

М 454530

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

КУЦЕВИЧ Арсентий Васильевич

УДК 621-229.64:621.54-52

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУЙНЫХ УСТРОЙСТВ УГЛОВОЙ
ОРИЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ВТУЛОК ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Специальность 05.13.07 - Автоматизация технологических
процессов и производств

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1987

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище им. Н.Э. Баумана и Тернопольском филиале Львовского ордена Ленина политехнического института имени Ленинского комсомола

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
УСОВ Б.А.

Официальные оппоненты – доктор технических наук,
профессор БИТЯКОВ В.К.
кандидат технических наук,
доцент ХОМОДКОВА А.Г.

Ведущее предприятие – проектно-конструкторский институт
конвейеростроения Львовского произ-
водственного объединения "Конвейер"

Защита состоится "15" марта 1987 г.
на заседании специализированного совета К 053.15.01
в МВТУ им. Н.Э. Баумана по адресу: 107005, Москва, Б-5,
2-я Бауманская

ре, заверенный
эсу.

библиотеке МВТУ

1987 г.

M 454580

Т. Рябов

л., тир. 100 экз.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В программном документе ЦК КПСС "Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года" поставлена задача обеспечения дальнейшего развития машиностроения - основы технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства. Развитие науки и техники должно быть в еще большей мере подчинено решению экономических и социальных задач советского общества, ускорению перевода экономики на путь интенсивного развития, повышению эффективности общественного производства. Для успешного решения этих задач партия указывает на необходимость осуществления перехода к массовому применению эффективных систем машин и технологических процессов, обеспечивающих комплексную механизацию и автоматизацию производства.

Актуальность работы. При выполнении многих технологических процессов (механической обработки, сборки, сварки, пайки, склеивания и др.) нередко возникает необходимость осуществления автоматического ориентирования по угловой координате деталей типа втулок с различными признаками ориентации. Степень автоматизации и качество выполнения этой операции во многом предопределяет качество продукции и ее себестоимость. Угловая ориентация втулок при выполнении сборочных операций может вызываться либо необходимостью обеспечения собираемости деталей, входящих в узел или подузел, или же способствует повышению эксплуатационных характеристик собираемого узла. Выбор для ее осуществления струйных устройств угловой ориентации втулок (СУУОВ), как обладающих высокой чувствительностью, производительностью, компактностью, а также возможностью обеспечить ориентацию тонкостенных или имеющих легкоповреждаемый поверхностный слой деталей, в ряде случаев более предпочтителен перед другими типами ориентирующих устройств. В связи с этим решение вопросов разработки и исследования СУУОВ является весьма актуальной задачей.

Целью работы является разработка теории и инженерных методов расчета струйных устройств для угловой ориентации деталей типа втулок, а также конструирование новых типов СУУОВ.

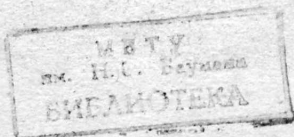
Методы исследований. В работе применялись теоретические и экспериментальные методы исследований. Теоретические исследования проводились с использованием современных математических ме-

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1457550

Куцевич А.В. Разработка и



тодов и ЭВМ, а экспериментальные исследования были выполнены на специально разработанных и изготовленных установках, опытных и промышленных образцах оборудования и ориентирующих устройств с использованием высокоточной измерительной аппаратуры.

Научная новизна. Разработана математическая модель, позволяющая обосновать эффект взаимодействия различных по форме и направлению газовых потоков с внутренней поверхностью втулки. Выявлены физические основы протекания процесса углового ориентирования пневматическими системами и разработаны принципиально новые схемы и конструкции струйных ориентирующих устройств. Получены зависимости по оценке влияния соотношения конструктивных параметров ориентируемых деталей, рабочих поверхностей ориентирующих устройств и давления подводимого к ним сжатого воздуха на производительность и точность осуществления фиксации втулок по заданной угловой координате.

Разработана инженерная методика расчета и проектирования СУУОВ. Исследованы их технологические возможности и разработаны рекомендации по встраиванию этих устройств в сборочное и другое технологическое оборудование.

Практическая ценность. Разработаны конструкции СУУОВ для втулок различных типоразмеров с заданными геометрической точностью, формой и размерами ключа ориентации. Предложена методика инженерного расчета и выбора параметров СУУОВ, позволяющая получить требуемые характеристики процесса углового ориентирования по точности позиционирования втулок и его производительности. Разработана конструкция автомата сборки внутренних звеньев приводных цепей 2Ю1-Ю06040 шага 5,525 мм, в котором встроено устройство, обеспечивающее угловую ориентацию втулок свертным швом внутрь звена. Это дает возможность улучшить условия работы шарниров цепи, повысить точность контактных шагов и за счет этого существенно увеличить ее износостойкость.

Реализация работы. Годовой экономический эффект от внедрения автомата сборки внутренних звеньев приводных цепей за счет повышения производительности - 10 тыс. рублей на годовую программу выпуска цепей 1850 тыс. погонных метров. Увеличение за счет угловой ориентации втулок долговечности этих цепей составляет в среднем 15 %, что равнозначно соответствующему сокращению затрат на выпуск этой доли всего объема продукции и народнохозяйственному эффекту более 400 тыс. рублей.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на седьмой научно-технической конференции молодых ученых "Теоретические и экспериментальные исследования в области сельскохозяйственного машиностроения" (г. Москва, 1979 г.), на республиканской научно-технической конференции "Исследование и перспективы развития зажимных, загрузочных и фиксирующих механизмов станков-автоматов и станков с числовым программным управлением" (г. Киев, 1980 г.), на У Всесоюзной школе "Расчет и управление надежностью больших механических систем" (г. Свердловск, 1984 г.), на Всесоюзной научно-технической конференции "Совершенствование гидро- и пневмоагрегатов в машиностроении" (г. Ирязи, 1985 г.). Полностью работа доложена на заседании кафедры "Станки и автоматы механосборочного производства" МВТУ им. Н.Э. Баумана (1985 г., 1987 г.) и на заседании кафедры "Металлорежущие станки и инструменты" Тернопольского филиала Львовского политехнического института (1986 г.).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 10 печатных работах, включая 6 авторских свидетельств на изобретение.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложения; содержит 168 страниц машинописного текста, 96 рисунков, 5 таблиц и список литературы из 204 наименований.

Первая глава. "Состояние вопроса и задачи исследования" посвящена анализу требований, предъявляемых к автоматическим устройствам угловой ориентации деталей типа втулок, обоснованию актуальности и направления исследований. В работе проанализированы разработки и исследования в области создания устройств угловой ориентации втулок, методы и средства их расчета, рассмотрены отдельные технологические процессы и оборудование, использующие ориентацию втулок по заданной угловой координате.

Процесс ориентирования лежит в основе построения любого автоматического загрузочного устройства, осуществляющего подачу деталей в рабочую позицию в строго определенном положении. В области исследования и создания таких устройств в СССР и за рубежом известны работы ВНИТИПрибора, МВТУ им. Н.Э. Баумана, Львовского политехнического института, Рижского политехнического института, Севастопольского приборостроительного института

др. Большим вкладом в развитие комплексной механизации и автоматизации производственных процессов в машиностроении и приборостроении и, в частности, автоматизации ориентирующих и транспортно-загрузочных процессов являются труды ряда советских ученых: С.И. Артоболевского, И.И. Артоболевского, Б.С. Балакшина, Б.Л. Богуславского, А.П. Владзиевского, Л.И. Волчкевича, А.Н. Гаврилова, Н.И. Камышного, И.И. Капустина, И.А. Клусова, В.С. Корсакова, Л.Н. Кожкина, А.Н. Малова, М.В. Медвида, К.Я. Мученка, М.П. Новикова, В.А. Повидайло, В.Ф. Прейса, А.Н. Рабиновича, Г.А. Шаумяна, Н.И. Шерешевского, В.А. Яхимовича и др.

Операция угловой ориентации вводится в различные технологические процессы, в основном, или с целью повышения производительности путем автоматизации процесса установки деталей в заданное по угловой координате положение или ее введение обусловлено необходимостью повышения качества изготавливаемой продукции. Примерами операций первого типа могут служить процессы совмещения маслоподводящих отверстий при сборке шатунных втулок с шатунами, установка втулки с признаком в виде паза или радиального отверстия в зажимном приспособлении для дальнейшей механической обработки, при сборке изделий радиоэлектронной промышленности и др. Качество выпускаемых изделий путем введения угловой ориентации для деталей, собираемых с натягом, можно повысить за счет обеспечения их оптимального взаимного положения с учетом действительных отклонений формы. Для соединений с зазором угловая ориентация позволяет создать оптимальные условия контактирования трущихся поверхностей при наличии местных отклонений формы, что имеет место, например, в шарнирах приводных втулочно-роликовых цепей, где используются свертные втулки, внутренняя поверхность которых имеет существенные отклонения от круглости в зоне шва.

По методу силового воздействия на изделие средства ориентирования разделяют на механические, пневматические, магнитные, электрические и комбинированные. Наименее изученными из них являются пневматические, превышающие, однако, в ряде случаев, по производительности, компактности, чувствительности, энергос затратам, а также приемлемости для ориентирования втулок легкодеформируемых или с малопрочным поверхностным слоем аналогичные показатели других типов устройств.

До настоящего времени струи сжатого воздуха в СУУОВ испо-

льзовались, в основном, только или для привода вращательного движения ориентируемой втулки или в качестве датчиков распознавания ее углового положения. Фиксация втулки по угловой координате осуществлялась непневматическими средствами. Проведенный патентный поиск позволил выявить лишь две конструктивные схемы, разработанные в Тернопольском филиале Львовского политехнического института, позволяющие осуществлять угловую ориентацию втулки с боковым отверстием или с расположенным на ее наружной поверхности продольным пазом. Ориентация втулок с боковым отверстием обеспечивается здесь за счет уравнивания в определенном положении ключа ориентации действующих на втулку моментов сил от тангенциальных и радиальных потоков. Точность ориентации при этом сравнительно низкая. В устройстве второго типа признак ориентации в виде паза используется как местное сопротивление, при взаимодействии с которым разнонаправленные тангенциальные струи устанавливают втулку в равновесном положении. При этом ось втулки должна находиться в горизонтальном положении. В разработанных нами СУУОВ используется принцип обеспечения резкого повышения моментов сил трения скольжения при совпадении ключа ориентации с заданной угловой зоной, достаточного для осуществления фиксации втулки относительно ориентирующего штока. Это позволяет повысить точность ориентации, при сохранении высокой производительности процесса, и обеспечить ориентируемость втулок с признаком ориентации в виде продольного паза, выполненного на ее внутренней стороне.

Во второй главе, "Теоретическое исследование струйных устройств угловой ориентации втулок", для предложенных принципиальных схем СУУОВ проведен анализ условий течения струи в криволинейном зазоре. Исследованы силы, действующие на внутреннюю поверхность втулки от единичных тангенциальных и радиальных струй, на основании чего построена математическая модель процесса и выбраны основные управляющие факторы.

Принципиальная схема СУУОВ для втулок с ключом ориентации в виде радиального отверстия представлена на рис. I. Для поворота втулки из случайного положения в требуемое, за заданный период времени, определяемый из условия обеспечения нужной производительности, воздействующий на втулку вращающий момент должен преодолеть момент сопротивления от инерционных сил и момент сопротивления, вызванный силами трения скольжения по торцу втулки. Для произвольного углового положения ключа ориентации 6

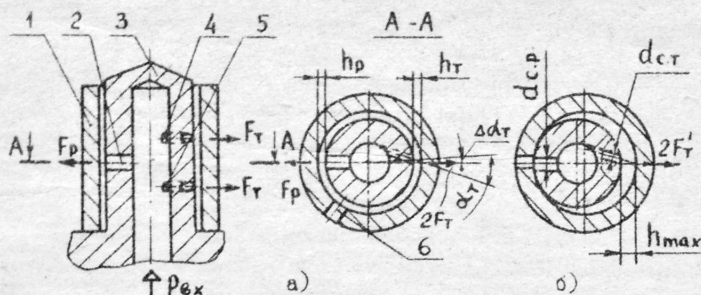


Рис. 1. Принципиальная схема угловой ориентации втулки:
 а - угловое перемещение втулки; б - фиксация втулки;
 1 - втулка; 2 - радиальное сопло; 3 - шток; 4, 5 - тангенциальные сопла; 6 - ключ ориентации

втулки в виде радиального отверстия (рис. 1, а), необходимо подобрать такое соотношение диаметров $d_{ср}$ радиального 2 и $d_{сг}$ тангенциальных 4, 5 сопел и давление воздуха, подводимого во внутреннюю полость ориентирующего штока 3, которые обеспечивали бы, за счет уравнивания действия сил F_p радиальной и F_t тангенциальных струй, наличие между втулкой и штоком отличающихся от нуля зазоров h_p и h_t . Выполнение этого условия предотвращает взаимный контакт втулки и штока по сопрягаемым цилиндрическим поверхностям. Создаваемый за счет наклона тангенциальных сопел на угол α_t момент сил вязкостного трения перемещает втулку в круговом направлении. При совмещении ключа ориентации с радиальным соплом 2 штока отталкивающая сила F_p и зазор h_p становятся равными нулю, а суммарная поджимная сила $2F_t'$ (рис. 1, б) в этот момент времени должна обеспечить силу трения в зоне возникшего контакта, достаточную для фиксации втулки.

Таким образом, работоспособность рассматриваемых устройств обусловлена прежде всего силовым взаимодействием радиальных и тангенциальных воздушных потоков с внутренней поверхностью ориентируемой втулки.

Сила действия радиальной струи на втулку представлена как сумма нескольких составляющих:

$$F_p = F_{p1} + F_{сг.с} + F_{ск} - F_{тр} + F_{сг.б.с}, \quad (I)$$

где F_{p1} - реактивная сила, возникающая при попадании потока на втулку и растекании его по поверхности втулки при повороте

на угол 90° ; $F_{ст.с}$ – сила, возникающая от действия статического давления на поверхность втулки в зоне, расположенной против сопла; $F_{ск}$ – сила, возникающая за счет скоростного напора за пределами сопла; $F_{тр}$ – сила, возникающая за счет сил трения между воздушным потоком и внутренней поверхностью втулки; $F_{ст.в.с}$ – сила, возникающая от действия статического давления на поверхности втулки вне сопла.

На основании основных уравнений газовой динамики, с учетом конкретных конструктивных параметров криволинейного зазора между втулкой и штоком, получены аналитические выражения для определения значений этих составляющих. Отдельные параметры расчетных моделей представлены эмпирическими зависимостями, вид и числовые коэффициенты которых были уточнены экспериментально.

При расчете значений вращающего момента $T_{вр}$ принято, что вытекающая из тангенциального сопла струя действует на втулку по площадке, развертка которой представляет собой круг радиуса R_k . Величина последнего пропорциональна размерам площадки взаимодействия с внутренней поверхностью втулки соответствующей радиальной струи. Причем площадка эта расположена таким образом, что один ее край лежит в точке пересечения оси сопла с внутренней поверхностью втулки, а диаметрально противоположный – на расстоянии $2R_k$ по периметру поперечного сечения в направлении наклона тангенциального сопла. Создающая вращающий момент тангенциальная составляющая силы взаимодействия струи с втулкой представлена в виде двух составляющих: силы вязкостного трения и силы давления струи на условный торец выделенной площадки, площадь которого представляет собой ее проекцию на плоскость, перпендикулярную направлению движения воздушного потока. Для начального момента времени, когда втулка неподвижна,

$$T_{вр} = R_{ет} \left[\frac{\eta_0 \pi R_k^2 V_0 \sin(\alpha_T - \Delta\alpha_T)}{h_T} + \rho_0 \omega_c V_0^2 \sin^2(\alpha_T - \Delta\alpha_T) \right], \quad (2)$$

где η_0 – коэффициент динамической вязкости; V_0 – расходная скорость истечения воздуха из сопла; $\Delta\alpha_T$ – угловая поправка, учитывающая смещение точки пересечения оси струи с поверхностью втулки при изменении зазора h_T ; ρ_0 – плотность воздуха на срезе сопла; ω_c – площадь миделева сечения площадки взаимодействия струи с втулкой:

$$\omega_c = \pi R_k^2 \sin \alpha_T \cos [(R_{ет} - h_T) / R_{ет}]. \quad (3)$$

Общее направление движения воздушного потока принято совпадающим с линией, пересекающей ось сопла и касательной к штоку в его поперечном сечении.

Анализ математической модели процесса ориентирования показывает, что при заданных типоразмерах ориентируемых втулок каждый конструктивный вариант выполнения СУУОВ обеспечивает вполне определенное соотношение производительности и точности фиксации. Соответствующим подбором параметров СУУОВ можно обеспечить наиболее рациональные их значения. Для обеспечения работоспособности устройства площадь проходного сечения фиксирующего сопла должна быть соизмерима с размерами ключа ориентации, а это в свою очередь накладывает ограничения на размерные параметры приводных тангенциальных сопел, оказывающие определяющее воздействие на формирование показателей производительности и точности ориентации. Размерами проходного сечения фиксирующего сопла определяется также и чувствительность устройства.

В третьей главе, "Экспериментальное исследование элементов струйных устройств угловой ориентации втулок", изложена методика проведения экспериментальных исследований, описаны конструкции экспериментальных установок, аппаратура для измерения и регистрации результатов исследований. Статистическая обработка данных эксперимента позволила установить числовые значения коэффициентов уравнений регрессии, описывающих распределение давления воздушного потока на внутреннюю поверхность втулки, изменение коэффициента расхода воздуха для конкретных конструктивных параметров ориентирующего устройства, а также значение коэффициента коррекции величины радиуса R_k условной площадки взаимодействия струи с втулкой, используемого при расчете создаваемого тангенциальной струей вращающего момента. Полученные уравнения регрессии дали возможность разработать, реализованные в соответствующих программах на языке ФОРТРАН-IV, алгоритмы расчета указанных параметров силового взаимодействия радиальной и тангенциальной струй с втулкой, являющихся необходимыми элементами расчета и проектирования СУУОВ.

Исследования проводились на специально созданном стенде, оснащенном механизмами точной взаимной выставки втулки относительно штока и их контролируемого смещения в процессе измерения. Системой подготовки воздуха обеспечивалась высокая степень очистки и влагоотделения, измерение объемного расхода воздуха и большая точность поддержания давления на выходе. Предусмот-

рено измерение статического давления на внутренней поверхности втулки мановакуумметрами или посредством применения блока сильфонных датчиков давления, тензопреобразователи которых связаны с тензомостом ЦТМ-5. Для исследования силы давления струи на втулку применено специальное устройство, использующее весовой метод измерения и оснащенное сигнальными контактными электронными системами, позволяющими осуществлять контроль за установкой втулки в заданное пространственное положение и ее рабочим перемещением. Погрешность измерения не превышала 0,005 Н. Графики изменения силы F_p и ее составляющих, в зависимости от зазора h_p по срезу сопла, полученные расчетным путем с использованием ЭВМ ЕС-1022, вместе с экспериментальными значениями силы действия радиальной струи на втулку, измеренными при тех же условиях, представлены на рис. 2.

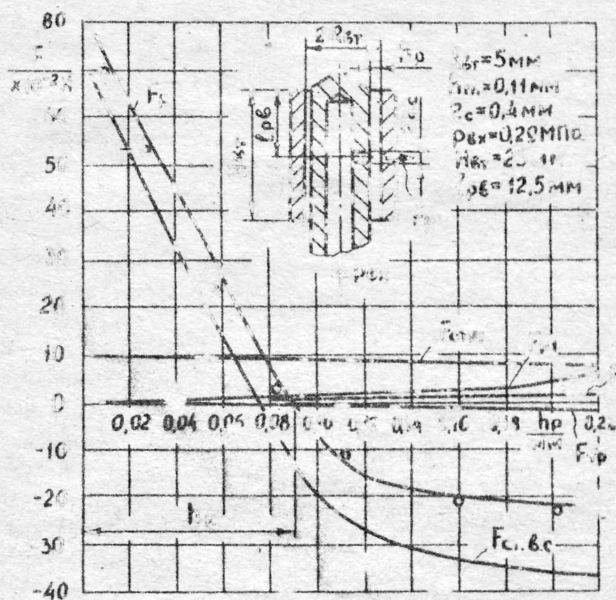


Рис. 2. Экспериментальные значения и расчетные графики изменения составляющих и суммарной силы действия на втулку радиальной струи

Важной характеристикой взаимодействия струи с втулкой, определяющей работоспособность СУУОВ, является имеющая здесь место величина зазора h_n , при которой сила F_p меняет знак.

Измерение воздействующего на втулку вращающего момента проводилось с использованием разработанного нами устройства, позволяющего за счет автоматического изменения направления и величины угла закручивания верхнего конца упругого элемента известной крутильной жесткости измерять моменты, значения которых изменяются в зависимости от величины угла взаимного смещения втулки относительно ориентирующего штока. Параметры, характеризующие величину измеряемого момента и угловые координаты ключа ориентации, регистрировались на быстродействующем самописце Н-338-4 или светолучевой осциллографе НО 4Г.У4.2. Анализ результатов исследований и расчета позволил установить общую тенденцию роста вращающего момента с увеличением зазора между втулкой и штоком в зоне сопла.

В четвертой главе, "Синтез струйных устройств угловой ориентации втулок", рассмотрены особенности структурно-схемного синтеза ориентирующих устройств, выделены основные элементы, характеризующие процесс ориентирования, и разработаны конструктивные схемы реализации признаков его основных уровней, представленных в виде вершин графа типа "дерево". Приведено описание отдельных конструктивных схем ориентирующих устройств для втулок с признаком ориентации в виде радиального отверстия, сквозной осевой прорези и паза по нижнему торцу втулки. Представлены результаты экспериментальной оценки их функционирования.

Измерение отклонений действительного положения ключа ориентации втулки осуществлялось бесконтактным способом, путем определения линейного несовмещения фиксирующего отверстия штока и отверстия втулки. Для этого использовался отсчетный микроскоп типа МПБ-2, установленный в каретке, имеющей регистрируемое перемещение по касательной к поверхности штока в зоне фиксирующего сопла. Испытаниям подвергались втулки со средним значением внутреннего диаметра $10,04$ мм и средним квадратическим отклонением этого размера $0,004$ мм, наружным диаметром 16 мм и высотой 20 мм. Удельный вес материала втулок $8,34 \cdot 10^4$ Н/м³, диаметр бокового отверстия $1,2$ мм. При входном давлении воздуха $0,30$ МПа ориентирующее устройство, схема которого представлена на рис. I, обеспечило, для случайных реализаций его начального положения, среднее значение углового отклонения ключа ориентации $1^{\circ}43'$. Со-

ответствующее линейное смещение по периметру штока в направлении наклона тангенциальных сопел составило 0,15 мм при среднем квадратическом отклонении 0,052 мм. Период ориентирования не превышал 0,12 с.

В пятой главе, "Методика расчета и проектирования струйных устройств угловой ориентации втулок", проведен анализ технологических, конструктивных и точностных характеристик деталей, подлежащих угловой ориентации, представлена общая методика и алгоритмы расчета основных конструктивных параметров СУУОБ и режимов ориентирования. Для выбора исходных данных к проектированию реальных ориентирующих устройств при помощи ЭВМ построены номограммы, описывающие силовое взаимодействие радиальной струи с ориентируемой втулкой для всего диапазона варьирования входных факторов.

В качестве примера реализации рассмотрен процесс сборки внутреннего звена приводной цепи 2101-1006040 шага 9,525 мм, в которой угловая ориентация втулок свертным швом внутрь звена позволяет повысить износостойкость цепи на 25...30 %. Приведено обоснование выбора рациональной технологической схемы сборки внутреннего звена цепи с ориентированными втулками, а также конструктивных схем и законов перемещения исполнительных органов автомата, обеспечивавших наиболее приемлемые условия ориентации втулок и сборки внутреннего звена цепи. Проведение эксплуатационных испытаний оборочной позиции позволило установить, что надежность ориентации серийных втулок, вследствие нестабильности размеров ключа ориентации, составляет в среднем 95 %. Измерения, проведенные с использованием двухкоординатного измерительного прибора ДИП-1, показали, что применение при сшивке втулок надрубочного ножа с углом заострения 75° уменьшает размах рассеяния площади паза втулки в поперечном сечении. Среднее значение этой площади составило $0,083 \text{ мм}^2$ при среднем квадратическом отклонении $0,011 \text{ мм}^2$. Устройство обеспечило 100 % ориентации опытных втулок при среднем значении смещения углового положения стыкового шва втулки в ориентированном состоянии 3° и среднем квадратическом отклонении $5,4^{\circ}$, как малым периоде ориентирования 0,02 с. Полученная точность ориентации соизмерима с размерами угловой зоны расположения ключа ориентации на внутренней поверхности втулки, составляющей 28...32°.

Проведена оценка экономической эффективности разработок.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Для угловой ориентации деталей типа втулок перспективно использование струйных ориентирующих устройств, однако существующие исследования в этой области недостаточны и не содержат всех необходимых данных для расчета и конструирования таких устройств.

2. Работоспособность СУУОВ определяется наличием такого соотношения его конструктивных параметров, которое обеспечивало бы после совмещения ключа ориентации с заданной угловой координатой существенное увеличение момента сопротивления за счет соответствующего радиального смещения втулки и вступления ее в контакт с ориентирующим штоком по сопрягаемым поверхностям.

3. Возникшие силы трения должны фиксировать втулку в угловой зоне, определяемой требуемой точностью ориентации, а период ее углового перемещения — соответствовать заданной производительности. Основными управляющими факторами являются: диаметр и угол наклона рабочих сопел, система их взаимного расположения по периметру ориентирующего штока, диаметр сопрягаемой с ориентируемой втулкой поверхности штока и давление подводимого в его внутреннюю полость сжатого воздуха.

4. При разработке программы расчета на ЭВМ силовых параметров единичных воздушных струй, определяющих работоспособность и технические характеристики СУУОВ, распределение давления по внутренней поверхности втулки и коэффициент расхода воздуха целесообразно представлять в виде систем уравнений регрессии, получаемых при статистической обработке результатов факторного эксперимента, соответствующего рассматриваемой зоне варьирования входных факторов.

5. Синтез различных конструктивных схем СУУОВ с требуемыми технологическими показателями целесообразно производить исходя из структурно-морфологического анализа основных функциональных признаков процесса углового ориентирования, отдельные конструктивные варианты которых представлены в работе. В предложенной методике расчета и конструирования СУУОВ используются специально построенные номограммы для выбора начальных значений конструктивных параметров, уточняемых в процессе расчета на ЭВМ.

6. Разработанные конструкции механизмов ориентации дета-

лей типа втулок с боковым отверстием или продольным пазом по образующей защищены 4 авторскими свидетельствами. Экспериментальная оценка функционирования СУУСВ показала, что, например, для втулки с внутренним диаметром 3,65 мм и средним значением площади проходного сечения паза 0,083 мм² максимальный период ориентирования не превышал 0,02 с, а при ориентировании втулки со средним значением внутреннего диаметра 10,04 мм и диаметром бокового отверстия 1,2 мм устройством обеспечено среднее линейного смещения ключа ориентации 0,045 мм при среднем квадратическом отклонении 0,037 мм.

7. Для обеспечения угловой ориентации втулок при сборке внутренних звеньев приводных цепей разработан, защищенная авторским свидетельством, конструкция сборочного автомата, опытный образец которого прошел производственные испытания и принят к внедрению на Даугавпилсском заводе приводных цепей.

8. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения сборочного автомата - 10 тыс. рублей за счет повышения производительности сборки внутренних звеньев цепей 210Г-1006040 шага 9,525 мм для годовой программы их выпуска 1850 тыс. погонных метров. Увеличение за счет угловой ориентации втулок долговечности этих цепей на 15 %, что соответствует сокращению затрат на выпуск этой доли всего объема продукции, дает народнохозяйственный эффект более 400 тыс. рублей.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Повышение износостойкости приводных цепей / С.А. Дубиняк, И.И. Зубченко, П.Д. Кривый, А.В. Куцевич // Машиностроитель.- 1977.- № 7.- с. 15.

2. А. . 607695 СССР, ИМ³ В 23 Р 19/02. Пневматическое устройство для ориентации втулок при сборке внутренних звеньев приводных цепей / С.А. Дубиняк, П.Д. Кривый, И.И. Зубченко, А.В. Куцевич, Л.И. Крюков, Я.Д. Клевс (СССР).- № 2349924/25-27; Заявлено 14.04.76; Опубл. 25.05.78, Б. . № 19.- 4 с.

3. А.о. 733952 СССР, ИМ³ В 23 Р 19/0. Устройство для сборки прессовых соединений деталей типа "вал-втулка" / С.А. Дубиняк, П.Д. Кривый, А.В. Куцевич, Н.И. Кузьмин (СССР).- № 2450774/25-27; Заявлено 29.11.76; Опубл. 15.05.80, Бл. № 18.- 6 с.

4. А.с. 958034 СССР, МКИ³ В 21 L 9/02. Автомат сборки внутренних звеньев втулочно-роликовых цепей / С.А. Дубиняк, П.Д. Кривый, А.В. Куцевич, Л.И. Криков, Я.Д. Клевс, Ю.П. Бондаренко (СССР).- № 3253931/25-27; Заявлено 27.02.81; Опубл. 15.09.82, Бюл. № 34.- 18 с.

5. Дубиняк С.А., Куцевич А.В. Оптимизация конструктивных параметров механизма привода и фиксации карусельного стола автомата сборки внутренних звеньев приводных цепей // Технология и автоматизация машиностроения (Киев).- 1982.-Вып.30.-С. 80-84.

6. Дубиняк С.А., Кривый П.Д., Куцевич А.В. О новом методе прогнозирования долговечности и надежности шарниров с учетом точности формы контактирующих поверхностей // Расчет и управление надежностью больших механических систем: Информационные материалы У Всесоюзной школы.- Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.- С. 154-155.

7. Дубиняк С.А., Куцевич А.В., Кривый П.Д. Пневматическое угловое ориентирование втулок в автоматизированном производстве // Совершенствование гидро- и пневмоагрегатов в машиностроении: Тез. докл. всесоюз. науч.-техн. конф., 4-6 июня 1985 г., г. Грозный.- М., 1985.- С. 124-125.

8. А.с. 1196199 СССР, МКИ³ В 23 Р 19/02. Пневматическое устройство для угловой ориентации втулок при запрессовке / А.В. Куцевич, П.Д. Кривый, С.А. Дубиняк (СССР).- № 3774938/25-27; Заявлено 19.06.84; Опубл. 07.12.85, Бюл. № 45.- 4 с.

9. А.с. 1280349 СССР, МКИ³ G 01 L 3/00. Устройство для измерения момента силы / А.В. Куцевич (СССР).- № 3778314/24-10; Заявлено 01.08.84; Опубл. 30.12.86, Бюл. № 48.- 3 с.

10. А.с. 1299768 СССР, МКИ³ В 23 Р 19/02. Пневмомеханическое устройство для угловой ориентации втулок с радиальным отверстием / А.В. Куцевич (СССР).- № 3937638/25-27; Заявлено 01.07.85; Опубл. 30.03.87, Бюл. № 12.- 6 с.

Вул

