

05.02.08

5241

ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

На правах рукописи

БАРАНОВ ЛЕОНИД ПЕТРОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ СПИД  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРОТЯГИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ В  
ДЕТАЛЯХ МАЛОЙ ЖЕСТКОСТИ

Специальность 05.02.08 - "Технология машиностроения"

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Челябинск - 1980

Работа выполнена в Челябинском конструкторско-технологическом институте автоматизации и механизации автомобилестроения.

Научный руководитель - доктор технических наук,  
профессор В.В.Матвеев.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,  
профессор Д.К.Маргулис;  
кандидат технических наук,  
В.Н.Коноплев.

Ведущее предприятие - Челябинское тракторостроительное  
объединение им. В.И.Ленина.

Защита состоится *16.апреля*....., в *14*... часов, на заседании специализированного совета К053.13.01 по присуждению ученой степени кандидата технических наук при Челябинском политехническом институте им.Ленинского комсомола (454044, г.Челябинск, пр.им. В.И.Ленина, 76, 2-й этаж, конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан ..... марта 1980 года.

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенных печатью, просим направлять по адресу: 454044, г.Челябинск, пр.им.В.И.Ленина, 76,  
Ученый совет ЧПИ им.Ленинского комсомола.

Ученый секретарь  
специализированного совета



В.М.Меньшаков

Работа посвящена исследованию технологической операции протягивания точных отверстий в деталях малой жесткости. Проведены теоретические и экспериментальные исследования закономерностей возникновения погрешностей при протягивании деталей малой жесткости и определены направления совершенствования звеньев системы СПИД для повышения их точности. Разработаны новые элементы системы СПИД: автоматическая очистка от стружки и полное заднее сопровождение протяжек; самоустанавливающиеся одновременно на две поверхности опорные приспособления; протяжки для разностенных деталей и технологические процессы их изготовления. Применение комплекса новых элементов системы СПИД при протягивании вилок карданных валов обеспечило требуемую точность подшипниковых отверстий при одновременном уменьшении расхода протяжек более чем в 2 раза.

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Принятие XXV съездом КПСС "Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976-80 г.г." предусматривают значительное улучшение качества выпускаемых машин и приборов, повышение их технического уровня, производительности и надежности при непрерывном повышении эффективности производства.

Одним из наиболее производительных и эффективных способов механической обработки деталей машин на предприятиях с массовым типом производства является протягивание. Наряду с очевидными преимуществами протягивание имеет существенный недостаток, — относительно высокий удельный расход режущего инструмента, изготавливаемого из дефицитных вольфрамсодержащих материалов. При протягивании точных отверстий в разностенных деталях с малой толщиной стенок, наиболее массовыми представителями которых являются вилки карданных валов автомобилей, возникает второй недостаток, — неудовлетворительное качество обработанных поверхностей деталей по точности отверстий и шероховатости поверхностей.

Имеющиеся технические решения не устраняли указанные недостатки, поэтому задача исследования и разработки элементов системы СПИД для повышения точности отверстий и уменьшения расхода протяжек при обработке деталей малой жесткости является актуальной.

Цель работы. Теоретико-экспериментальное исследование закономерностей возникновения погрешностей при протягивании деталей малой жесткости и создание на этой базе усовершенствованных элементов системы СПИД, обеспечивающих требуемую точность деталей при одновременном существенном уменьшении расхода протяжек.

Научная новизна. Впервые проведено комплексное исследование элементов системы СПИД при протягивании деталей малой жесткости, в процессе которого разработаны вновь: методика качественной оценки влияния элементов системы СПИД на точность обработанных деталей; методика расчета размеров формообразующих зубьев протяжек для разностенных деталей с учетом деформации стенок; методика расчетного определения необходимых шероховатостей передних и задних поверхностей формообразующих зубьев протяжек в зависимости от требуемой шероховатости обработанных поверхностей деталей; уточнены процессы формообразования передних поверхностей зубьев круглых и шлицевых протяжек при заточке; разработана рациональная методика оценки точности отверстий в разностенных деталях.

Практическая ценность. По результатам теоретико-экспериментальных исследований разработаны новые элементы системы СПИД: бесконтактный способ автоматической очистки протяжек от стружки на протяжных станках, конструкция и методика расчета установок для осуществления этого способа; устройство для полного заднего сопровождения протяжек к горизонтально-протяжным станкам, включающее вспомогательный патрон повышенной надежности; самоустанавливающиеся одновременно на две поверхности опорные приспособления, повышающие точность деталей типа вилок; протяжки для разностенных деталей и техпроцессы их изготовления. Разработан техпроцесс конической заточки передних поверхностей режущих зубьев, повышающей стойкость круглых и шлицевых протяжек.

Реализация работы на практике. Разработки по теме диссертации внедрены на Уральском, Ульяновском, Луцком автомобильных, Заволжском моторном, заводах карданных валов и др. Экономический эффект от внедрения на 10 заводах МАП составил более 400 тыс. рублей.

Публикации. Основные результаты диссертации изложены в 14 работах, опубликованных в открытой печати.

Структура и объем работы. Диссертация включает введение, 5 глав, выводы, список использованной литературы, 2 приложения. Работа изложена на 125 страницах машинописного текста, содержит 14 таблиц и 55 иллюстраций.

#### СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Анализ техпроцессов обработки точных отверстий (2-й класс и точнее) в деталях малой жесткости, выполненный на примере обработки подшипниковых гнезд в проушинах вилок заводами карданных валов, показывает, что в последние годы наблюдалась тенденция замены протягивания отверстий в вилках другим менее производительным способом их обработки: алмазным растачиванием с последующим хонингованием.

Эта тенденция вызвана повышением требований к точности деталей. Имевшиеся на заводах системы СПИД для протягивания деталей малой жесткости: протяжные станки с частичным задним сопровождением и ручной очисткой протяжек от стружки; опоры на одну поверхность; протяжки с увеличенным числом чистовых и калибрующих зубьев, отнесенных от режущих промежуточным цилиндрическим направлением, — не стали обеспечивать возросшие требования к соосности отверстий и шероховатости обработанных поверхностей.

Обзор технической литературы показывает, что исследование по определению влияния комплекса элементов системы СПИД на погрешности протягивания деталей малой жесткости не проводилось. Отсутствие эффективного способа автоматической очистки протяжек от стружки сдерживало процесс внедрения автоматических и автоматизированных протяжных станков. Имевшихся технических решений в конструировании приспособлений и протяжек для разностенных деталей было недостаточно для обеспечения современных точностных требований, предъявляемых к подшипниковым отверстиям в вилках карданных валов. Существующие технологические процессы изготовления, переточки и условия эксплуатации протяжек, особенно для деталей малой жесткости, вызвали относительно высокий удельный расход инструмента, изготавливаемого из дефицитных вольфрамо-содержащих материалов.

Анализ состояния вопроса доказывает необходимость исследования закономерностей возникновения погрешностей при протягивании деталей малой жесткости и на этой базе создание новых элементов системы СПИД, повышающих точность деталей и одновременно существенно уменьшающих расход протяжек.

Для достижения поставленной цели в диссертации решались следующие основные задачи:

1. Теоретическое и экспериментальное исследование влияния элементов системы СПИД на точность протягивания.

2. Определение направлений совершенствования протяжек для обработки деталей малой жесткости и разработка средств их реализации.

3. Разработка новых опорных приспособлений, повышающих жесткость деталей типа вилок при протягивании.

4. Разработка эффективного способа очистки протяжек от стружки, позволяющего автоматизировать процесс протягивания.

5. Разработка устройства к горизонтально-протяжным станкам для полного заднего сопровождения протяжек.

#### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Все аналитические исследования и расчеты выполнялись в соответствии с поставленной в работе главной целью с точностью, достаточной для практических целей, и проверялись экспериментально постановкой разного рода испытаний ( в лабораторных и производственных условиях ), а также проведением специальных серий опытов, если в этом возникала необходимость.

Экспериментальные исследования выполнялись с целью проверки аналитических исследований и выводов и с целью разработки комплекса вопросов, теоретическое решение которых не представлялось возможным.

В экспериментальных исследованиях использовались как универсальная измерительная аппаратура, приборы и инструмент, серийное оборудование, применяемое при протягивании деталей и изготовлении протяжек, серийные протяжки и серийные детали, так и специальные контрольные приспособления и инструмент, технологическая оснастка, режущий инструмент и образцы.

В планировании экспериментов использовались классические приемы однофакторного эксперимента и многофакторное планирование. Обработка результатов однофакторных экспериментов выполнялась в соответствии с ГОСТом II.006-74, а план, код и обработка результатов многофакторных экспериментов выполнялась по бланкам-алгоритмам В.А.Вознесенского.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения средств к решению первой задачи, т.е. для выявления влияния элементов системы СПИД на погрешности протягивания построена схема (Рис.1), в которой все элементы звеньев объединены в групповые признаки: Каждое звено среди групповых признаков имеет точность и жесткость. Все остальные признаки определяют усилия протягивания. Для приближенной качественной оценки связей каждой из погрешностей протягивания с групповыми признаками звеньев системы СПИД предложено выражение

$$E_j = \sum_{i=1}^2 K_{ji} \cdot \varepsilon_i + \left( \frac{P}{K_{jс} Жс} + \frac{P}{K_{jл} Жл} + \frac{P}{K_{jn} Жн} + \frac{P}{K_{jd} Жд} \right), \quad (1)$$

согласно которому погрешности обработанных деталей ( $E_j$ ) зависят от точности звеньев ( $\varepsilon_i$ ), усилия резания (P) и жесткости звеньев ( $Ж_i$ ).

Несмотря на то, что количественное определение погрешностей изготовления деталей из выражения (1) затруднительно, оно определяет направления совершенствования системы СПИД для их уменьшения:

1. увеличение точности всех звеньев;
2. уменьшение усилий протягивания;
3. увеличение жесткости звеньев системы СПИД, и особенно, увеличение жесткости наиболее слабого звена (детали).

Увеличение точности звеньев, выше установленной нормами, экономически нецелесообразно, поэтому в работе приняты направления для достижения поставленной цели при точности звеньев, соответствующей установленной действующими нормами.

Усилия резания при протягивании в первую очередь определяются конструкцией протяжки. Общее решение 2-й задачи, - определение направлений совершенствования протяжек, - получено из выражения (1), которое применительно к инструменту-протяжкам имеет вид:

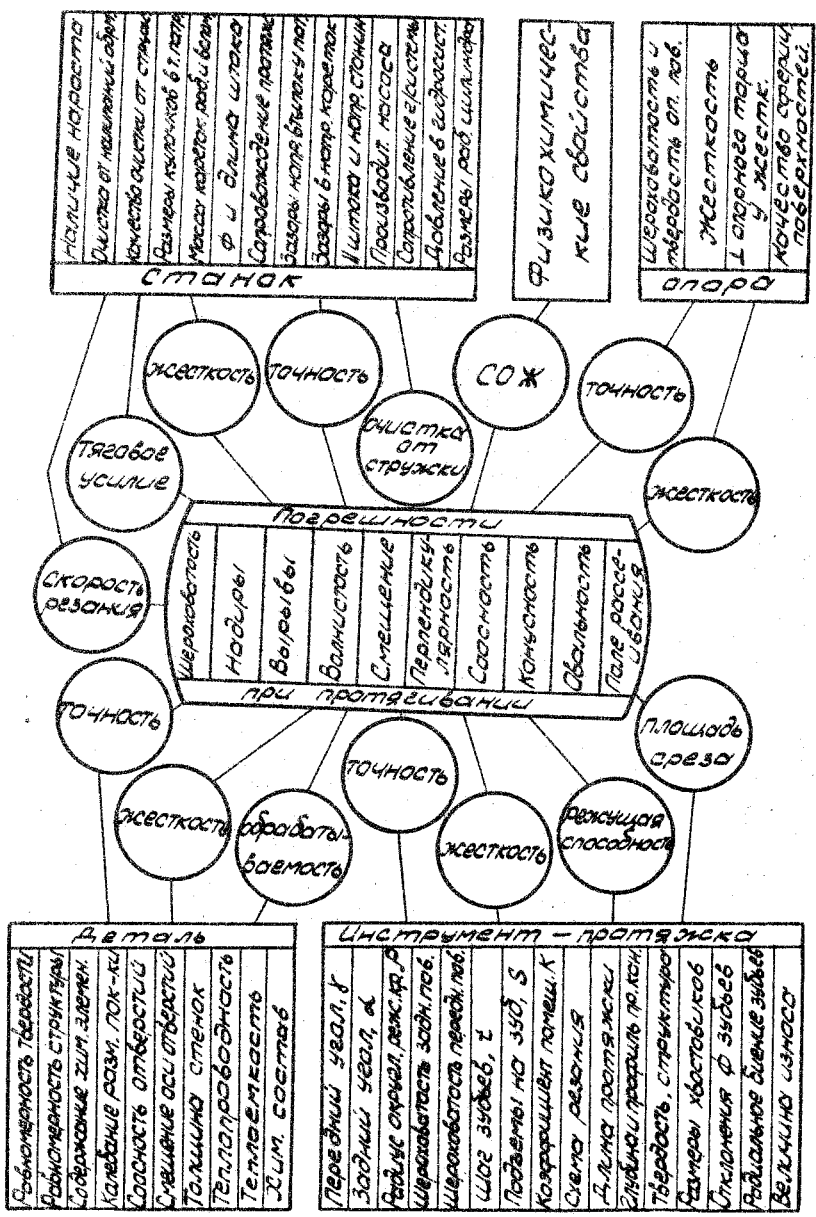


Рис. 1. Схема влияния элементов системы СПИД на погрешности протягивания



$$\varepsilon_{jn} = K_j \varepsilon_{uz2} + \frac{K_j d^3}{E_j} P. \quad (2)$$

Используя общепринятые зависимости и введя понятия: режущая способность клина ( $\psi_1$ )

$$\psi_1 = \psi(\gamma, \alpha, P, Ran, Raz) \quad (3)$$

и площадь одновременно срезаемого слоя ( $S$ )

$$S = 0,2 \cdot \pi D \frac{L}{(t - 0,4) \cdot zc}, \quad (4)$$

получено выражение

$$\varepsilon_{jn} = C \frac{1}{\psi_1} S \frac{d^3}{E_j} \pm K_j \varepsilon_{uz2}, \quad (5)$$

определяющее зависимость погрешностей изготовления детали от групповых признаков протяжки.

Согласно выражению (5), уменьшение погрешностей протягивания достигается: увеличением режущей способности клина ( $\psi_1$ ), уменьшением площади одновременно срезаемого слоя ( $S$ ), увеличением жесткости протяжки ( $\frac{E_j}{d^3}$ ), использованием знака ( $\pm$ ) погрешностей изготовления протяжки ( $\varepsilon_{uz2}$ ).

Режущая способность клина (3) характеризуется геометрическими параметрами ( $\gamma, \alpha, P$ ) и шероховатостями передней ( $Ran$ ) и задней ( $Raz$ ) поверхностей. Влияние геометрических параметров на усилие резания и качество протянутых поверхностей изучено достаточно и в работе использованы общепринятые рекомендации.

Влияние шероховатостей задней и передней поверхностей формообразующих зубьев на усилие резания и качество протянутых поверхностей изучено недостаточно. До настоящего времени нет теоретического обоснования необходимых шероховатостей передней и задней поверхностей в зависимости от требуемой шероховатости деталей. Это приводит к тому, что нередко, применяемые протяжки не обеспечивают требуемую шероховатость деталей, или наоборот трудозатраты на изготовление протяжек значительно превышают необходимые.

Для расчетного определения шероховатостей задних и передних поверхностей формообразующих зубьев нами предложены формулы:

$$Raz \leq \frac{Rad}{15}; \quad (6)$$

$$Ran \leq \frac{Rad}{15} \cdot \frac{\cos(\gamma + \alpha)}{\sin \alpha}, \quad (7)$$

выведенные на основании известного положения профессора Каширина А.И. о том, что шероховатость режущей кромки инструмента должна быть меньше требуемой шероховатости детали на 3 класса шероховатости.

Получение шероховатости передней поверхности связано с образованием ее формы, которая оказывает влияние на качество деталей. Для круглых и шлицевых протяжек общепринята коническая форма передних поверхностей, которая получается при линейном контакте образующей конуса шлифовального круга с обрабатываемой поверхностью зуба. Условия образования конической поверхности при заточке протяжек определяются формулой Пархиловского И.Г.:

$$D\alpha = \frac{D_{np} \cdot \sin(\beta - \gamma)}{\sin \gamma}$$

Когда они не выдерживаются, т.е. когда диаметр шлифовального круга ( $D\alpha$ ) превышает расчетный, или когда угол правки круга превышает расчетный передний угол зуба ( $\gamma$ ), что весьма часто наблюдается в практике заточки протяжек, верхняя часть образующей передней поверхности (выше точки контакта максимального диаметра шлифовального круга с передней поверхностью зуба) обрабатывается режущими зернами, расположенными на окружности максимального диаметра шлифовального круга. Передняя поверхность при этом получает форму эллипса, согласно уравнению

$$x^2 = (z_1 + m - \frac{x}{\tan \beta})^2 + R^2 - (R - \frac{m}{\cos \beta} + \frac{x}{\sin \beta})^2 \quad (8)$$

При эллиптической форме передней поверхности значительный объем металла снимается малым количеством режущих зерен, что приводит к перегреву протяжки, повышению микронеровностей на передней поверхности, понижению твердости режущей кромки, а также повышенному "засаливанию" круга. Кроме того, так как режущие зерна шлифовального круга выходят на режущую кромку, последняя получается зазубренной. Передний угол, определяемый выражением

$$\gamma = \arccos \operatorname{ctg} \left( \frac{D\alpha}{D_{np} \cdot \sin \beta} + \operatorname{ctg} \beta \right),$$

изменяется по образующей эллипсоида каждого зуба, а вследствие износа шлифовального круга и изменения диаметральных размеров зубьев изменяется при заточке различных зубьев одной протяжки.

При конической заточке в работе участвует вся рабочая поверхность шлифовального круга с линейным контактом по всему профилю передней поверхности, т.е. увеличивается стойкость шлифовальных кругов, обеспечивая при этом постоянство передних углов. Меньшая, по сравнению с криволинейной, площадь контакта круга с обрабатываемой поверхностью обеспечивает меньший нагрев протяжки, а следовательно, уменьшаются "прижоги" и микронеровности на передней поверхности. При этом режущая кромка лучше сохраняет твердость, что способствует повышению стойкости.

Таким образом, режущую способность клина круглых протяжек можно существенно увеличить изготовлением передних и задних поверхностей с расчетными шероховатостями и конической заточкой передних поверхностей.

Из выражения (4) площадь одновременно срезаемого слоя можно уменьшить уменьшением толщины среза ( $\alpha_2$ ), увеличением шага ( $t$ ) и числа зубьев в секции ( $z_c$ ).

Стабильное непрерывное стружкообразование достигается участием в процессе деформации срезаемого слоя передней поверхности инструмента, имеющей положительный передний угол ( $\gamma$ ). С учетом этого, теоретическая минимальная толщина среза может определяться выражением:

$$\alpha_2 \min = \rho(1 + \sin \gamma). \quad (9)$$

Для практических рекомендаций её лучше назначать по формуле:

$$\alpha_2 = \rho \max(1 + \sin \gamma) + \sqrt{\left(\frac{\delta \Phi}{2}\right)^2 + \Delta^2}. \quad (10)$$

с учетом погрешностей изготовления протяжки.

Для разностенных деталей малой жесткости число зубьев в секции можно определять из выражения:

$$z_c \geq \frac{2,4R_2}{t - 1,2}, \quad (11)$$

основанного на положениях профессора Маргулиса Д.К. и Апина Л.Р.

Возможности увеличения жесткости протяжки (5) весьма ограничены.

Из (I) и (5) погрешности протягивания теоретически можно полностью компенсировать "закономерными" погрешностями изготовления протяжки.

0194435

Практически, так как режущая способность клина не является постоянной в течение периода стойкости и скорректированная протяжка имеет собственные погрешности изготовления ( $\varepsilon'_{\text{УЗЗ}}$ ), корректированием можно значительно уменьшить погрешности деталей (до  $\varepsilon'_{\text{УЗЗ}}$ ) лишь в средний момент периода стойкости, при

$$\psi_1 = \bar{\psi}_1,$$

$$\bar{\varepsilon}_{jH} = \pm \varepsilon'_{\text{УЗЗ}}, \quad (12)$$

также уменьшив их в начальный, при  $\psi_1 = \psi_{1\text{max}}$ ,

$$\varepsilon_{jH} \leq CS \frac{\psi^3}{\bar{\psi}} \left( -\frac{1}{3\psi_{1\text{max}}} \right) \pm \varepsilon'_{\text{УЗЗ}} \quad (13)$$

и конечный, при  $\psi_1 = \psi_{1\text{min}}$ ,

$$\varepsilon_{jH} \leq CS \frac{\psi^3}{\bar{\psi}} \cdot \frac{1}{3\psi_{1\text{min}}} \pm \varepsilon'_{\text{УЗЗ}} \quad (14)$$

моменты периода стойкости.

Изложенное конкретизирует общее решение 2-й задачи.

Из общего решения 1-й задачи (I) - следующее направление уменьшения погрешностей протягивания - увеличение жесткости системы СПИД.

Увеличение жесткости станка и инструмента в процессе протягивания достигается полным задним сопровождением протяжек, что подтверждает актуальность решения 5-й задачи.

Для разработки схемы опорных приспособлений, увеличивающих жесткость детали, исследованы её деформации в процессе протягивания.

При протягивании разностенных деталей типа "проушина" круглой протяжкой, вследствие различных упругих перемещений стенок от радиальных составляющих усилия резания, отверстие получается некруглым. Величина некруглости для предельных размеров проушины вилки автомобиля УАЗ ( $b_{\text{max}} = 4,5 \text{ мм}$ ,  $b_{\text{min}} = 2,15 \text{ мм}$ ) определена расчетным путем ( $\Delta_{\text{max}} = 12 \text{ мкм}$ ,  $\Delta_{\text{min}} = 5 \text{ мкм}$ ) и экспериментально ( $\bar{\Delta}_{\text{max}} = 9,8 \text{ мкм}$ ,  $\bar{\Delta}_{\text{min}} = 4,5 \text{ мкм}$ ) при отклонениях в отдельных опытах до 25% от средних значений, что можно объяснить погрешностями эксперимента.

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ СПИД ДЛЯ ПРОТЯГИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАЛОЙ ЖЕСТКОСТИ

Для устранения овальности отверстий, вызванной радиальными деформациями стенок в работе предложено разностенные детали протягивать некруглыми протяжками. Для изготовления некруглых протяжек разработан способ шлифования на круглошлифовальных станках. Для этого ось протяжки располагается под углом, равным заднему углу зубьев ( $\alpha$ ), к образующей цилиндрической поверхности шлифовального круга и обеспечивают дополнительное осевое перемещение протяжки, согласованное с её вращением. Реализация способа достигается разработанным копирным приспособлением к круглошлифовальному станку.

При протягивании вилок кроме радиальных деформаций возникают осевые, определение которых расчетным путем затруднительно. Поэтому прогибы проушин определены экспериментально. Их величина составляет до 0,75 мм при прохождении черновых зубьев и до 0,1 мм при прохождении калибрующих зубьев протяжки.

Значительное уменьшение осевых деформаций достигнуто применением новых опорных приспособлений (а.с. № 595092), обеспечивающих самоустанавливание вилок одновременно на две поверхности.

Теоретические направления совершенствования протяжек реализованы в режущих протяжках для разностенных деталей и технологическом процессе получения конической формы передних поверхностей при заточке с одновременным использованием процесса доводки задних поверхностей.

С целью повышения производительности протягивания разработан способ автоматической очистки протяжек от стружки кольцевой высокоскоростной струей СОЖ, подаваемой на протяжку во время рабочего хода.

Реализация способа связана с модернизацией протяжных станков, которая заключается в оснащении их дополнительными гидростанциями и устройствами для очистки, смонтированными в опорной плите (столе) станка. Устройство для очистки выполнено в виде 2-х колец, по поверхности разъема которых образовано кольцевое сопло.

По результатам экспериментальных исследований и производственных испытаний разработана методика расчета установок, которая включает в себя: определение размеров сопла, определение харак-

теристики насоса, вспомогательные расчеты рабочих параметров гидростанции.

Для увеличения жесткости станка и протяжки в процессе протягивания, а также для уменьшения неперпендикулярности протянутых деталей разработано устройство к горизонтально-протяжному станкам для полного заднего сопровождения протяжек, которое отличается от серийно-выпускаемых размещением поддерживающего ролика на автономных направляющих, что позволяет каретке перемещаться по направляющим вспомогательной станины до обрабатываемой детали. Устройство снабжено вспомогательным патроном повышенной надежности.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ И ВНЕДРЕНИЯ

Внедрение устройств для автоматической очистки протяжек от стружки позволяет автоматизировать процесс протягивания, сокращает расход протяжек от 30% до 75%, увеличивает производительность протяжных операций от 10% до 30%, уменьшает микронеровности обработанных поверхностей на 20-30%.

Полное заднее сопровождение протяжек облегчило условия труда рабочих станочников, повысило производительность на 10-30%, уменьшило случаи брака деталей по неперпендикулярности отверстий опорным торцам.

Самоустанавливающиеся одновременно на две поверхности опорные приспособления уменьшили несоосность отверстий в вилках с 0,03-0,06 мм до 0,005-0,01 мм и уменьшили среднюю овальность с 0,018 мм до 0,0045 мм в вилках грузовых автомобилей и с 0,010 мм до 0,004 мм в вилках легковых автомобилей.

Протяжки с разгруженной чистой частью обеспечили шероховатость обработанных поверхностей  $R_a = 2,5$  мкм и уменьшили среднюю овальность с 0,018 мм до 0,009 мм.

Протяжки с корректированными зубьями уменьшили среднюю овальность отверстий с 0,018 мм до 0,0046 мм.

Коническая форма передних поверхностей круглых протяжек, образованная при линейном контакте профиля круга с образующей передней поверхности, повысила (по сравнению с эллиптической) стойкость протяжек на 20-100% и уменьшила микронеровности протянутых поверхностей на 20-50%.

Новые элементы системы СПИД	Станок	Самостоятельность очистка про- тяжка стружки	полное заднее сопровождени- е протяжек	Самостоятельная шаров опора на поверхности	с разгружен- ной частью	повышенной жесткости	Протяжка			коническая заточка	дополня- ющих элементов	экономич- ный эффект	экономич- ный расход материала	№
							с корректно введенными профи- лями	режущая- выт- ражающая	с лампами					
Иркутский карданный валов	1	1	1		1					+	21,1	1	5	1
Гродненский карданный валов	1	1	1							+	40,0	3	5	1
Херсонский карданный валов	3	2	1	1		1				+	40,0	5	5	1
Чапкентский карданный валов	1	1	1	1						+	35,0	2	5	1
Уральский автомобильный	2	1								+	32	2	1	1
Ульяновский автомобильный	4	1	1	1							65	2	3	1
Луцкий автомобильный	3			1						+	50	2	3	1
Заволжский моторный	4									+	65	5	8	1
Борисовский автотракт. элект. рооб.	1	1								+	26	3	1	1

Технико-экономические показатели производственных испытаний и внедрения новых элементов системы СПИД при протягивании, полученные в течение 1974-78 г.г., приведены в таблице.

Как правило, наибольший эффект достигался при комплексном решении вопросов: конструкции, технология изготовления и пере - точка протяжек, а также условий их эксплуатации, т.е. конструкции опорных приспособлений, сопровождения, устройств для очистки и скорости протягивания.

## ВЫВОДЫ

1. Основными направлениями повышения точности протягивания деталей малой жесткости, при выполнении точности звеньев системы СПИД соответственно действующим нормам, являются: создание в процессе протягивания дополнительных опор в плоскостях детали недостаточной жесткости и уменьшение усилий резания.

2. На точность отверстий для деталей типа вилок карданного вала при обработке протягиванием больше влияют осевые деформации проушин (~80%) и меньше - радиальные деформации стенок (~20%).

3. Для уменьшения осевых деформаций проушин более чем в 2 раза разработаны новые самоустанавливающиеся одновременно на две поверхности опорные приспособления.

4. Влияние радиальных деформаций стенок на точность отверстий можно уменьшить до 3-х раз обработкой деталей малой жесткости протяжками, чистовые и калибрующие зубья которых выполнены скорректированными по форме на среднюю величину радиальных деформаций стенок. Для изготовления некруглых зубьев разработаны способ и устройство к круглошлифовальным станкам.

5. Для повышения жесткости системы СПИД в процессе протягивания разработано устройство к горизонтально-протяжным станкам для полного заднего сопровождения протяжек, снабженное вспомогательным патроном повышенной надежности.

6. Изготовление режущих зубьев с конической (вместо обычно применяемой эллиптической) формой передних поверхностей и расчетным соотношением шероховатостей передних и задних поверхностей, в зависимости от требуемой шероховатости протянутых поверхностей, уменьшает усилия резания до 30% при одновременном повышении стойкости круглых и шлицевых протяжек на 30-50%.



7. С целью повышения производительности протягивания и автоматизации процесса предложен способ автоматической очистки протяжек от стружки тонкой высокоскоростной струей СОЖ, подаваемой на протяжку при выходе её из детали. Для реализации способа разработаны устройства к протяжным станкам и методика их расчета, применение которых уменьшает усилия протягивания на 20-30%.

8. Новые элементы системы СПИД: автоматическая очистка протяжек, полное сопровождение, самоустанавливающаяся на 2 поверхности опора, протяжка с коническими передними и доведенными задними поверхностями, - обеспечили требуемую точность подшипниковых отверстий в вилках карданных валов: поле рассеивания 24 мкм, несоосность 10 мкм, овальность 12 мкм, шероховатость  $Ra \leq 1,25$  мкм, при одновременном увеличении стойкости протяжек в 2,6 раза.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Дыхнов А.Б., Баранов Л.П. Расчет деформаций проушин при протягивании. - В сб. научных трудов ЧПИ № 178, 1977, с.105-106.

2. Матвеев В.В., Баранов Л.П. Совершенствование конструкции протяжек для разностенных деталей. - В сб. "Пути повышения эффективности обработки протягиванием", М., 1978, с.171-175.

3. Матвеев В.В., Баранов Л.П. Очистка протяжек от стружки на протяжных станках. "Станки и инструмент", 1979, № 4, с.28-29.

4. Баранов Л.П., Дубровский В.П. Самоустанавливающаяся опора к протяжным станкам. Авт. свид. СССР № 595092. - Бюл. изобр. 1978, № 8.

5. Баранов Л.П. Улучшение качества деталей типа вилок при протягивании. - В сб. "Пути повышения эффективности обработки протягиванием", М., 1978, с.89-95.

6. Баранов Л.П. Устройство для полного заднего сопровождения протяжек на горизонтально-протяжные станки. "Технология автомобилестроения", 1977, № 6, с.49.

7. Баранов Л.П. Вспомогательный патрон к протяжным станкам, "Технология автомобилестроения", 1978, № 4, с.28.

8. Баранов Л.П. Самоустанавливающиеся опорные приспособления для протягивания деталей типа вилок. "Технология автомобилестроения", 1979, № 6, с.18-21.