ОП358835

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
С С С Р

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

На правах рукописи

ИМКЕЛОВ Вячеслав Михайлович

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ, КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С Ч П У, ОСНАЩЕННЫХ СЛЕДЯЩИМ ПО СИЛЕ РЕЗАНИЯ ГИДРОЛЮНЕТОМ

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 1980

НА А
НЕ ВЫДА

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
С С С Р

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

На правах рукописи

ИМКЕЛОВ Вячеслав Михайлович

№ 1358835

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ, КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С Ч П У, ОСНАЩЕННЫХ СЛЕДЯЩИМ ПО СИЛЕ РЕЗАНИЯ ГИДРОПЛИНЕТОМ

Специальность 05.02.08 – Технология машиностроения

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана
1358835
Имкелов В.М. Исследование

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

Москва 1980

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

Научный руководитель– Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук профессор КОРСАКОВ В.С.

Официальные оппоненты – доктор технических наук профессор КУЗНЕЦОВ А.М., кандидат технических наук доцент ГОРИЕВ В.Ф.

Ведущее предприятие – завод "Динамо"

Защита диссертации состоится "21" апреля 1980г. на заседании специализированного Совета по технологии машиностроения, шифр К-053.15.15 МВТУ имени Н.Э.Баумана по адресу: 107005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская, 5.

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

Ваши отзывы и предложения на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим направить по указанному адресу.

Автореферат разослан "20" марта 1980г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА
к.т.н. доцент МЕЩЕРЯКОВ Р.К.

Л-65437 от 17.03.80г. Объем 1 п.л.
Тип. МВТУ им.Н.Э.Баумана, тир. 100 экз. Зак. 497.

МВТУ им. Н.Э. Баумана ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

Актуальность проблемы. Станки с числовым программным управлением (ЧПУ) являются одним из основных средств автоматизации механической обработки в различных отраслях машиностроения с индивидуальным и мелкосерийным характером производства. Все чаще эти станки используют в поточном производстве и в автоматических линиях. В связи с этим выполняется много работ, направленных на повышение эффективности применения станков с ЧПУ. В частности в МВТУ им.Н.Э.Баумана разработана система автоматической наладки токарных станков (ТС) с ЧПУ, позволяющая повысить точность размерной наладки. Несмотря на это достаточно высокие технические требования, предъявляемые к ступенчатым валам, часто обеспечиваются за счет увеличения трудоемкости механической обработки. При обработке заготовок малой жесткости (податливость ω =0,8+ +1,3 мкм/кгс) погрешности, возникающие вследствие упругих отжатий технологической системы, превышают 26 мкм. С уменьшением жесткости обрабатываемой заготовки нарушается устойчивость процесса, ухудшается качество обработанной поверхности. Для повышения точности обработки снижают режимы резания в ущерб производительности или оставляют значительный припуск на последующую обработку (до 0,4 мм и более). Применение существующих конструкций люнетов – одного из основных средств повышения жесткости технологической системы при обработке на обычных станках – на ТС с ЧПУ не приемлемо вследствие специфики обработки ступенчатых валов на последних. Поэтому представляется целесообразным выполнение исследований, направленных на повышение качества и производительности обработки нежестких валов (НВ) на ТС с ЧПУ.

Цель исследования. Одним из наиболее перспективных путей повышения точности и производительности обработки на станках с ЧПУ является оснащение их автоматическими устройствами и системами. Часто такое оснащение расширяет технологические возможности станков с ЧПУ. Цель данной работы – повышение точности и производительности обработки нежестких заготовок на ТС с ЧПУ при помощи универсального люнета, управляемого по программе.

Методы исследования. Теоретические исследования проводились на базе основ технологии машиностроения, теории спе-

тем автоматического регулирования, теории планирования экспериментов и теоретико-вероятностных методов исследования, сопротивления материалов и других общетехнических дисциплин.

Экспериментальные исследования проводились на ТС мод. I6К20ФЗС4 с системой ЧПУ 3М907 при использовании разработанных и изготовленных автором экспериментальных установок в лаборатории кафедры "Технология механосборочного производства" МВТУ им.Н.Э.Баумана с применением современной измерительно-регистрирующей аппаратуры. Обработка экспериментальных данных производилась при помощи электронно-вычислительных машин (ЭВМ).

Научная новизна. Исследован механизм образования упругих отжатий заготовки, нагруженной силой резания с одной стороны и давлением универсального люнета с другой. Установлены закономерности формирования погрешности от упругих отжатий обрабатываемой заготовки в этих условиях и разработана методика их расчета. Определены условия обеспечения качества обработанной поверхности.

Практическая ценность. Разработан следящий по силе резания гидролюнет (ССРГЛ), предназначенный для уменьшения упругих отжатий заготовки, возникающих в процессе обработки под влиянием силы резания. Установлена область его рационального использования. Предложены технологические рекомендации по проектированию ССРГЛ. Определены пути повышения эффективности использования ССРГЛ.

Апробация работы. Основные разделы работы докладывались на научных семинарах кафедры "Технология механосборочного производства" МВТУ им.Н.Э.Баумана, на Всесоюзном семинаре "Технологические методы повышения качества машин", г.Фрунзе, май, 1978 г., на Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемные вопросы автоматизации производства", г.Рига, декабрь, 1978г., на научно-технической конференции Восточно-Сибирского технологического института, г.Улан-Удэ, апрель, 1979г., на республиканской конференции "Повышение эффективности применения токарно-винторезных станков с ЧПУ в машиностроительной промышленности", г.Фрунзе, август, 1979г., на Всесоюзном научно-техническом семинаре "Контактная жесткость в приборостроении и машиностроении", г.Рига,

октябрь, 1979 г., на Юбилейной 5-ой Всесоюзной межвузовской научно-технической конференции "Научные основы автоматизации производственных процессов, управление качеством в машиностроении и приборостроении", МВТУ им.Н.Э.Баумана, декабрь, 1979г., на Всесоюзном семинаре "Рациональные технологические процессы механической обработки деталей машин",г.Москва, декабрь, 1979г.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 147 страницах машинописного текста,включающих введение, шесть глав, выводы по главам, общие выводы и приложения; содержит 18 таблиц, 76 рисунков и список литературы из 97 наименований.

Первая глава посвящена современным представлениям о погрешностях механической обработки нежестких валов (НВ). Проведенный анализ механизма образования погрешностей, возникающих вследствие упругих отжатий технологической системы под влиянием силы резания, свидетельствует о необходимости уменьшения упругих отжатий заготовки в целях обеспечения высокой точности и производительности обработки. При этом первостепенное значение приобретает уменьшение погрешности формы в продольном сечении заготовки, которые часто составляют свыше 70% в общем балансе суммарной погрешности обработки.

Производственные наблюдения, проведенные на ряде заводов, показали , что при обработке на ТС с ЧПУ оставляется значительный припуск (свыше 0,4 мм) на последующую обработку. Поэтому трудоемкость шлифовальной операции возрастает.

Обзор существующих способов повышения точности и производительности обработки НВ на ТС с ЧПУ позволил выделить в качестве наиболее эффективных и имеющих определенную перспективу 1) способ многорезцового обтачивания; 2) обтачивание при изменении подачи в функции пути; 3) применение системы автоматической наладки и подналадки (САН); 4) применение нежесткого гидролюнета с системой автоматического регулирования (САР).

Анализ и сравнение этих способов по основным показателям процесса обработки показали, что наиболее перспективным и эффективным способом повышения точности и произ-

водительности обработки НВ на ТС с ЧПУ является последний.

На основании полученных выводов сформулированы задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели: 1) исходя из условий обработки нежестких заготовок на ТС с ЧПУ сформулировать основные требования, предъявляемые к универсальному люнету; 2) определить его конструктивные параметры; 3) исследовать зависимость между погрешностью обработки, возникающей вследствие упругих деформаций технологической системы под влиянием изгибающих сил в зоне обработки, и параметрами режима обработки; 4) определить технологические возможности универсального люнета и установить область его применения; 5) выработать общие рекомендации по проектированию и эксплуатации универсального люнета.

Во второй главе проводится анализ процесса чистового обтачивания НВ на ТС с ЧПУ без использования люнета. При обтачивании цилиндрической поверхности колебания силы резания, вызываемые периодическим изменением глубины резания, носят также периодический (гармонический) характер. Влияние большого количества факторов на колебания силы резания придает им случайный характер. В результате процесс изменения силы резания можно представить в виде композиционной модели: детерминированная периодическая основа и налагающаяся на нее случайная компонента. Начальное значение силы резания при обтачивании – "уровень настройки", также носит случайный характер.

Изложенное справедливо и применительно к колебаниям упругих отжатий заготовки в процессе обработки, что следует из зависимости $y_з = P_y / J_з$, где $y_з$ – упругие отжатия заготовки; P_y – радиальная (нормальная) составляющая силы резания; $J_з$ – жесткость заготовки.

Все это предопределило теоретико-вероятностный подход к изучению процесса обтачивания НВ.

В результате проведенных экспериментальных исследований и обработки полученных данных были определены характеристики процессов колебания силы резания P_y и упругих отжатий заготовки $y_з$. Установлено, что оба процесса могут быть описаны одним видом модели:

$$P_y(t) = P_{yo}(t) + \Delta P_{ym}(t) + \Delta P_{yc}(t), \quad (I)$$

$$y_з(t) = y_{з0}(t) + \Delta y_{зм}(t) + \Delta y_{зс}(t), \quad (2)$$

где $P_{y0}(t)$ и $y_{з0}(t)$ - неслучайные величины, характеризующие смещение "уровня настройки" - начальные значения P_y и $y_з$; $\Delta P_{ум}(t)$ и $\Delta y_{зм}(t)$ - функциональные составляющие (линейные, в частном и гармонические, в общем случае) колебаний P_y и $y_з$; $\Delta P_{ус}(t)$ и $\Delta y_{зс}(t)$ - собственно случайные составляющие процесса. Так как для осуществления эффективного управления процессом обработки необходимо располагать характеристиками функциональной составляющей, изменяющейся монотонно по длине обработки, и случайной составляющей, изменение которой представляет нормальный эргодический процесс, модели (I) и (2) описывают стационарный случайный процесс, наложенный на неслучайную линейную функцию. При обработке индивидуальной заготовки принимаем $P_{y0}(t)$ за неслучайную линейную функцию причем $P_{y0}(t) = const$.

Для проведения экспериментальных исследований были использованы заготовки d = 40 мм и L = 500 мм из проката нормальной точности, материал - сталь 45. Размер партии - 20 шт. Вначале производилось черновое обтачивание по двум вариантам: I. глубина резания t = 3мм, подача $S_м$ = 240 мм/мин, частота вращения шпинделя n = 360 об/мин; 2. t = 5 мм, $S_м$ = I80 мм/мин, n = 560 об/мин. Чистовое обтачивание производилось при = 800 об/мин; I. t = 2 мм, $S_м$ = I60 мм/мин; 2. t =1мм, $S_м$ = 200 мм/мин.

Значения силы резания P_y и величина упругих отжатий заготовки $y_з$ определялись по осциллограммам. Для измерения P_y было разработано специальное динамометрическое устройство и безконтактные индуктивные датчики. По результатам эксперимента были определены основные числовые характеристики (математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение) процессов изменения P_y и $y_з$.

Для определения связи между двумя случайными функциями $\Delta P_{y1}(\tau)$ и $\Delta P_{yc}(\tau)$, а также $\Delta y_м(\tau)$ и $\Delta y_c(\tau)$ были использованы взаимные корреляционные функции, равные корреляционному моменту значений случай-

них функций вида

$$K_{mc}(\tau,\tau') = M\{[\Delta P_{ym}(\tau) - m_m(\tau)][\Delta P_{yc}(\tau') - m_c(\tau')]\}$$

и нормированная взаимная корреляционная функция вида

$$R_{mc}(\tau,\tau') = \frac{K_{mc}(\tau,\tau')}{\sqrt{D_m(\tau)\, D_c(\tau')}},$$

где τ, τ' – независимые переменные, соответствующие заданным сечениям заготовки;

m_m, m_c – математическое ожидание соответственно функциональной и собственно случайных составляющих процесса;

D_m, D_c – дисперсии соответственно функциональной и собственно случайных составляющих процесса.

Оценивание характеристик процессов колебания силы и упругих отжатий заготовки $y_з$ производилось при помощи дискретного корреляционного преобразования для P_y

$$\hat{k}(\tau) = \frac{1}{3}\sum_{k=0}^{3} \Delta P_{yk}\, \Delta P_{y(k+\tau)}$$

и для

$$\hat{k}(\tau) = \frac{1}{3}\sum_{k=0}^{3} \Delta y_k\, \Delta y_{k+\tau}$$

Построение диаграмм распределений $P_y(t)$ и $y_з(t)$, корреляционных функций и графиков дисперсий по заданным сечениям заготовки подтвердило справедливость выбранных моделей. По характеристикам процесса колебания упругих отжатий заготовки установлена необходимость управления процессом обтачивания НВ. Управление следует производить по функциональной составляющей упругих отжатий заготовки (силы резания).

По результатам анализа процесса обтачивания НВ определены основные требования, предъявляемые к следящему по силе резания гидролюнету (ССРГЛ).

В третьей главе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса обработки НВ при использовании ССРГЛ и оценка качества работы последнего.

Определена функциональная схема ССРГЛ, разработаны и исследованы индуктивные датчики и динамометрические устройства, предназначенные для измерения силы резания P_y и давления гидролюнета за заготовку $P_л$. Приведены рекомендации по выбору отдельных звеньев ССРГЛ и определению их характеристик, например, жесткости динамометрических устройств. Получена принципиальная схема ССРГЛ. Описаны разработанная и изготовленная конструкция и принцип действия ССРГЛ.

Схема опытного образца ССРГЛ представлена на рис.I. Гидроцилиндр 9 установлен на стойке 5, которая, в свою очередь, крепится на плите I9. На той же плите смонтированы следящий 7 и реверсивный 8 золотники. Плита I9 устанавливается на поперечном суппорте 4 при помощи лапок 20, закрепленных на каретке так, чтобы не препятствовать перемещению суппорта в поперечном направлении. Перед началом обработки резец I2 подводится к заготовке II. Подвод роликов I0 к обрабатываемой заготовке осуществляется при помощи реверсивного золотника 8 с электрическим управлением, для чего технологической командой от ЧПУ I6 включается левый электромагнит. В момент касания роликов с заготовкой электромагнит выключается при помощи реле I4. После этого производится включение следящей системы. Величина силы резания и ее изменение в процессе обработки фиксируется датчиком I, а давление люнета на заготовку – датчиком 2. Сигналы, поступающие от датчиков в измерительную систему мод.2I7, суммируются и полученный сигнал рассогласования усиливается в усилителе 6. Усиленный сигнал рассогласования поступает в следящий золотник 7. Всякое изменение сигнала рассогласования влечет за собой изменение положения золотника, в соответствии с чем поток масла попадает в одну из полостей гидроцилиндра. Пропорционально изменяется гидравлическая мощность на выходе. После окончания обработки ступени вала следящая система выключается командой от ЧПУ, резец, установленный в поворотной резцедержавке I8 отводится. Включается правый электромагнит реверсивного золотника. Ролики I0 отводятся от заготовки до момента срабатывания реле I5. На этом цикл обработки ступени вала заканчивается. Для обработки очередной ступени

вала резец и ролики подводятся в исходную позицию. Для этого суппорт 4 получает соответствующее продольное перемещение. Цикл обработки повторяется. В качестве источника энергии использована гидростанция станка I3.

Во избежание возникновения погрешностей обработки, возникающих вследствие упругих отжатий заготовки в начале обработки очередной ступени, важно обеспечить одновременное воздействие резца и роликов на заготовку. Рекомендуется использование резца со сглаживающейся частью и роликов прямолинейного профиля с закруглениями по боковым граням. Вначале производится обработка с поперечной подачей в режиме слежения до получения настроечного размера $d_н$, затем – обработка с продольной подачей.

Исследование качества работы ССРГЛ показало, что следящая система является устойчивой, быстродействие ее составляет 0,6 с.

Упругие отжатия заготовки y, возникающие в процессе обработки при использовании ССРГЛ под влиянием изгибающей силы P_c можно определить как

$$y_з = \frac{P_c}{J_з} = \frac{P_ч + P_з}{J_з}, \qquad (3)$$

где $P_ч$ – ошибка слежения, вызванная нечувствительностью системы; $P_з$ – ошибка, возникающая вследствие запаздывания ССРГЛ. Если $P_ч$ представляет собой постоянную величину, то значение ошибки $P_з$ зависит от условий обработки. Изгибающая сила может менять свою величину в процессе обработки

$$P_c(t) = P_y(t) - P_л(t).$$

В системах автоматического управления ошибка $P_з$ зависит не только от характеристик самой системы, но и в значительной степени от поведения управляющего воздействия (сигнала). Введенное автором понятие скорости изменения силы резания $v_{P_y(t)}$ характеризует поведение управляющего воздействия:

$$v = \frac{P_{y\,max} - P_{y\,min}}{60\, t_{\Delta t}} S_м, \text{ кгс/с},$$

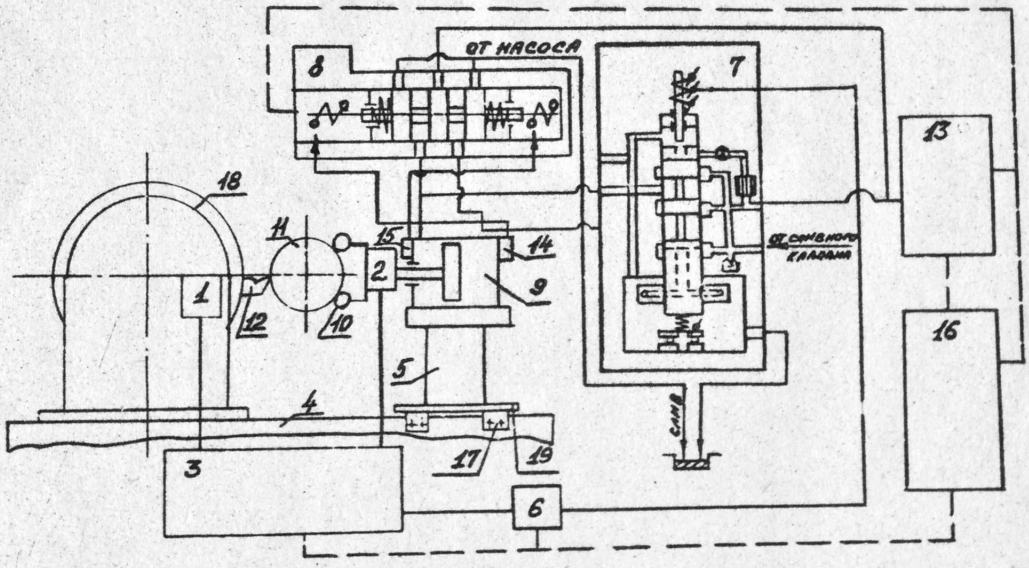


Рис. I

где $S_м$ - минутная подача, $l_{\Delta t}$ - отрезок длины обрабатываемой поверхности, на протяжении которого сила резания меняет свою величину от минимального до максимального значения или, наоборот. Зависимость (3) может быть представлена в виде:

$$y_з = \frac{(P_{y max} - P_{y min})\, S_м \cdot \tau_{сраб}}{60\, l_{\Delta t} J_з}, \qquad (4)$$

если принять $P_ч = 0$.

Экспериментальные исследования процесса обработки заготовок диаметром $d = 40$ мм и длиной $L = 520$ мм из стали 45 при использовании ССРГЛ проводились в различных типовых режимах.

Процесс обработки, когда сила резания P_y остается постоянной или ее колебания не превышают значения чувствительности системы $P_ч = 3$ кгс, относится к статическому режиму. Упругие отжатия следует рассчитывать по формуле

$$y_з = P_ч / J_з . \qquad (5)$$

Этот режим является наиболее благоприятным с точки зрения обеспечения высокой точности обработки.

Режим движения системы с постоянной скоростью $v = const$ наблюдается в установившемся состоянии при управляющем воздействии, изменяющемся по закону $P_y(t) = v\,t$ Расчетной формулой является выражение

$$y_з = (P_ч + v\,\tau_{сраб}) / J_з . \qquad (6)$$

Наибольшее влияние на величину $y_з$ оказывают колебания глубины резания (силы резания) и подача. Так как демпфирующее влияние на колебания силы резания P_y оказывает глубина резания t, в технологических расчетах для условий чистового обтачивания при использовании ССРГЛ можно пользоваться зависимостью

$$y_з = \left[P_ч + \frac{c\,(t_{max}^{x_р} - t_{min}^{x_р})}{60\, l_{\Delta t}} S_м \tau_{сраб}\right] \frac{1}{J_з}, \qquad (7)$$

где C - постоянный коэффициент;

t_{max}, t_{min} – соответственно максимальное и минимальное значения глубины резания;

X_p – показатель степени.

Установлено, что значением скоростной ошибки P_3 можно пренебречь при $v \leq 36$ кгс/с. Этому требованию практически удовлетворяют все возможные условия чистового обтачивания, определяемые по существующим нормативам. В противном случае следует назначать режим обработки, используя в расчетах выражение (6) или (7).

Случайные колебания силы резания P_y часто можно аппроксимировать гармонической функцией. При гармоническом управляющем воздействии ошибка в установившемся режиме определится из выражения:

$$P_c(t) = P_{cmax} \sin(\omega t + \psi),$$

где ωt – фаза гармоники колебания изгибающей силы, ψ – угол сдвига фазы.

Хорошее совпадение результатов экспериментов и расчетных данных свидетельствует о том, что зависимости (8), (6) и (7) могут быть использованы для технологических расчетов.

Упругие отжатия заготовок податливостью 1,3 мкм/кгс $\geq \omega \geq$ 0,8 мкм/кгс при использовании ССРГЛ сокращаются по сравнению с обычным обтачиванием в 2–3 раза.

В <u>четвертой главе</u> приведены результаты исследований качества поверхности, полученной в результате обработки с применением ССРГЛ. В отличие от обычного обкатывания поверхностей при использовании ССРГЛ процесс обкатывания происходит одновременно с обтачиванием, причем давление роликов на заготовку не остается постоянным, т.е. $P_\Lambda(t) = vt$. Изменение силы P_Λ приводит к неоднородности шероховатости поверхности. Установлено, что нарушение стабильности процесса формирования поверхности наступает при изменении силы P_Λ на 4 – 5 кгс. Существует возможность управления процессом формирования поверхности путем регулирования подачи, что легко осуществимо на станке с ЧПУ. Такое регулирование целесообразно производить в пределах от 0 до 0,2 мм/об. Шероховатость обработанной поверхности при

использовании ССРГЛ не превышала R_z = 6,0 мкм.

В условиях чистовой обработки при использовании ССРГЛ сила обкатки редко превышает 50 кгс, поэтому здесь не приходится ожидать сколько-нибудь упрочняющего эффекта. Экспериментальные исследования поверхностей твердости и глубины упрочнения подтвердили выдвинутые предположения.

В пятой главе приведен расчет технико-экономической эффективности применения разработанного ССРГЛ. Снижение суммарной трудоемкости механической обработки валов податливостью 1,3 мкм/кгс $\geqslant \omega \geqslant$ 0,8 мкм/кгс достигнуто за счет уменьшения трудоемкости чистового обтачивания и предварительного шлифования. Операции (переходы) чистового обтачивания и шлифования часто могут быть исключены из технологического процесса.

Расчеты показывают, что при использовании ССРГЛ трудоемкость механической обработки снижается в 1,4 раза, себестоимость - 1,3 раза. Условный годовой экономический эффект составляет 1250 руб. на единицу оборудования.

Некоторые дополнительные технологические рекомендации по использованию ССРГЛ, основные результаты работы и перспективы использования следящего по силе резания гидрокопира изложены в шестой главе.

Обработка конических и фасонных поверхностей характеризуется определенной спецификой. Сформулированы предварительные условия, которые следует соблюдать при использовании ССРГЛ для обработки таких поверхностей.

Перспективным представляется применение системы автоматической наладки на размер (САН), разработанной в МВТУ им. Н.Э.Баумана и ССРГЛ. Такое применение позволит совместить достоинства обоих устройств и обеспечить высокую эффективность обработки на токарных станках с ЧПУ.

Конструкция ССРГЛ позволяет использовать его для обработки с опережающим пластическим деформированием, а также выделить процесс обкатывания в отдельный переход.

Следящий по силе резания гидрокопир может быть использован на других типах станков токарной группы.

В приложениях дается описание динамометрического устройства, предназначенного для измерения силы резания P_y и приводится структурная схема ССРГЛ.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

I. Для повышения точности и производительности обработки нежестких заготовок на токарных станках с ЧПУ целесообразно использовать автоматические гидролюнеты.

2. Колебания силы резания P_y и упругих отжатий заготовки представляют собой комбинацию функциональной и случайной составляющих – стационарный случайный процесс, наложенный на неслучайную линейную функцию. Управление необходимо производить по функциональной составляющей силы резания $P_{ym}(t)$.

3. Значение чувствительности ССРГЛ, предназначенного для повышения точности чистовой токарной обработки, должно быть больше максимальной величины случайных колебаний силы резания P_y.

4. При назначении режима обтачивания ПВ (в частности подачи) с использованием ССРГЛ следует исходить из условия обеспечения максимально допустимых колебаний силы резания и обкатки (не более 5 кгс). Наилучшие результаты по точности и качеству поверхности имеют место при значениях подачи на чистовых переходах до 0,20 мм/об.

5. Для назначения режима обработки, определения необходимого регулирования подачи, расчета ожидаемой величины упругих отжатий заготовки, а также при проектировании ССРГЛ рекомендуется применять зависимости (3), (6) и (7).

6. Упругие отжатия заготовок податливостью 0,8 мкм/кгс $\leq \omega \leq$ I,3 мкм/кгс для рассмотренных условий обработки при использовании ССРГЛ сократились в 2,5 – 3 раза.

7. Применение ССРГЛ позволяет обеспечивать шероховатость обработанной поверхности не более R_z = 3,5–6,0 мкм. Упрочняющего эффекта при этом не наблюдается.

8. Наиболее целесообразно ССРГЛ использовать на токарных станках с ЧПУ, так как при этом максимально используются преимущества и возможности станка, автоматизируется работа гидролюнета. Вместе с тем ССРГЛ может быть использован и на обычных станках токарной группы, оборудованных существующими системами управления (систем путевого управления, управления от кулачков и копиров. и т.д.).

9. Применение ССРТЛ на токарном станке с ЧПУ позволяет снизить трудоемкость механической обработки нежестких заготовок в I,4 раза и себестоимость в I,3 раза. Экономический эффект при этом составляет I250 руб. на единицу оборудования.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

I. Корсаков В.С., Бурцев В.М., Имкелов В.М. Повышение жесткости технологической системы при помощи следящего по силе резания гидролюнета при обработке нежестких валов на токарных станках с ЧПУ. Тезисы Всесоюзного семинара "Технологические методы повышения качества машин", г.Фрунзе, I978 г., с.47-49.

2. Корсаков В.С., Бурцев В.М., Имкелов В.М. Перспективные направления расширения технологических возможностей токарных станков с ЧПУ. Тезисы Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемные вопросы автоматизации производства", г.Рига, I978 г., с.46-48.

3. Корсаков В.С., Бурцев В.М., Имкелов В.М. Технологические преимущества станков с ЧПУ, оснащенных следящим по силе резания гидролюнетом. Тезисы республиканской конференции "Повышение эффективности применения токарно-винто-резных станков с ЧПУ в машиностроительной промышленности". г.Фрунзе, I979, с.29-3I.

4. Корсаков В.С., Имкелов В.М. Жесткость технологической системы и возможность повышения точности обработки путем ее регулирования. Тезисы Всесоюзного научно-технического семинара "Контактная жесткость в приборостроении и машиностроении", г.Рига, I979г., с.95-96.

5. Имкелов В.М. Следящий гидролюнет для токарных станков с числовым программным управлением. Материалы семинара "Рациональные технологические процессы механической обработки деталей машин", г.Москва, I979г. с.I6I-I65.

6. Имкелов В.М. Исследование технологических вопросов, связанных с применением следящего люнета на токарных станках с ЧПУ. - "Известия вузов. Машиностроение", I979, № I2, с. II6-II9.

I6.

МВТУ
им. Н. Э. Баумана
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА