

М 464485
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

ЕРОХИН ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

УДК 621.941.2 - 229

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА БЕССТУПЕНЧАТОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ СУПОРТА ОДНОШТИНДЕЛЬНОГО ГИДРО-
ФИЦИРОВАННОГО ТОКАРНОГО ПОЛУАВТОМАТА С ЧПУ.

Специальность - 05.03.01.- Процессы механической и
физико-химической обработки,
станки и инструмент..

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

Москва - 1987 г.

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 Кузнецов М.М.

Официальные оппоненты — доктор технических наук,
профессор Суслов А.Г.

— старший научный сотрудник,
кандидат технических наук
Мелихов Е.В.

Ведущее предприятие — указано в решении специализированного Совета

Защита диссертации состоится "30" июня 1987 г.
в 14³⁰ часов на заседании специализированного Совета
К 053.15.15. в Московском высшем техническом училище
имени Н.Э. Баумана по адресу: 107005, Москва, Б-5, 2 -я
Бауманская ул., дом № 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МВТУ

в одном экземпляре, заверен-

указанному адресу.

" _____ 1987 г.

Р.К. Мещеряков

Р.К. Мещеряков

Зак. 613

объем. 1, 2 л. п.л. Тираж 100 экз.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. XXVII съезд КПСС определил курс на развитие машиностроения при определяющем значении станкостроения, в частности, станков с ЧПУ. В решениях съезда была поставлена задача, наряду с внедрением новых моделей станков, повысить производительность действующих станков с ЧПУ за счёт совершенствования конструкций и выходных характеристик базовых узлов и механизмов.

В настоящее время в условиях тяжёлого машиностроения эксплуатируются гидрофицированные одношпиндельные токарные полуавтоматы с ЧПУ. Длительный опыт эксплуатации группы полуавтоматов моделей 1П752МЗ, 1П732МЗ на Калужском Машиностроительном заводе "КалугаПульмаш" Минтяжмаш показал, что полуавтоматы обладают хорошими эксплуатационными характеристиками, особенно при обработке деталей фасонной ступенчатой формы, получаемых из заготовок типа поковок или литьё. При этом обеспечивается низкая себестоимость обработки и высокая производительность.

М46485
М

Вместе с тем, было установлено, что после трёх лет двух - сменной эксплуатации происходит падение скорости суппорта и снижение производительности, достигающее 36,5 % после чего дальнейшая эксплуатация становится экономически нецелесообразной. В связи с этим, была поставлена задача выявить в условиях непосредственного производства узлы и параметры механизма подачи, влияющие на изменение расчётной скорости суппорта и разработать методы повышения производительности эксплуатируемых полуавтоматов.

Цель работы. Выявить параметры гидрокинематической цепи механизма подачи суппорта, влияющие на изменение выходных характеристик полуавтомата при обработке деталей фасонного профиля. Разработать теоретические предпосылки для установления количественной взаимосвязи между характеристикой золотникового распределителя и производительностью полуавтомата. Разработать метода совершенствования механизма бесступенчатой регулировки скорости суппорта для повышения работоспособности и производительности полуавтомата.

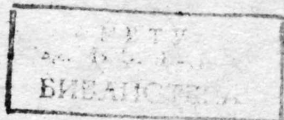
I

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1464785

Ерохин Д.С. Исследование и



Методика исследований основана на выявлении параметров золотникового распределителя, изменение которых при эксплуатации, обуславливает падение скорости суппорта и производительности. При исполнении работы применялись положения теории производительности и теории контактного соприкосновения сопрягаемых поверхностей. Были разработаны специальные переносные стенды, нагрузочные устройства и динамометры. В качестве измерительной аппаратуры применялись: большой микроскоп инструментальный БМИ - I, оптиметр вертикальный ИКВ с ценой деления 0,001 мм., пр. диометр с унифицированной электронной системой модели 283, а также тензометрическая и индукционная аппаратура. Определялась производительность с учетом влияния нелинейности при изменении выходной характеристики механизма золотникового распределителя цепи подачи. С учетом изменения за счет износа поверхности золотника были составлены алгоритмы и программы расчета на ЭВМ. Проведены эксплуатационные исследования восстановленных золотниковых распределителей с различными методами покрытия сопрягаемой поверхности золотника. Определялась скоростная и нагрузочная характеристика механизма подачи суппорта и их влияние на производительность полуавтомата. Полученные теоретические зависимости подтверждены экспериментально с достаточной полнотой и точностью.

Научная новизна работы. Установлено, что основным параметром, лимитирующим скорость суппорта, а следовательно, производительность гидрофицированных одношпиндельных токарных полуавтоматов с ЧПУ является радиальный зазор в золотниковом распределителе механизма подачи суппорта. Установлена количественная взаимосвязь показателей качества сопрягаемых поверхностей золотникового распределителя с величиной приведенного радиального зазора, развившегося при эксплуатации, и производительностью полуавтомата.

В математическую зависимость производительности полуавтомата введено значение приведенного радиального зазора, предельная величина которого экспериментально доказана. Установлена нелинейная зависимость уровня производительности полуавтомата от изменения величины приведенного радиального зазора с учетом микрорельефа сопрягаемых поверхностей в механизме

подачи суппорта.

Практическая ценность работы. Решён вопрос теоретического обоснования зависимости производительности полуавтомата от состояния выходных характеристик механизма подачи суппорта. Предложены метод и устройство для выявления параметров, лимитирующих производительность полуавтомата. С целью увеличения производительности, в условиях эксплуатации разработан метод восстановления и совершенствования характеристики механизма подачи суппорта. При эксплуатации выявлена зависимость влияния величины пористого слоя сопрягаемых поверхностей золотниковом механизме подачи суппорта на величину приведенного радиального зазора, а следовательно, на производительность полуавтомата. Предложен метод восстановления работоспособности и повышения производительности исследуемого полуавтомата в условиях производства.

Реализация результатов работы. Разработанные методики и устройства были внедрены на участке токарных полуавтоматов с ЧПУ на заводе "Калугапутьмаш" Минтяжмаш. Количество полуавтоматов, находящихся в эксплуатации, составляло на период исследования 23 единицы. При эксплуатации токарных одношпиндельных полуавтоматов с ЧПУ с гидрофицированным механизмом подачи суппорта был реализован метод выявления лимитирующих параметров.

Повышение производительности достигалось за счёт восстановления исходной величины приведенного радиального зазора методом напыления поверхности золотника нитридом титана. В результате реализации разработанных методов годовой экономический эффект, в расчете на один полуавтомат, составил 8974 рубля.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на Всесоюзной научно-технической конференции имени А.С. Попова "Вклад ученых и специалистов области в научно-технический прогресс", г. Калуга, филиал МВТУ, 1984 год; на Всесоюзной научно-технической конференции "Совершенствование гидро и пневмоагрегатов в машиностроении" / г. Грязи, 1985 г. /; на научно-технических семинарах / 1982, 1983, 1985 г. / и на заседании кафедры "Станки и автоматы механосборочного производства МВТУ им. Н.Э. Баумана.

Публикации. По теме диссертации опубликовано пять статей и получены семь удостоверений на рационализаторские предложения.
Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и общих выводов, изложенных на 168 страницах машинописного текста, содержит 47 рисунков, список литературы из 78 наименований, 9 приложений и документа о внедрении.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и научная новизна.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ рассматриваются требования, предъявляемые к гидрофицированным одношпиндельным токарным полуавтоматам с ЧПУ при их эксплуатации в непосредственных условиях производства на Калужском Машиностроительном заводе "Калугапутьмаш".

Рассмотрены особенности и перспективность эксплуатации полуавтоматов моделей ИП753МЗ, ИП732МЗ и ряда других, при обработке деталей фасонного ступенчатого профиля, получаемых из заготовок типа поковок или литья. Вместе с тем, установлено, что после трех лет эксплуатации наблюдается падение производительности полуавтоматов. Была поставлена задача выявить резервы производительности полуавтоматов при их эксплуатации на базовом участке станков с ЧПУ Минтяжмаш. Анализ статистической информации из сферы ремонта и обслуживания, а также применение специально разработанных устройств и промежуточных методик, позволили выявить узлы гидрофицированного механизма подачи, влияющие на падение скорости суппорта, а следовательно, на производительность полуавтоматов.

Наблюдениями и инженерными расчётами было установлено, что основным механизмом, влияющим на падение скорости суппорта, является следящий золотниковый распределитель гидроусилителя моментов вращения типа ЗЗ2Г18-2 по каждой управляемой координате. Падение скорости суппорта и приведённого к нему усилия наблюдалось при постоянстве подводимого к гидроусилителю давления рабочей жидкости. Этот процесс в специальной литературе не рассматривается и объяснения не имеет.

Поэтому возникла задача : выявить параметры золотнико -

вого распределителя, влияющие на уровень производительности исследуемых полуавтоматов.

Во второй главе проведен обобщенный теоретический анализ функционирования / при эксплуатации / механизма подачи суппорта. Рассмотрено влияние золотникового распределителя механизма подачи и изменение микрогеометрии сопрягаемых поверхностей на производительность полуавтомата. Использовалась предпосылка, в которой скорость суппорта на рабочих и холостых ходах по каждой координате оценивается следующей зависимостью:

$$S = f \frac{\varphi}{360} \cdot i_p t_{x.b.}, \quad (1)$$

где S - скорость суппорта; f - командная частота импульсов; $\varphi = 1,5^\circ$ - угловая дискрета поворота вала ШД - 5М при движении суппорта по управляемой координате X или Y; i_p - передаточное отношение безыфтового редуктора; t - шаг ходового винта. Эксплуатационные исследования позволили установить, что частота вращения вала ШД при эксплуатации не меняет своего запрограммированного значения; параметры i_p и $t_{x.b.}$ постоянны и не вносят погрешность в изменение расчётной величины скорости суппорта. Однако выявлено, что падение скорости суппорта при фасонной обработке деталей пропорционально уменьшению, в процессе эксплуатации, частоты вращения выходного вала гидроусилителя:

$$n_{г.у.} = f \frac{\varphi_r}{360} = \frac{q_\varphi}{q_d}, \quad (2)$$

здесь, φ_r - угловая дискрета выходного вала гидроусилителя моментов вращения; q_φ - расход жидкости, поступающей в рабочую полость гидродвигателя при движении суппорта с определенной скоростью; q_d - рабочий объем гидродвигателя в гидроусилителе моментов вращения. Тогда, при анализе изменения скорости суппорта была использована зависимость с учётом фактического расхода жидкости:

$$S = f \frac{\varphi_r}{360} \cdot i_p \cdot t_{x.b.} = n_{г.у.} \cdot i_p \cdot t_{x.b.} = \frac{q_\varphi}{q_d} \cdot i_p \cdot t_{x.b.} \quad (3)$$

Принимая сомножители $i_p, t_{x.b.}$, как постоянные величины $C = i_p \cdot t_{x.b.} = 2,5$, можем представить производительность гидрофицированного одношпиндельного токарного полуавтомата с ЧПУ в следующем виде:

$$Q = \frac{1}{\frac{L_p}{C \cdot \Pi_{г.у.р.}} + \frac{L_x}{C \cdot \Pi_{г.у.}(x.x.)}}, \quad (4)$$

т.е., выражая производительность полуавтомата через расходную характеристику, производительность исследуемого гидрофицированного одношпиндельного токарного полуавтомата может рассматриваться, как

$$Q = \frac{1}{\frac{L_p}{C \cdot q_{ф}/q_2} + \frac{L_x}{C \cdot q_{ф}(x.x.)/q_2}}. \quad (5)$$

Из / 4,5/ следует, что уровень производительности исследуемого полуавтомата пропорционален снижению, в процессе эксплуатации, действительной частоты вращения выходного вала гидроусилителя моментов вращения, $\Pi_{г.у.}$. В тоже время, уровень частоты вращения вала гидроусилителя функционально зависит от фактического расхода рабочей жидкости, поступающей на гидродвигатель при движении суппорта, $\Pi_{г.у.} = f(q_{ф})$. Было установлено, что при развитии перетеканий внутри золотникового распределителя имеют место следующие соотношения:

$$q_{ф} < q_{расч.}; S_{ф.} < S_{расч.}; Q < Q_{расч.} \quad (6)$$

Таким образом, изменение расходной характеристики зависит от перетеканий внутри следящего золотникового распределителя, при этом падает производительность полуавтомата. Исследования показали, что при эксплуатации увеличивается радиальный зазор в следящем золотниковом распределителе, а также изменяются параметры сопрягаемых поверхностей в уплотнении золотникового распределителя. С использованием "метода средних" установлена интенсивность развития радиального зазора. Наблюдениями установлено, что для оценки действительного уровня скорости суппорта, необходимо учитывать параметры /перехо-

затость и волнистость /. Возникла необходимость в проведении теоретических исследований для выявления математической зависимости производительности полуавтомата от выходной характеристики золотникового распределителя гидрокинематической цепи подачи суппорта.

В третьей главе получена нелинейная зависимость производительности полуавтомата с учётом изменения при эксплуатации, за счёт износа, величины радиального зазора и изменения микрогеометрии сопрягаемых поверхностей золотникового распределителя. Расчётная схема представлена на рис. I. Производительность гидрофицированного одношпиндельного токарного полуавтомата с ЧПУ, с учётом влияния микрогеометрии сопрягаемых поверхностей в золотниковом распределителе, рассматривается в следующем виде:

$$Q = \frac{S_p}{L_p} = \frac{\frac{I_a \cdot t_{\text{в}} \cdot K_3}{\omega} \left(\sqrt{x^2 + \delta_{\text{пр}}^2} \sqrt{\frac{P_n - P}{2}} - \delta_{\text{пр}} \sqrt{\frac{P_n - P}{2}} \right)}{L_p}, \quad (7)$$

где; $\omega = \frac{q_2}{2\pi}$ - характерный объём; x - расчётное смещение золотника; P_n - подводимое давление к золотниковому распределителю при движении суппорта на рабочей подаче по каждой из управляемых координат; $P = P_1 - P_2$ - давление нагрузки в процессе изменения глубины резания металла при токарной обработке деталей; S_p, L_p - соответственно, скорость и путь перемещения суппорта на рабочих ходах; Q - производи-
тельность полуавтоматов:

$$K' = \mu \pi d_3 \sqrt{\frac{2}{\rho}}, \quad (8)$$

здесь $\mu = 0,6$ - коэффициент расхода; d_3 - диаметр золотника; ρ - плотность масла, применяемого в гидросистеме / "Турбинное -22" /.

Из формулы (7) следует, что производительность гидрофицированного одношпиндельного токарного полуавтомата с ЧПУ нелинейно зависит от параметров x и p , меняющихся при различных режимах обработки деталей. Также, производительность зависит от переменной величины радиального зазора. В свою

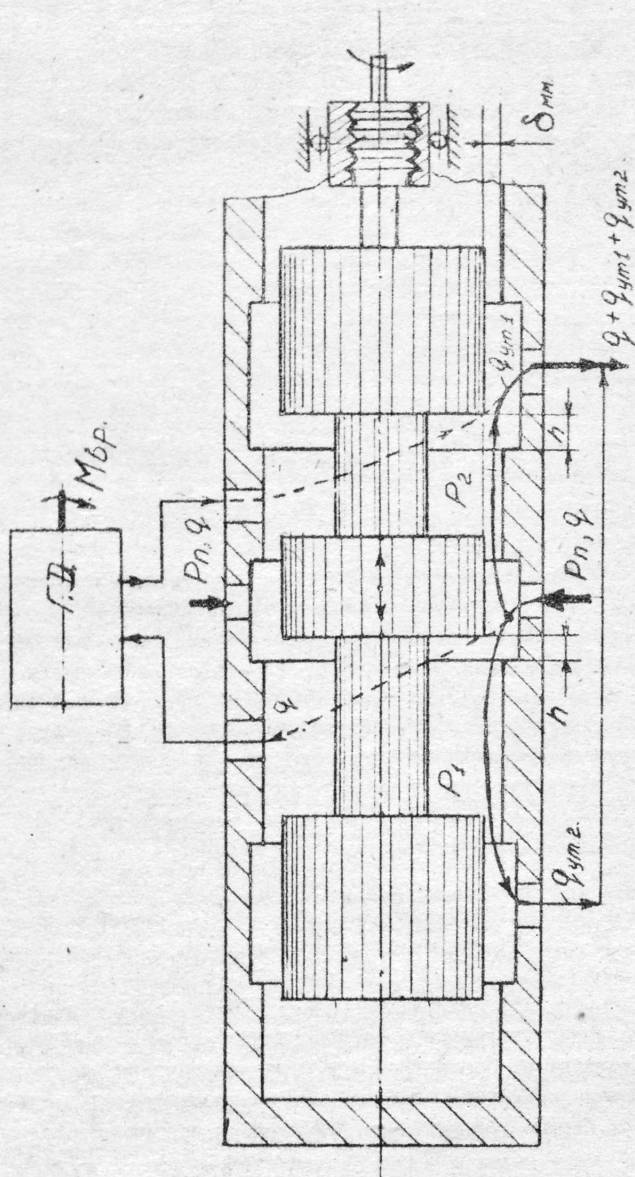


Рис.1. Расчётная схема электрогидравлического механизма подачи сушпорта.

очередь, радиальный зазор в золотниковом распределителе при анализе должен рассматриваться как приведенный, $\delta_{пр}$, с учетом влияния изменения микрогеометрии сопрягаемых поверхностей золотникового распределителя. Решение уравнения $Q=f(x, p, \delta_{пр})$ осуществлялось на ЭВМ типа ЕС - 1022. Выполненный анализ показал, что скорость суппорта при его перемещении, а следовательно, производительность исследуемых полуавтоматов снижаются пропорционально развитию радиального зазора с учетом микрогеометрии поверхностей в золотниковом распределителе. Выполнено теоретическое исследование производительности с учетом названных параметров. В результате, получена математическая модель механизма подачи. Линеаризация уравнений модели проводилась методом малых отклонений с разложением в ряд Тейлора:

$$\begin{cases} (T_r S + 1) P(S) = K_r [h(S) - \tau S y(S)]; \\ S(T_m S + 1) y(S) = K_m \cdot P(S); \\ x(S) - K_{ос} y(S) = h(S); \end{cases} \quad (9)$$

где S - символ дифференцирования /оператор Лапласа/; T_r - постоянная времени гидравлического звена; K_r - коэффициент передачи гидравлического звена; τ - постоянная времени скоростной обработки связи; K_m - передаточный коэффициент механического звена; $y(S)$ - линейное перемещение суппорта; $K_{ос}$ - коэффициент обратной связи; h - действительное открытие сечения золотника. При теоретическом анализе построена структурная схема, на основании которой получена передаточная функция замкнутого привода по задающему воздействию:

$$\Phi(S) = \frac{K_r K_m}{S(T_r S + 1)(T_m S + 1) + K_r K_m \tau S + K_r K_m K_{ос}} \quad (10)$$

В нее входят коэффициенты, учитывающие влияние радиального зазора на уровень производительности полуавтомата. В частности, анализ показал, что K_r уменьшается при увеличении радиального зазора в связи с падением коэффициента расхода

$K_{\text{дп}}$ и $K'_{\text{дп}}$ возрастанием коэффициентов скольжения $K_{\text{дп}}$ и $K'_{\text{дп}}$, что приводит к падению величины скорости суппорта и производительности полуавтоматов. Также, при развитии зазора в золотниковом распределителе происходит падение величины $T_{\text{г}}$, это изменение влияет на падение скорости суппорта, а следовательно, на снижение производительности полуавтомата.

При оценке влияния микрорельефа сопрягаемых поверхностей золотника и втулки в следящем распределителе на величину радиального зазора были применены положения работ профессора А.Г. Суслова по контактному сближению сопрягаемых поверхностей. Тогда, следящий золотниковый распределитель рассматривался, как подвижное разъёмное соединение с переменной площадью контакта. В этом случае, исследуемый радиальный зазор, δ , рассматривался с учётом величины пористого слоя:

$$\delta_0 = (W_{p1} + W_{p2}) + (R_{p1} + R_{p2}), \quad (II)$$

где δ_0 - пористый слой; R_p ; W_p - высота сглаживания шероховатости и волнистости сопрягаемых поверхностей золотникового распределителя - (расстояние от средней линии до линии выступов). В соответствии с теорией контактного сближения, для шлифованных поверхностей имеем, $W_p = 0,6W_z$ и $R_p = 3R_a$ где, заменены: нестандартизованный параметр R_p на R_a и, малоприменяемый на практике, параметр W_p на W_z . Тогда, в окончательном варианте, приведённый радиальный зазор в следящем золотниковом распределителе механизма подачи суппорта гидрофицированного одношпиндельного токарного полуавтомата с ЧПУ может быть представлен зависимостью:

$$\delta_{\text{прив}} = \delta + 0,6(W_{z1} + W_{z2}) + 3(R_{a1} + R_{a2}), \quad (I2)$$

где; W_z - средняя высота волны сопрягаемых поверхностей золотника и втулки в золотниковом распределителе; R_a - среднее арифметическое отклонение профиля сопрягаемых поверхностей.

На рис.2. представлены графики, характеризующие влияние изменяющегося при эксплуатации пористого слоя сопрягаемых поверхностей, на величину приведённого радиального зазора.

В результате выполненной теоретической части исследования установлено, что совершенствование выходных характеристик золотниковового распределителя механизма подачи суппорта позволит увеличить работоспособность и повысить производительность эксплуатируемых полуавтоматов на 36,5 %.

В четвёртой главе рассматриваются разработанные методы и устройства, предназначенные для определения (в условиях эксплуатации полуавтоматов) узлов и параметров, влияющих на падение скорости суппорта при обработке ступенчатых валов.

При экспериментальном исследовании установлены величины падения скорости суппорта, нагрузки на суппорт и уровень падения производительности. В результате проводимых регулярных измерений состояния сопрягаемых пар золотникового распределителя механизма подачи суппорта, установлена интенсивность развития радиального зазора и изменение шероховатости поверхности золотника и втулки за длительный период эксплуатации полуавтомата. Экспериментально доказано, что увеличение радиального зазора в золотниковом распределителе механизма подачи суппорта происходит за счёт износа поверхности золотника при прохождении потока жидкости, скорость потока достигает 70 м/с, что превышает скорость резания при шлифовании поверхности.

Исследования подтвердили теоретическую предпосылку, устанавливающую пропорциональную величину влияния шероховатости сопрягаемых поверхностей золотника и втулки, на радиальный кольцевой зазор, а следовательно, на производительность полуавтомата. В этом случае, радиальный зазор рассматривался, как приведённый - с учётом величины пористого слоя поверхностей. При выполнении экспериментальных работ применялись специально разработанные переносные стенды, динамометры и нагрузочные устройства, позволяющие при эксплуатации полуавтомата определять состояние выходных характеристик узлов гидромеханической цепи подачи суппорта. Кроме этих средств, применялись типовые средства измерения метрологической базы заводской лаборатории ЦИЛ, а также измерительная аппаратура, встроенная в автономные системы полуавтомата.

При исследовании были определены численные ограничения на величину приведённого радиального зазора в золотниковом

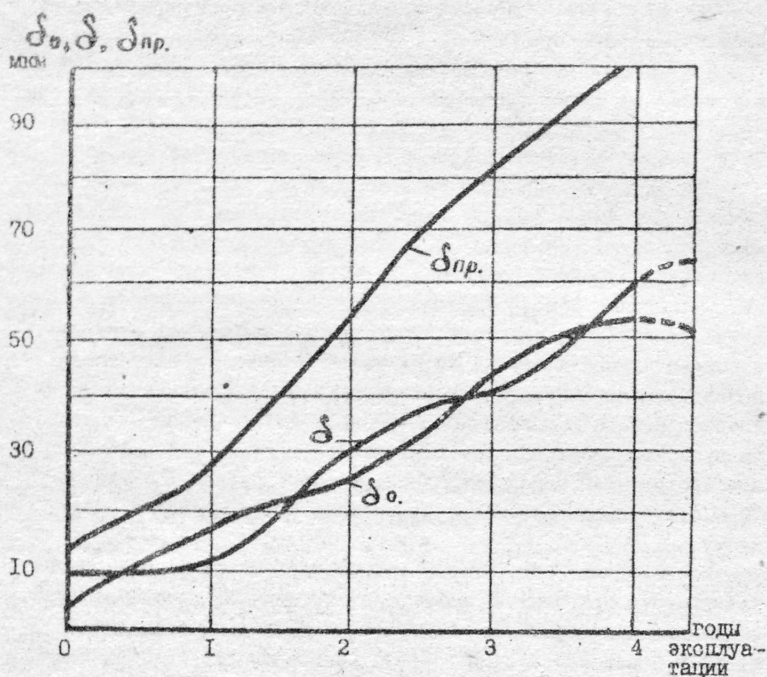


Рис.2. Графики изменения параметров, влияющих на герметичность золотникового распределителя:
 δ - радиальный зазор; δ_o - пористый слой;
 $\delta_{пр.}$ - приведённый радиальный зазор

распределителе механизма подачи сушпорта : $\delta_{np} = 0,01 \dots 0,064 \text{ мм}$.
 Доказано экспериментально, что при достижении величины радиального зазора $\delta_{np} = 0,064 \text{ мм}$ развивается вибрация при перемещении сушпорта; явление гидродара; скорость сушпорта и момент на валу гидроусилителя падают до нуля. В тоже время, установлено, что мощность подводимого к гидроусилителю потока жидкости сохраняет свои регламентные параметры по расходу и давлению. Мощность подводимого потока обуславливает нагрев гидросистемы за счёт дросселирования через радиальный зазор — температура гидросистемы превышает 50°C , эксплуатация полуавтомата становится практически недопустимой.

Эксперимент показал, что при оценке величины радиального зазора должна учитываться основная геометрическая характеристика качества сопрягаемых поверхностей — шероховатость, которая оказывает влияние на эксплуатационные показатели механизма бесступенчатого регулирования скорости сушпорта и на производительность полуавтомата.

В результате экспериментальных исследований были получены характеристики механизма подачи сушпорта с учётом влияния приведённого радиального зазора, в частности, скоростная $S = f(p)$ и нагрузочная $F = f(p, S)$. Установлена зависимость, характеризующая изменения за период эксплуатации, величины шероховатости рабочих участков поверхности золотника.

Экспериментально, в условиях производства, разработан и внедрён в эксплуатацию метод совершенствования выходных характеристик золотникового распределителя механизма подачи сушпорта. Применение метода плазменного напыления поверхности золотника нитридом титана позволяет вдвое увеличить работоспособность механизма бесступенчатого регулирования скорости сушпорта и повысить производительность полуавтомата на 38 %.

Полученные экспериментальные данные подтверждают теоретические выводы.

В пятой главе рассчитывается технико-экономический эффект, полученный в результате внедрения устройств и метода совершенствования выходных характеристик механизма бесступенчатого регулирования скорости сушпорта.

Q %

14

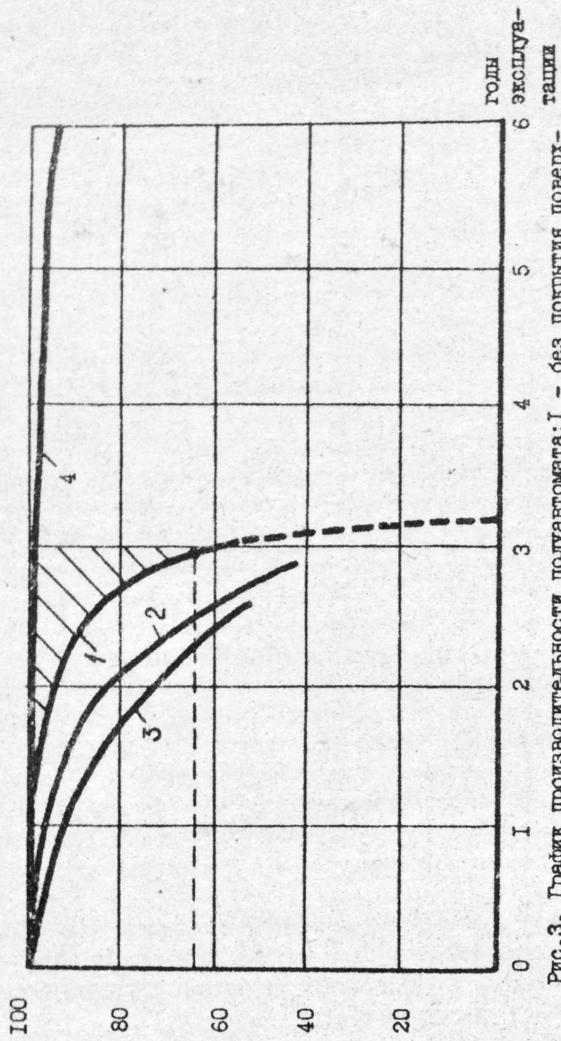


Рис. 3. График производительности полуавтомата: 1 - без покрытия поверхности золотника упрочняющим слоем металла; 2 - с нахромированием; 3 - с наклепом рабочих кромок золотника; 4 - с покрытием поверхности нитридом титана

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Теоретически и экспериментально определена зависимость производительности гидрофицированного одношпиндельного токарного полуавтомата с ЧПУ от микрорельефа сопрягаемых поверхностей золотникового распределителя, радиального зазора, площади контакта сопрягаемых поверхностей золотникового распределителя и от динамических коэффициентов, характеризующих динамику механизма подачи суппорта при обработке деталей типа фасонные ступенчатые валы.

2. Определено влияние динамических коэффициентов механизма подачи суппорта на производительность одношпиндельных гидрофицированных токарных полуавтоматов с ЧПУ с учётом влияния развившегося при эксплуатации радиального зазора и микрогеометрии поверхности золотника и втулки в следящем золотниковом распределителе механизма подачи.

3. В математическую зависимость производительности полуавтоматов введен выявленный параметр, характеризующий изменение скорости суппорта, а следовательно, производительности полуавтоматов.

4. Разработаны и внедрены переносные стенды, динамометры и нагрузочные устройства, позволяющие в непосредственных условиях эксплуатации полуавтоматов определять состояние выходных характеристик узлов гидрокинематической цепи механизма подачи и устанавливать их зависимость с производительностью.

5. Разработана методика повышения производительности гидрофицированных одношпиндельных токарных полуавтоматов с ЧПУ. Экспериментально установлен метод совершенствования характеристик сопрягаемых поверхностей следящего золотникового распределителя, позволивший вдвое увеличить ресурс исследуемого механизма и повысить производительность полуавтоматов.

6. Результаты теоретических и экспериментальных исследований внедрены на Калужском Машиностроительном заводе "Калуга-путымаш" и затребованы для внедрения на 22 завода Минтяжмаш.

7. Экономический эффект от внедрения результатов исследования составил, в расчёте на один полуавтомат, 8974 руб. в год.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Кузнецов М.М., Ерохин Д.С. Метод повышения производительности гидрофицированных одношпиндельных токарных полуавтоматов с ЧПУ. Известия ВУЗов.Машиностроение, 1985, № 8, с.114-119.
2. Ерохин Д.С. Повышение производительности гидрофицированных одношпиндельных токарных полуавтоматов с ЧПУ.- Известия ВУЗов.Маш., 1985, № 1. с. 136-140.
3. Ерохин Д.С. Исследование методов повышения производительности гидрофицированного одношпиндельного токарного полуавтомата с ЧПУ. Известия ВУЗов.М., 1986, № 4. с. 137-142.
4. Ерохин Д.С. Исследование и разработка методов повышения производительности гидрофицированных одношпиндельных токарных полуавтоматов с ЧПУ. Тез.докл. Научно-техническая конференция ИТО. Машпром 1985, с. 29-31.
5. Кузнецов М.М., Ерохин Д.С. Исследование электрогидравлического привода подачи суппорта одношпиндельных гидрофицированных токарных полуавтоматов с ЧПУ.- Известия ВУЗов, М.:Маш., 1983, № 2, с. 96-101.

Ерохин