа расчета точных приспособлений с разрезными цапгами, имеющих рациональные геометрические, точностные, прочностные и жесткостные параметры.

Разработаны программы и графики по определению: элер контактного взаимодействия кулачковых центрирующих зажимных механизмов с устанавливаемыми заготовками (толстоствнными и тонкостенными); отклонений форм и расположения обработанных поверхностей заготовок в связи с их деформациями при закреплении.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертации изложены в 11 печатных работах.

Материалы диссертационной работы доложены на: 1) научно-техническом совещании "Контактная жесткость в машиностроении", г. Куйбышев, 1977; 2) Всесоюзном семинаре "Технологические методы повышения качества машин", г. Фрунзе, 1978; 3) Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемные вопросы автоматизации производства", г. Рига, 1978 (два доклада); 4) научно-техническом совете НПО "Оргстанкинпром", г. Москва, 1979; 5) Всесоюзной научной конференции "Научно-техническое содружество "Предприятие - ВУЗ", г. Москва, 1980; 6) Республиканской научно-технической конференции "Исследование и перспективы развития зажимных, загрузочных и фиксирующих механизмов станков-автоматов и станков с программным управлением", г. Киев, 1980; 7) Всесоюзном совещании "Проектирование на ЭВМ технологических процессов и оснастки", г. Ростов-на-Дону, 1980; 8) научно-техническом семинаре конструкторов технологической оснастки МосавтоЗИЛа, г. Москва, 1980; 9) Региональной научно-технической конференции "Проблемы совершенствования технологической оснастки в машиностроении", г. Фрунзе, 1981; 10) научно-техническом семинаре "Разработки МВТУ им. Баумана в области технологической оснастки", г. Горький, 1982; 11) кафедре "Технология металлов" МВТУ им. Баумана, г. Москва, 1977, 1978, 1984.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов, изложенных на 114 страницах машинописного текста. Содержит 28 таблиц, 85 рисунков, 9 приложений и список литературы из 105 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе показана роль в современном машиностроении СП, в частности - самоцентрирующих зажимных. Сформулированы основные требования к современным СЗП и параметры их оценки: тип; характеристика устанавливаемых заготовок (форма, диаметральные и осевые размеры баз; отклонения диаметральных размеров баз при использовании приспособления одного типоразмера; технологические методы формообразования заготовок и их баз); привод; усилия закрепления заготовок (эпюры силового взаимодействия, стабильность, надежность); точность установки и обработки заготовок (точность установки в радиальном и осевом направлениях, отклонения формы и расположения обработанных поверхностей, наследование отклонений формы баз, жесткость, точностная надежность); переналаживаемость; области применения; наличие достоверных методов расчета; уровень стандартизации.

Анализ современных СЗП по перечисленным выше параметрам показал, что основные тенденции развития этих приспособлений противоречивы и связаны со стремлением повысить точность обработки, надежность и увеличить переналаживаемость, прежде всего - по параметру диаметрального размера базы заготовки. Для решения этой проблемы можно использовать разные пути, в частности - использовать кулачковые центрирующие зажимные механизмы и разрезные цанги (нетрадиционные) с увеличенной протяженностью деформируемых участков. Прототипы таких устройств известны. Однако они не были достаточно изучены, что не позволяло реализовать заложенные в них возможности по точности и переналаживаемости. С учетом изложенного, объектами исследования выбраны СЗП кулачковые и с разрезными цангами.

Задачи исследования:

- с учетом контактных условий исследовать напряженно-деформированное состояние ответственных деталей изучаемых приспособлений и устанавливаемых в них заготовок;
- разработать методики расчета приспособлений на точность, жесткость, зажимную способность, а также установить допустимые перемещения самоцентрирующего зажимного механизма;
- исследовать точность установки и обработки заготовок по параметрам отклонения формы и расположения поверхностей вращения и торцов в зависимости от конструкции приспособления, перемещений

центрирующего зажимного механизма, состояния баз заготовок, усилия закрепления, распространенных технологических методов обработки заготовок;

- исследовать точностную надежность изучаемых приспособлений;
- на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработать инженерные методики расчета и проектирования рациональных конструкций точных переналаживаемых приспособлений;
- определить рациональные области использования разработанной оснастки.

Вторая глава посвящена исследованиям напряженно-деформированного состояния ответственных деталей вышеуказанных СЭП и устанавливаемых в них заготовок. Взаимодействие кулачков СЭП с базой установленной заготовки рассмотрено на основе контактных условий для двух случаев.

Первый случай - закрепление жестких заготовок (радиус базы соизмерим с толщиной стенки). Исследование проводилось методами контактной задачи теории упругости. Эпюра контактного давления определялась путем совместного решения на ЭВМ методом конечных разностей уравнения равновесия кулачка и уравнения совместности деформаций контактирующих тел. Анализ показал, что в качестве эпюры контактного давления целесообразно принять эллипс. По разработанной программе в безразмерной форме получены графические зависимости, определяющие эллиптическую эпюру контактного давления через ее полуоси (полуугол контакта и максимальное контактное давление), охватывающие почти все возможные случаи практики. Найденные эпюры контактного давления являются исходными данными для исследования напряженно-деформированного состояния закрепляемой заготовки методами задачи плоской деформации теории упругости. По разработанной программе для конкретного количества кулачков m в безразмерной форме построены графики, определяющие максимальное эквивалентное напряжение, место его расположения и перемещения точек заготовки в связи с деформациями от усилий закрепления. Перемещения позволяют определить отклонения формы и расположения обработанных поверхностей от действия контактных усилий, закрепляющих заготовку.

На величину отклонений, помимо числа m кулачков и собствен-

венной жесткости заготовки, существенно влияют полуугол контакта кулачка с заготовкой и соотношение модулей упругости и радиусов кривизны контактирующих тел. Кроме того, чем ближе обрабатываемая поверхность к базовому отверстию, тем больше значения получаемых отклонений.

Второй случай – закрепление относительно нежестких заготовок (радиус базы в 4 и более раз больше толщины стенки) является дальнейшим развитием известных решений В.С. Корсакова. Исследование проводилось методами строительной механики машин. Используя граничные условия, уравнения равновесия и совместности перемещений контактирующих тел, была составлена система 9 параметрических уравнений. В результате реализации этой системы на ЭВМ по составленной программе определены: эпюра контактного давления, внутренние силовые факторы в материале заготовки и перемещения ее точек от усилий закрепления. С помощью ЭВМ для конкретного m построены в безразмерной форме графики, определяющие полуугол контакта и отклонения формы заготовки от усилий закрепления. Зная полуугол контакта, по аналитическим зависимостям можно определить точностные, силовые и прочностные параметры.

Полученные решения дают хорошую сходимость с общеизвестными решениями Герца, Штаермана, Ламе, Корсакова и имеют более широкую область применения.

В исследованиях напряженно-деформированного состояния разрезных цанг учитывался нетрадиционный характер последних. Разрезная цанга представляет собой тонкостенную оболочку, разрезанную в шахматном порядке полусквозными пазами, и рассматривалась как пружина с участками в виде лепестков – стержней и сопряженных с ними упругих сочленений, работающих как брусья большой кривизны. Исследование проводилось методами сопротивления материалов и теории упругости. Был вскрыт механизм деформирования разрезных цанг и разработана методика их расчета. Анализ полученного решения показал, что разжим цанги может достигать 10% от номинала, причем остаточные деформации не возникают. Это обеспечивает длительную эксплуатацию приспособления при установке различных заготовок. В основном большой разжим цанги осуществляется за счет угловых деформаций сочленений. На податливость цанги больше всего влияют: количество лепестков, геометрия сочленения и длина цанги. Цанга при деформации приобретает в продольном сечении седлообразный характер.

В связи с этим на точность установки заготовки по параметрам радиального и торцового биений существенно влияют длина заготовки и ее расположение вдоль оси симметрии приспособления, что в других приспособлениях обычно не учитывалось.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям деформированного состояния и зажимной способности разрезных цанг. Для подтверждения теоретических исследований деформированного состояния разрезных цанг проводились следующие эксперименты: на микроскопе УИМ-21 по четырем трассам измерялся продольный профиль образующей цанги; с помощью концевых мер измерялось расширение прорезей цанги вдоль ее оси (расхождение с теорией не более 15%).

Экспериментальное изучение податливости сочленения цанги проводилось на специально сконструированной установке с помощью натуральных образцов сочленений. Данные эксперимента аппроксимировались прямыми линиями методом наименьших квадратов, затем были преобразованы к безразмерному виду, что позволило, используя трехфакторный регрессионный анализ, установить влияние геометрии сочленения на податливость цанг с помощью безразмерных коэффициентов. Для обработки экспериментальных данных были разработаны две программы расчетов на ЭВМ.

Исследовались условия закрепления заготовок в приспособлениях с разрезными цангами. Было установлено, что контакт цанги с закрепляемой заготовкой осуществляется в двух сечениях, совпадающих с торцами заготовки; в местах контакта отсутствуют краевые эффекты; на разжим цанги до силового контакта с заготовкой расходуется 2-5% усилия на приводе, а остальная его часть идет на надежное закрепление заготовки. С учетом этих данных были разработаны расчетные схемы закрепления заготовок, составлены уравнения по определению усилий закрепления заготовок и передаваемого крутящего момента. Экспериментальная проверка зажимной способности разрезных цанг проводилась на специально сконструированной установке и показала хорошую сходимость с теоретическими данными (расхождения составляют 10-15%).

Глава четвертая посвящена исследованию точности переналаживаемых СЗП кулачковых и с разрезными цангами. Точность установки оценивалась по радиальному и торцовому биениям эталонных жестких колец с установлением статистических характеристик распределения. По специально разработанной программе определялись: математичес-

кое ожидание; среднее квадратичное отклонение; теоретический закон распределения, который наилучшим образом согласуется с эмпирическими данными (программа использует законы распределения Гаусса, Релея, Максвелла, экспоненциальный и критерии согласия Пирсона, Колмогорова, Бернштейна, Ястремского). Эталонные кольца имели базовые отверстия различного диаметра, что позволяло моделировать различные исходные диаметральные зазоры между этими отверстиями и центрирующими зажимными механизмами экспериментальных оправок (от 0,1 до 4 мм), а также различные длины (от 30 до 100 мм). Экспериментальные оправки с разрезными цапгами имели различные наружные диаметры (68 и 70 мм), а кулачковые - числа кулачков (от 3 до 12), углы клиновой пары (5° и $9,5^{\circ}$), ширину кулачков (от 5 до 20 мм). Радиальные и торцовые биения эталонных колец измерялись с помощью аттестованных контрольных центров и микронных индикаторов.

На точность установки эталонных колец в приспособлениях с разрезными цапгами существенно влияют место установки кольца и отношение длин цапги и базы и не существенно - диаметральный зазор. Эмпирические данные хорошо согласуются с законами распределения Релея и Максвелла.

Лучшие значения по точности установки эталонных колец в кулачковых приспособлениях получены, когда диаметральный зазор соизмерим с десятими долями миллиметра; при увеличении диаметрального зазора точность установки снижается на 15-20% и затем практически стабилизируется. Точность установки по радиальному биению повышается с увеличением числа кулачков от 3 до 6, а затем стабилизируется. Зависимость точности установки по торцовому биению от числа кулачков сложная; предпочтительнее четное число кулачков $m \geq 6$. Четное число кулачков выгодно и с позиций технологичности приспособления, т.к. пазы под кулачки можно получать протягиванием. Отношение длин базы заготовок и кулачков оказывает влияние на точность установки, рекомендуется иметь это отношение близким к единице. С увеличением силы на приводе математическое ожидание точности установки не меняется, а среднее квадратичное отклонение уменьшается. Не влияют на точность установки ширина кулачков и угол клиновой пары. Эмпирические данные лучше всего согласуются с законами распределения Релея и Максвелла.

Исследование точности обработки проводилось с использованием

производственного оборудования и различных партий заготовок колец. Заготовки в партиях отличались диаметром и длиной базы, методом получения базы (точение, шлифование). Диаметральный зазор изменялся от 0,1 до 4 мм, а длина базы от 30 до 100 мм. Заготовки обрабатывались точением и шлифованием. После каждого вида обработки заготовки подвергались метрологическому обследованию. Измерялись: эксцентриситет и радиальное биение наружной обработанной цилиндрической поверхности и торцовое биение обработанного торца относительно базы; отклонение от круглости наружной цилиндрической поверхности. Полученные данные обрабатывались на ЭВМ и показали, что изучаемые приспособления являются высокоточными. Достигнутые результаты качественно повторяют аналогичные результаты по точности установки эталонных колец в исследуемых приспособлениях, но соответствуют более низким степеням точности (в среднем на одну-две степени). Технологический метод получения базы не существенно влияет на точность обработки при использовании приспособлений с разрезными пангами и оказывает существенное влияние при использовании кулачковых приспособлений.

Исследование надежности кулачковых приспособлений осуществлялось на специально сконструированном автоматическом стенде. Количество циклов "закрепление - выдержка - открепление" было доведено до 200 000. После каждых 25 000 циклов измерялась точность установки эталонных колец. Также до 200 000 доведено количество циклов при исследовании надежности приспособлений с разрезными пангами. Полученные результаты показывают, что эти приспособления характеризуются высокой точностной надежностью (точность центрирования снижается в среднем за каждые 10 000 циклов на 0,5 мкм - для кулачковых приспособлений и на 0,1 мкм - для приспособлений с разрезными пангами).

Экспериментально исследовалась радиальная жесткость приспособлений с разрезными пангами. Было установлено, что она составляет не ниже, чем $10^4 - 10^5$ Н/мм.

Пятая глава посвящена внедрению результатов работы в производство. В ней обобщены изложены основные положения разработанных ИСМ МосавтоЗИЛа по расчету и конструированию точных переналаживаемых приспособлений кулачковых и с разрезными панга-

ми, результаты внедрения разработанных приспособлений на базовом предприятии МосавтоЗИЛ и на его филиалах, а также перспективы дальнейшего внедрения на межотраслевом уровне в рамках программы Государственной стандартизации ПКС131-1.16.82.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Для самоцентрирующих зажимных патронов и оправок, являющихся распространённой разновидностью СЗП, характерны следующие две противоречивые тенденции развития: стремление повысить точность обработки заготовок по параметрам отклонений формы и расположения поверхностей и стремление обеспечить переналаживаемость по параметру диаметрального размера баз устанавливаемых заготовок. Отечественное машиностроение располагает: прецизионными СЗП, однако в них устанавливают заготовки с отклонениями диаметральных размеров баз в пределах 7-9 квалитетов; переналаживаемыми СЗП для установки заготовок, диаметральные размеры баз которых могут отличаться на несколько миллиметров, однако такие приспособления не являются высокоточными. На начало данного исследования отечественное машиностроение не располагало СЗП одновременно высокоточными и переналаживаемыми, хотя потребность в такой оснастке велика.

2. Определены следующие пути создания высокоточных переналаживаемых СЗП: с использованием центрирующих зажимных механизмов клиноплунжерного типа (кулачковые приспособления) и с использованием упругих зажимных элементов с увеличенной протяженностью деформирующихся участков. Точность установки и обработки заготовок в таких приспособлениях определяется: обоснованным выбором ответственных конструктивных элементов и точностью их изготовления; выбором рациональных схем установки заготовок и состоянием их баз; деформациями заготовок при закреплении; параметрической надёжностью. При этом величина перемещений центрирующих зажимных элементов таких приспособлений незначительно влияет на точность обработки и надёжность закрепления.

3. В переналаживаемых СЗП устанавливают заготовки из различных материалов (в том числе с различными модулями упругости) и с различными радиусами кривизны баз. Поэтому в теоретических и инженерных расчетах центрирующих зажимных механизмов таких приспособлений необходимо учитывать контактные условия, исполь-

зуя положения контактной задачи теории упругости, а в ряде случаев - строительной механики машин. Традиционное рассмотрение сил закрепления в виде сосредоточенных силовых факторов для таких приспособлений нецелесообразно.

4. Для центрирующих зажимных механизмов клиноплунжерного типа методами контактной задачи теории упругости определены эпюры контактных давлений, имеющая эллиптический характер, и напряженно-деформированное состояние закрепляемых заготовок. Для центрирующих зажимных механизмов с разрезной цангой методами теории упругости и сопротивления материалов определено напряженно-деформированное состояние при реальных схемах нагружения. Расхождение теоретических результатов с экспериментальными не превышает 15%.

5. На основании выполненных теоретических исследований разработаны инженерные методики расчета СЭП клиноплунжерных и с разрезными цангами с использованием ЭВМ или удобных для практического применения графиков. Установлены количественные соотношения между размерами ответственных конструктивных элементов таких механизмов, их прочностными и жесткостными характеристиками, допустимыми перемещениями, силой на приводе, силами закрепления, требованиями к диаметральным размерам баз устанавливаемых заготовок, собственной жесткостью последних. Расчеты на ЭВМ позволяют устанавливать рациональные значения вышеперечисленных параметров, что гарантирует высокое качество точной переналаживаемой оснастки. Графики даны в безразмерном виде, что обеспечивает общность.

6. Разработанные точные переналаживаемые клиноплунжерные оправки:

- позволяют устанавливать заготовки в диапазоне диаметров баз $D \dots D + (10-15\%) \text{ от } D$;

- надежно передают крутящие моменты от сил резания, соизмеримые с сотнями Н·м;

- обеспечивают точность установки заготовок по параметру радиального биения в пределах допусков 2-4 степеней точности, торцового биения - 2-8 степеней точности;

- обеспечивают точность обработки заготовок на токарных и круглошлифовальных станках по параметру отклонения от круглости в пределах допусков 2-4 степеней точности, отклонения от

соосности и радиального биения - 2-5 степеней точности, торцового биения - 2-8 степеней точности;

- отличаются высокой точностной надежностью (точность центрирования снижается на 0,5 мкм за 10^4 установок).

7. Рекомендуются следующие основные конструктивные параметры точных переналаживаемых клиношпиндерных оправок:

- число кулачков четное и не менее 6;
- ширина кулачков больше ширины площадки контакта с базой заготовки;
- кулачки и пазы под кулачки прямоугольной формы в плане с гарантированным зазором по посадке **H7/g6**.

Выбор других ответственных конструктивных параметров (в том числе и соотношения радиусов кривизны базы и головок кулачков) необходимо осуществлять по разработанным в данном исследовании методикам. Заготовки целесообразно устанавливать одновременно по цилиндрической и точной плоской торцовой поверхностям. При обработке нежестких заготовок необходим точностной проверочный расчет по параметру круглости обработанных поверхностей по разработанной в диссертационном исследовании методике.

8. Разработанные точные переналаживаемые оправки с разрезными цангами:

- позволяют устанавливать заготовки в диапазоне диаметров баз **D ... D + 10% от D**;
- надежно обеспечивают передачу крутящего момента до 100-200 Н·м;
- обеспечивают точность установки заготовок по параметру радиального биения в пределах допусков 2-3 степеней точности, торцового биения - 2-4 степеней точности;
- обеспечивают точность обработки заготовок на токарных и круглошлифовальных станках по параметру отклонения от круглости в пределах допусков 1-4 степеней точности, отклонений от соосности и радиального биения - 2-5 степеней точности, торцового биения - 3-6 степеней точности;
- отличаются высокой точностной надежностью (точность центрирования снижается на 0,1 мкм за 10^4 установок);
- имеют радиальную жесткость, соизмеримую с $10^4 - 10^5$ Н/мм.

9. При конструировании оправок с разрезными цангами рекомендуется:

- устанавливать заготовки, длина баз которых составляет 30-80% длины цанги;
- заготовки устанавливать посередине длины цанги;
- выбирать ответственные конструктивные параметры цанги (число прорезей, длину, размеры сочленений, материал, термообработку) и точность ее изготовления по разработанным в диссертации методикам.

10. Разработанные приспособления могут применяться на токарных, круглошлифовальных, зуборезных и других станках. Они могут использоваться как контрольная оснастка и в схватах промышленных роботов. Их применение дает экономию металла, сокращение сроков технологической подготовки производства, повышение производительности труда. Высокая точность и переналаживаемость создают предпосылки для использования данной оснастки в гибких автоматизированных производствах.

11. В результате проведенных исследований разработаны: ИСМ МосавтоЗИЛа; приспособления, к которым оснащены 3-4 станков основного производства ПО ЗИЛ. Получен реальный экономический эффект более 29 тысяч рублей в год. Результаты исследования используются при выполнении заданий программы комплексной стандартизации "Переналаживаемая технологическая оснастка на 1981-1985 г.г.",

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Блинов Д.С. Методика расчета сжатия упругих тел с близкими радиусами кривизны при внутреннем контакте. - Контактная жесткость в машиностроении: Тез. докл. обл. научно-техн. совещ. - Куйбышев, 1977, с. 8.
2. Блинов Д.С., Шатилов А.А. Определение усилий закрепления заготовок в станочных приспособлениях методами контактной задачи теории упругости. - В сб.: Повышение надежности и долговечности изделий технологическими методами. - И., 1978, с. 63-75.
3. Блинов Д.С., Шатилов А.А., Колобов А.И. Определение погрешности формы тонкостенных заготовок, закрепленных кулач-

ками, с учетом ширины площадки контакта. - Технологические методы повышения качества машин: Тез. докл. Всесоюз. семинара. - Фрунзе, 1978, с. 51-52.

4. Штейнер С.А., Блинов Д.С. Опыт использования вычислительной техники при проектировании технологической оснастки на ЗИЛе. - Проблемные вопросы автоматизации производства: Тез. докл. Всесоюз. научно-техн. конф. - Рига, 1978, с. 135-136.

5. Блинов Д.С., Гусев С.С. Исследование точных оправок с разрезными цангами. - Проблемные вопросы автоматизации производства: Тез. докл. Всесоюз. научно-техн. конф. - Рига, 1978, с. 149.

6. Блинов Д.С., Шатилов А.А., Штейнер С.А. Использование методов контактной задачи теории упругости при проектировании кулачковых оправок. - Научно-техническое сотрудничество "Предприятие-ВУЗ": Тез. докл. Всесоюз. научной конф. - М.: Издательство Московского университета, 1980, с. 19-20.

7. Шатилов А.А., Блинов Д.С., Колобов А.Ю. Деформации при закреплении заготовок и точность обработки. - В сб.: Прогрессивная технология конструкционных материалов. - М., 1980, с. 81-91.

8. Шатилов А.А., Блинов Д.С. Опыт создания СТП ЗИЛа на центрирующие зажимные механизмы с разрезными цангами. - Исследование и перспективы развития зажимных, загрузочных и фиксирующих механизмов станков-автоматов и станков с программным управлением: Тез. докл. Республ. научно-техн. конф. - Киев, 1980, с. 16-17.

9. Шатилов А.А., Блинов Д.С. Проектирование на ЭВМ специальных станочных приспособлений. - Проектирование на ЭВМ технологических процессов и оснастки: Тез. докл. Всесоюз. совещ. - Ростов-на-Дону, 1980, с. 91-92.

10. Шатилов А.А., Блинов Д.С. Точные оправки с большим ходом центрирующего зажимного механизма. - Проблемы совершенствования технологической оснастки в машиностроении: Тез. докл. региональной научно-техн. конф. - Фрунзе, 1981, с. 2-4.

11. Шатилов А.А., Блинов Д.С. Синтез прецизионных центрирующих зажимных механизмов приспособлений многократного применения. - Автоматизация процессов подготовки производства в ма-

шиностроении: Тез. докл. Республиканского научно-практическо-
го семинара, - Фрунзе, 1983, с. 34-36.

Д. И. Мухоморов

