

Список использованной литературы

1. Троицкий А.А. Энергетика СССР за 70 лет. Электрические станции. -1987.-№10.-с.2-17
2. Электрические изоляторы / Н.С. Костоков, Н.В.Минаков, В.А.Князев и др./ Под ред Н.С. Костокова. -М.: Энергоатомиздат. -1984.-296с
3. Аксенов В.А., Кришук Н.Г. Система автоматизированного проектирования высокопрочных изоляторов. Проблемы прочности. -1992, №12, с.58-62.
4. Аксенов В.А. Основы автоматизированного расчета и конструирования высоковольтных подвесных изоляторов с улучшенными эксплуатационными характеристиками: Автореферат дисс...докт.техн. наук: -М.1991.-24с
5. Sheppard Harry R. A century of progress in electrical insulation 1886-1986 // IEEE Elec. Insul. Mag. -1986.-2, No.5.-p.20-30
6. Ким Ен Дар. Состояние фарфоровых изоляторов и методы их контроля. - Вестник ХГПУ. - Харьков -1998. - Выпуск 13. - с.101-106.
7. Меламедов И.М. Физические основы надежности. - Л.: Энергия, 1970. - 151с
8. Злаказов А.Б. Разработка методики проектирования силовых узлов подвесных изоляторов: Автореферат дисс... канд. техн. наук: 05.09.02.-М., 1991с.-16с
9. Кришук Н.Г., Яворский А.Е., Трубин А.В., Распопов С.Л. "ИСКЭР" – универсальная интегрированная среда двумерных конечно-элементных расчетов. Техническая электродинамика, 1992, №1, с.109-110.
10. Цыбенко А.С., Ващенко Н.Г., Кришук Н.Г., Лавендел Ю. Автоматизированная система обслуживания конечноэлементных расчетов. "Выща школа", 1986, - 254с
11. Аксенов В.А., Кришук Н.Г., Анисин А.М., Яровский Ю.А. Математическое обеспечение САПР изоляторов для расчета электрических полей. Техническая электродинамика, 1992, №2, с.12-3
12. Абрамов В.И., Штефан Е.В., Кришук Н.Г. Разработка информационной технологии проектирования процессов производства электротехнического фарфора с повышенными прочностными характеристиками. Киев, Энергетика и электрофизика, №6, 1999, с.47-58.
13. Кришук Н.Г., Абрамов В.И., Штефан Е.В. Математическое моделирование процессов мундштучного прессования керамических масс. - Одесса, Сб. науч. трудов. Обработка дисперсных материалов и сред, Теория, исследование, технология, оборудование. Выпуск 9, НПО "Вотум", 1999, с. 56-57.
14. Кришук Н.Г., Злаказов А.Б., Абрамов В.И. Расчеты на прочность керамических электроизоляторов с учетом контактного взаимодействия материалов. Вестник НТУУ "КПИ", -1999, №37, с.175-182.
15. Кришук Н.Г. Термомеханичний стан склоізоляторів при закалці. -Наукові вісті НТУУ "КПІ", 2004, №6
16. Кришук Н.Г., Ткалич Ю.А., Анисин А.М. Метод расчета электромагнитных и тепловых полей при высокочастотном нагреве сплошных сред с диэлектриками. -Техническая электродинамика, 1993, №6, с.16-21
17. Аксенов В.А., Кришук Н.Г., Анисин А.М., Клейн А.А. Расчет электрических характеристик изоляторов. Методическое руководство к расчетным заданиям. Новосибирск, НГТУ, 1993, - №1012, 25с.

УДК 621.9.06-8

В.М.Пестунов, канд.техн.наук, проф., А.В.Лысенко, инж.
Кировоградский ГТУ, г.Кировоград, Украина

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

В статье рассмотрены конструктивные схемы, реализующие метод управления потоками мощности в приводе металлообрабатывающего оборудования. Это позволяет упростить кинематические цепи, улучшить условия функционирования узлов и механизмов, и в конечном итоге повысить эксплуатационные характеристики и эффективность станков.

Динамическое развитие современной экономики предъявляет повышенные требования к промышленному производству, и в особенности к одной из основных его составляющих – металлообрабатывающему оборудованию. Поэтому проблема повышения эффективности металлообработки актуальна постоянно. Решение этой проблемы обычно начинается с синтеза методов получения поверхности. В свою очередь синтез методов обработки поверхностей сводится главным образом к выбору способа получения образующей и направляющей обрабатываемой поверхности. В основе их получения лежит метод копирования, следа и обкатки с одним или двумя элементарными составляющими движения формообразования. Количество возможных способов получения заданной поверхности в процессе механической обработки характеризуется числом возможных сочетаний методов получения образующей и направляющей. Часто в основе получения хотя бы одной из указанных линий обрабатываемой поверхности лежит использование кинематической пары инструмент-заготовка [1].

К тому же приближение выходных характеристик двигателя к параметрам движения исполнительных органов станка

ведет к сокращению количества кинематических элементов привода. Это определяет тенденцию приближения двигателей к исполнительным органам станков. Все чаще силовые и кинематические функции традиционных кинематических цепей составляющих сложного движения формообразования частично или полностью передаются кинематической паре инструмент-заготовка [1].

В общем случае, в соответствии с универсальной схемой обработки [2], направление силы резания не совпадает с направлением скорости движения формообразования. Поэтому раскладываемая по направлениям элементарных составляющих скорости движения формообразования сила резания может быть использована для полной или частичной компенсации технологической нагрузки соответствующих кинематических цепей выполняемой или смежной технологической операции. Использование реакции на процесс в кинематической паре инструмент-заготовка дает возможность получения отдельных составляющих скорости движения формообразования, улучшения условий функционирования узлов и механизмов станков и на этой основе улучшения выходных характеристик и повышения эффективности станков.

Инструмент в совокупности с заготовкой может создавать такое взаимодействие сил резания и пластической деформации, которое позволяет обходиться без специальных сложных механизмов, необходимых для осуществления движения подачи, обкатки и др. Таким образом, представляется возможным значительно упростить конструкцию оборудования и увеличить его разрешающую способность.

Кинематическую пару инструмент-заготовка можно использовать в качестве механизма перераспределения нагрузки между приводами движения формообразования, обеспечив при этом:

1. Получение одной или нескольких составляющих сложного движения формообразования выполняемой технологической операции, т.е. частичного выполнения кинематических функций некоторых кинематических цепей осуществляемого процесса обработки;

2. Получение дополнительного движения инструмента выполняемой или смежной технологической операции для снижения скорости относительного скольжения в паре инструмент-заготовка, улучшения условий работы инструмента и повышения его стойкости, повышения производительности обработки, дробления стружки и др.;

3. Частичную или полную разгрузку одной или нескольких кинематических цепей элементарной составляющей движения формообразования, т.е. частичного выполнения силовых функций;

4. Получение одной или нескольких составляющих сложного движения формообразования смежной технологической операции.

В общем случае решение проблемы повышения эффективности оборудования на основе управления потоками мощности в приводе может осуществляться в соответствии со структурой (рис. 1). Анализ структуры показывает, что управлением потоками мощности и нагрузки в приводе можно выйти на новый уровень улучшения выходных характеристик станков.

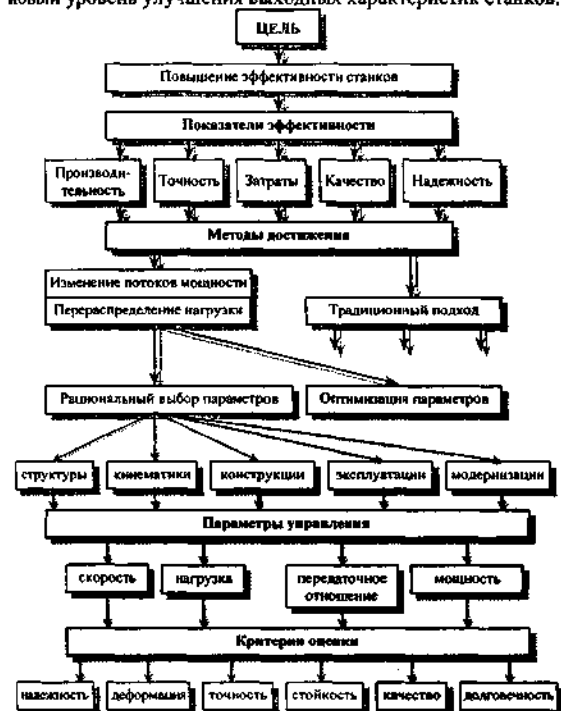


Рис. 1 Структура решения задачи повышения эффективности металлообрабатывающего оборудования

Обобщающая структурная схема привода с управлением потоками мощности и ограничителями скорости по составляющим движения формообразования показана на рис. 2. На схеме обозначено: М — двигатель, i — передаточный механизм, У — механизм управления потоками мощности и нагрузки, 1, 2,

3, ..., n — исполнительные органы процесса обкатки, $O_1, O_2, \dots, O_n$ — ограничители скорости по составляющим движения формообразования, $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ — задающие или программные устройства, $D_1, D_2, \dots, D_n$ — датчики контролируемых параметров процесса обработки, М, Р и V — параметры нагрузки и скорости.

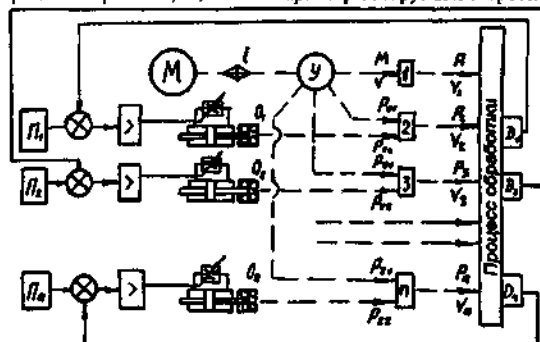


Рис. 2 Структурная схема привода с управлением потоками мощности

Задачу улучшения привода и расширения его технологических возможностей решает схема (рис. 3), разработанная на основе структуры (рис. 2). Шестерня 7 втулки 10 связана с двигателем и установлена на подшипниках 6 в корпусе 8. Втулка 10 через шариковые опоры 9 связана с винтовой нарезкой шпинделя 11 с инструментом 12. Шпиндель 11 через упорные подшипники 18-19 соединен со штоком 20 поршня 21 гидравлического ограничителя 22 скорости поступательного движения инструмента.

В процессе обработки заготовки 13 датчик 17 контролирует технологическую нагрузку и через сравнивающее 15, задающее 14 и управляющее 16 устройства регулирует дроссель 23, осуществляя адаптивное управление подачей в функции технологической нагрузки. Полости гидроограничителя скорости соединены каналами, в которых установлены дроссели 4-2 холостых перемещений и обратные клапаны 1, 3. Гидравлическая система регулирования управляется золотником 13.

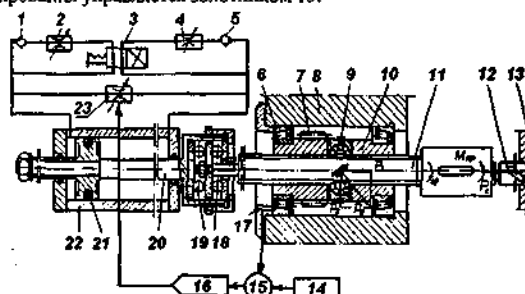


Рис. 3 Структурная схема с адаптивным управлением подачей

На той же структурной основе (рис. 2) разработана схема привода токарного станка, с адаптивным управлением подачей при одновременном дроблении стружки (рис. 4).

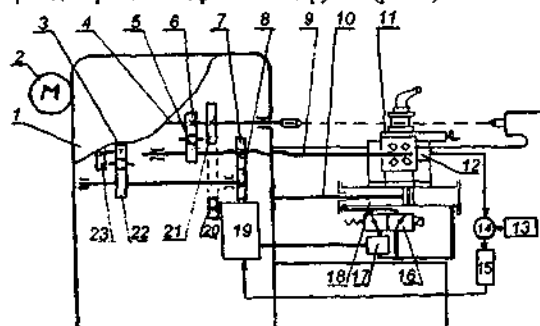


Рис. 4 Схема привода токарного станка, с адаптивным управлением подачей

От электродвигателя 2 через коробку скоростей 1 зубчатый реверсивный механизм 3-23-22 и 21-6-5, шестерни 8-7 вращение получает шпиндель 4 с заготовкой. Винт 9 с гайкой шестерни 7 образует не самотормозящую винтовую передачу, создающую при передаче нагрузки движущую силу механизму подачи и суппорту 11. Скорость подачи ограничивается гидравлической парой 10-18, шток которой соединен со станиной.

Полости гидроцилиндра соединены клапаном, в котором установлен вращающийся золотник 17, кинематически связанный с вариатором 19. Вариатор получает вращение от шпинделя через зубчатые колеса 21-20.

В процессе обработки датчик 12 контролирует нагрузку и через сравнивающее 14, задающее 13 и управляющее 15 устройства изменяет частоту вращения золотника 17. Таким образом, обеспечивается адаптивное управление подачей в функции нагрузки и повышение точности обработки.

Задачу повышения производительности токарной обработки при одновременном упрощении привода решает способ обработки, схема осуществления которого показана на рис. 5.

Привод подачи обеспечивает процесс точения с одновременной обкаткой обрабатываемой поверхности роликом. На суппорте 14 установлена каретка 7 с резцедержателем 15. В резцедержателе 15 закреплен резец 16. Суппорт установлен на продольных направляющих станка и имеет возможность поперечного перемещения для радиальной установки резца относительно заготовки 2, закрепленной в патроне 1.

В суппорте 14 с противоположной стороны резца установлен второй держатель 4 с возможностью независимого поперечного перемещения. В держателе 4 установлен ролик 3, опирающийся на обрабатываемую поверхность. Суппорт 14 соединен со штоком 5 пневмоцилиндра 6. Пневмопривод необходим для сообщения суппорту движущей силы, компенсирующей технологическую нагрузку и силы трения в направляющих, одновременно он обеспечивает прижатие ролика 3 к обрабатываемой поверхности.

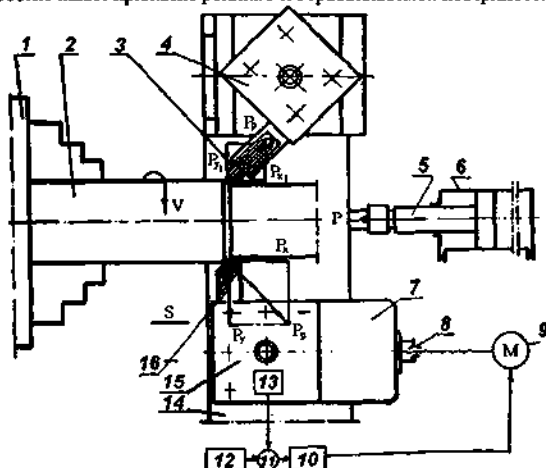


Рис. 5 Схема привода подачи, позволяющая повысить производительность токарной обработки при одновременном упрощении привода

В процессе обработки датчик 13 контролирует технологическую нагрузку и через сравнивающее 11, программное 12 и управляющее 10 устройства изменяет в продольном направлении относительное положение ролика 3 и резца 16.

Таким образом, двигатель 9 через винтовую передачу 8 каретки 7 изменением осевого положения резца управляет подачей в функции нагрузки. Высокая жесткость и виброустойчивость привода позволяют эффективно его использовать при обработке деталей в условиях серийного производства с применением высокопроизводительных режимов.

Задачу снижения гидравлических потерь в приводе решает система, показанная на рис. 6. Силловая головка 5, осуществляющая процесс обработки, имеет два гидравлических двигателя, осуществляющих процесс формообразования и холостых перемещений инструмента. Двигатель 6 обеспечивает вращение шпинделя с инструментом, а двигатель 7 обеспечивает полный цикл возвратно-поступательных движений головки, включающий быстрый подвод к заготовке, рабочую подачу и отвод в исходное положение.

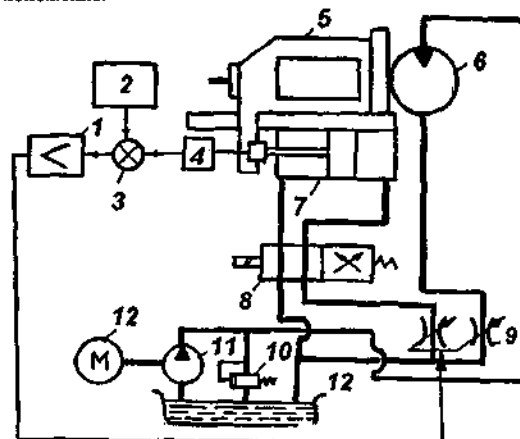


Рис. 6 Система, позволяющая снизить гидравлические потери в приводе

Рабочие и холостые перемещения характеризуются разными расходами, поэтому в традиционном гидродвигателе во время холостого хода происходит большие потери на дросселирование.

В рассматриваемой схеме привода эта проблема решается делителем потока 9, который изменяет по заданной программе потоки двигателей 6 и 7 таким образом, что потери дросселирования сводятся к минимуму. Это достигается тем, что в процессе рабочей подачи поток масла направляется в основном в двигатель 6 привода главного движения и лишь незначительная его часть двигателю 7 на подачу.

В процессе холостых перемещений двигатель потока направляет основной поток двигателем 7. Управление двигателя 7 осуществляется путевой автоматикой через золотник 8.

В процессе рабочей подачи датчик 4 контролирует технологическую нагрузку и через сравнивающее 3, задающее 2 и управляющее 1 устройство меняет скорость рабочей подачи. Таким образом, осуществляется адаптивное управление подачей в функции технологической нагрузки. Это повышает точность и надежность процесса обработки.

Задачу разгрузки привода подачи и повышения точности решает схема привода, показанная на рис. 7, при электроэрозионной обработке. В процессе обработки заготовки 8 инструментом 9 питание дуги осуществляется от источника постоянного тока 7. Одновременно в зону обработки подается под давлением СОЖ (смазывающе-охлаждающая жидкость).

Для разгрузки механизма подачи, включающего двигатель 1, передачу 2-3, винтовую пару 12-11, шпиндель выполненный в виде штока 4 с поршнем 5, расположенном в цилиндре 6. За счет давления, подводимого в зону обработки, СОЖ на поршне создает силу, компенсирующую технологическую нагрузку. Таким образом, разгруженный механизм подачи работает в режиме механического усилителя мощности. А это в свою очередь позволяет повысить точность и долговечность привода.

Задачу упрочнения привода движения формообразования при металлообработке решает схема, показанная на рис. 8. От пневмодвигателя 1 поступательное движение получает шток 2 с

винтом 3, образующим с гайкой 4 втулку 12, винтом 5 и гайкой 6 две последовательно установленные не самотормозящие винтовые передачи.

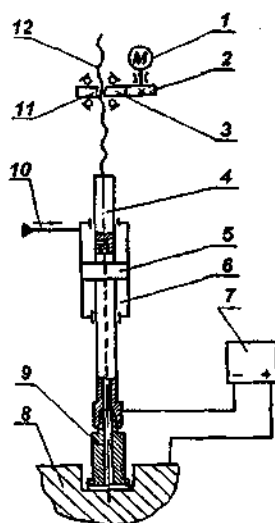


Рис. 7 Схем привода электроэрозийной обработки

На винте 5 на шпонке установлен ротор 11, управляемый электромагнитной тормозной муфтой 7. Винт 5 через опору 9 соединен с исполнительным органом 8, перемещающимся по направляющему корпусу 10.

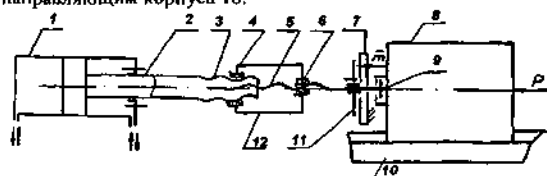


Рис. 8 Схема привода, позволяющая разгрузить привод подачи и повысить точность обработки

Таким образом, тормозная муфта 7 выполняет функции механизма ограничения скорости поступательного движения штока пневмоцилиндра. Это расширяет технологические возможности пневмодвигателя, который обычно из-за мягкой нагрузочной характеристики не применим в металлообработке.

Задачу повышения производительности и точности при резьбонарезании решает гидравлический привод, показанный на

рис. 9. Гидравлический двигатель 7 питается от гидростанции через дроссель 6, клапан 11 и золотник 10. В штоке 5 гидроцилиндра на подшипниках установлен шпиндель 8 с инструментом 9. Шпиндель 8 через винтовую не самотормозящую пару 4-17, зубчатую передачу 16-1, не самотормозящую пару 2-3 соединен с винтом, закрепленным на штоке 5.

Эти передачи образуют механизм преобразования поступательного движения штока 5 во вращательное движение шпинделя 8 с инструментом 9.

В процессе обработки датчик 15 контролирует технологическую нагрузку и через сравнивающее 13, задающее 14 и управляющее 12 устройства изменяет скорость поступательного движения штока 5, осуществляя, тем самым, адаптивное управление подачей в функции нагрузки. Таким образом, повышается точность процесса резьбонарезания.

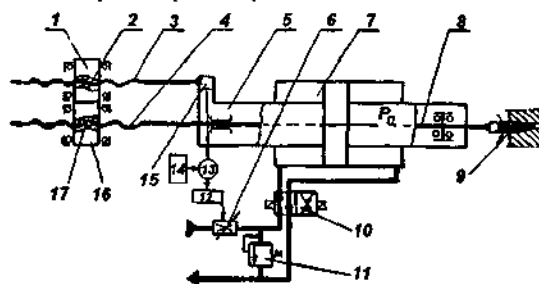


Рис. 9 гидравлический привод с адаптивным управлением подачей

Выводы: 1. Управление потоками мощности и нагрузкой в приводе станков при заданных параметрах процесса обработки открывает новые резервы повышения их эффективности;

2. Предложена новая структура привода, которая при заданных режимах позволяет создавать условия нагружения в приводе, позволяющие повысить выходные характеристики станков в сравнении с традиционными.

Список использованной литературы

1. Пестунов В.М. Новые технические решения повышающие эффективность технологий // Техника машиностроения. - 2002. - № 4. - С. 11-22.
2. Пестунов В.М. Модульная технология и оборудование // Техника машиностроения. - 2001. - № 6. - С. 4-13.

УДК 621.773.9.

В.П.Приходько, канд.техн.наук. доц.

НТУ України „Київський політехнічний інститут“, м. Київ, Україна

РОЗРАХУНОК ПОХИБОК БАЗУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

В статті розглянуто метод розрахунку похибок базування заготовок при обробці на верстатах. Наведені приклади розрахунків. Запропонований метод є універсальним для розрахунку похибок базування, похибок верстатних пристроїв, їх суттєвої величини, для схем базування заготовок, як із сталлю, так і зі змінними положеннями технологічної бази при обробці партії заготовок. Він дозволяє формалізувати процедуру розрахунку та врахувати імовірнісний характер розмірних зв'язків при розрахунках величин похибок.

Використання теорії розмірних ланцюгів для розрахунку похибок установки і базування заготовок та похибок верстатних пристроїв забезпечує єдину методологічну основу, відкриває можливості формалізації та алгоритмізації таких розрахунків. Це дозволяє реалізувати машинні методи розрахунків в системах автоматизованого проектування та моделювання технологічних процесів.

Вплив похибок базування (e_b), закріплення (e_z), верстатних пристроїв (e_w) на точність виконуваних розмірів проявляється через коливання положення вимірювальних баз відповідних розмірів при обробці партії заготовок.

Кількісною оцінкою відповідних похибок, зокрема, похибок базування є величини полів розсіювання положень вимірювальних баз (ВБ) при обробці партії заготовок, тобто $e_b = \omega_{ВБ}$.