

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Кафедра комп'ютеризованих мехатронних систем, інструментів
і технологій

Буренок Катерина Костянтинівна

УДК 62-83:62-50

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ВАЖКИХ
ВЕРСТАТАХ ЗА РАХУНОК АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСОМ РІЗАННЯ**

Спеціальність 8.5070204 – Металорізальні системи і верстати

Автореферат магістерської роботи

Краматорськ 2017

Магістерська робота є рукописом

Робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії
(ДДМА) Міністерство освіти і науки України,
м Краматорськ

Науковий керівник:

Ковальов Віктор Дмитрович

Доктор технічних наук

Донбаська державна машинобудівна
академія, Проєктор кафедри
«Комп'ютеризовані мехатронні
системи, інструменти та технології»

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Актуальність оптимізації режимів механічної обробки виробів важкого машнобудування з урахуванням фактичного стану процесу в режимі реального часу визначається тим ,що технологічне обладнання з позиції теорії управління є многоконтурной системою з нелінійними елементами і нестационарними властивостями. При призначенні оптимальних режимів різання необхідно враховувати безліч факторів, пов'язаних з фактичним станом заготовки, інструменту та всієї технологічної системи в цілому.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи - Підвищення ефективності обробки деталей на важких верстатах ,за рахунок розроблення системи адаптивного керування процесом різання.

Були виконані наступні завдання:

- Аналіз методів та систем адаптивного управління важкими верстатами;
- розробка блок-схеми адаптивного оптимального управління процесом обробки на важкому токарному верстаті;
- розробка алгоритму роботи системи автоматичного регулювання швидкості подачі важкого токарного верстата;
- розробка системи адаптивного управління швидкістю різання для забезпечення оптимального значення температури в зоні різання;
- розробка системи управління тиском в кишнях гідростатичних опор планшайби токарно-карусельного верстата.

Об'єкт дослідження – процес різання на важкому токарному верстаті з адаптивним управлінням.

Предмет дослідження – закономірності побудови адаптивних систем управління верстатом реалізації методів оптимального адаптивного управління.

Методи досліджень. Аналіз літературної патентної інформації технічної документації машинобудівних підприємств; математичне моделювання складних технічних систем, аналіз їх динамічних характеристик; експериментальна перевірка результатів.

Наукова новизна отриманих результатів:

- розроблені методи оперативного управління робочим процесом оброблення деталей важкого машинобудування на токарних верстатах;
- створені структурні схеми та алгоритми роботи систем для важких токарних верстатів , що дозволило реалізувати оперативне адаптивне управління процесами різання;
- розроблені структурні схеми мехатронних вузлів важких токарних верстатів.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблені структурні схеми та конструкції вузлів головного приводу та подачі важких токарних верстатів які дозволяють реалізувати оперативне адаптивне управління;
- розроблені алгоритми роботи для систем адаптивного управління роботою важкого токарного верстату;
- створено мехатронну систему для управління роботою планшайби важкого карусельного верстату , програму для програмованого контролеру.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення та результати роботи доповідались і обговорювалися на щорічних наукових конференціях Донбаської державної машинобудівної академії (2016-2017 рр.); всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт за напрямом "Обробка матеріалів в машинобудуванні" (Житомир 2017 р).

Публікації результатів наукових досліджень. За результатами магістерської роботи підготовлено до публікації одна стаття:

Тези доповідей на міжнар. конференціях у співавторстві - Ковальов В.Д. Підвищення ефективності важкого металорізального обладнання на основі визначення його раціональних технічних та конструктивних параметрів / Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Сукова Т.А., Буренок К.К. // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 30 травня — 1 червня 2017 року / Під заг. ред. В. Д. Ковальова. — Краматорськ: ДДМА, 2017. С. 47

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Введення містить обґрунтування актуальності теми дослідження, її основну мету, наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі «Дослідження стану питань систем адаптивного керування верстатами» описані причини утворення . Описано який вплив мають режими різання, інструмент та спосіб отримання заготовки на її якість. Розглянуто, який вплив на вхідні параметри заготовки, має адаптивні системи управління і як вони підвищують якість виготовлення деталей на верстатах

У другому розділі «Методика проектування мехатронних верстатних систем» пропонована методика проектування мехатронних верстатних систем, яка розглядає :

1. Технічне завдання на машину.
2. Вибір методу формоутворення, розробка технології обробки виробу на проектованому верстаті, ескізів технологічних налагоджень і циклу роботи верстата.
3. . Розробка кінематики рухів робочих органів верстата.
4. Оцінка параметрів рухів і попередній вибір типів приводів.
5. Сортування параметрів руху на програмно керовані, автоматично або адаптивно регульовані і не потребують регулювання.
6. Оцінка необхідної точності і динаміки зміни всіх керованих і контрольованих параметрів.

7. Розробка функціональної схеми системи управління і машини в цілому.
8. Аналіз характеристик інформаційних потоків і обчислювальних процесів.
9. Розробка переліку параметрів підлягають контролю і переліку реакцій на зміни цих параметрів.
10. Технічне завдання на розробку схеми електричної принципової.
11. Розробка укрупненого алгоритму роботи системи управління.
12. Технічне завдання на розробку програмного забезпечення.
13. Уточнення параметрів і структури машини після розробки програмного забезпечення.
14. Розробка технічного проекту.
15. . Макетування машини і системи управління.
16. Розробка робочого проекту машини.

У третьому розділі «Теоретичні дослідження підвищення ефективності обробки на важких верстатах за рахунок адаптивного керування» була розроблена система, призначена для автоматичної підтримки заданого значення зусилля різання при повздовжньому точінні на важких токарних верстатах з метою отримання максимальної продуктивності обробки при виключенні перевантажень ріжучого інструменту.

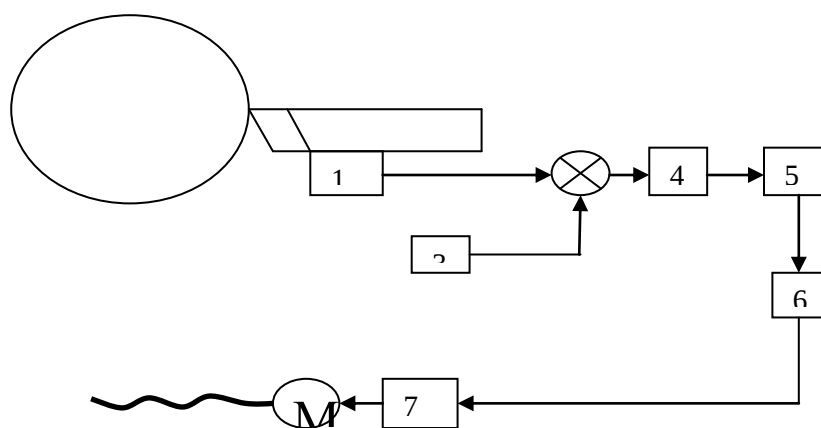


Рисунок 1 - Структурна схема системи оптимального управління швидкістю подачі по зусиллю різання

Результати моделювання розробленої системи дозволяють використовувати її в приводах подач важких токарних верстатів при чорновій обробці деталей важкого машинобудування.

Також був розглянутий алгоритм для захисту інструменту від перевантажень, при одночасному забезпеченні максимальної продуктивності.

Розроблена система адаптивного управління швидкістю різання для забезпечення оптимального значення температури в зоні різання.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження підвищення ефективності обробки на важких верстатах за рахунок адаптивного керування» була розроблена система управління швидкістю подачі по силі різання. Для аналізу стійкості запропонованої системи, а також для оцінки її продуктивності, і реакції на швидко мінливі збурення була побудована динамічна модель системи для моделювання в пакеті Simulink Matlab (рис. 2)

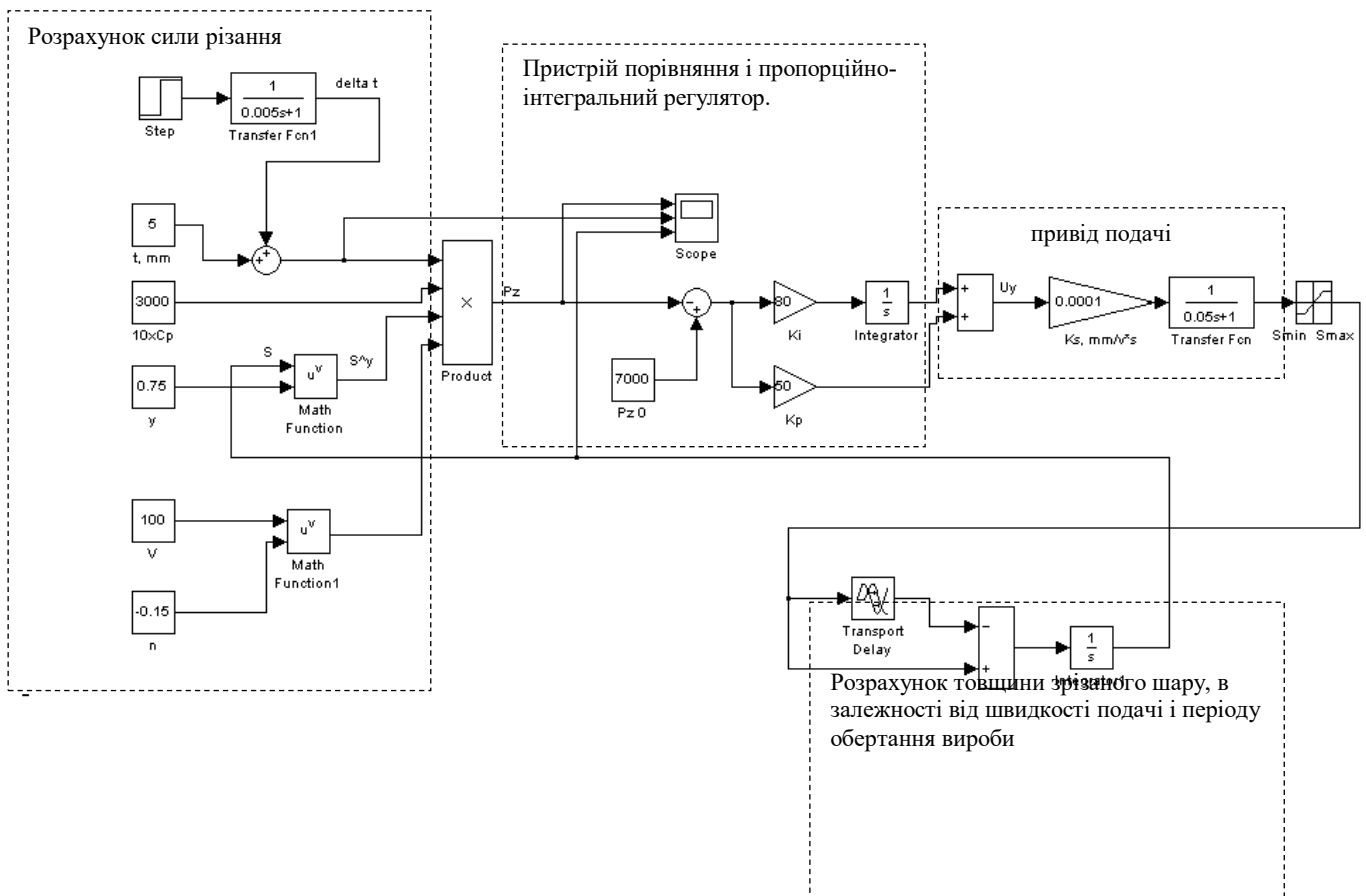


Рисунок 2 - Динамічна модель системи

Наведені графіки перехідного процесу, що описують реакцію усталеної системи на швидкому та повільному збуренні (рис.3)

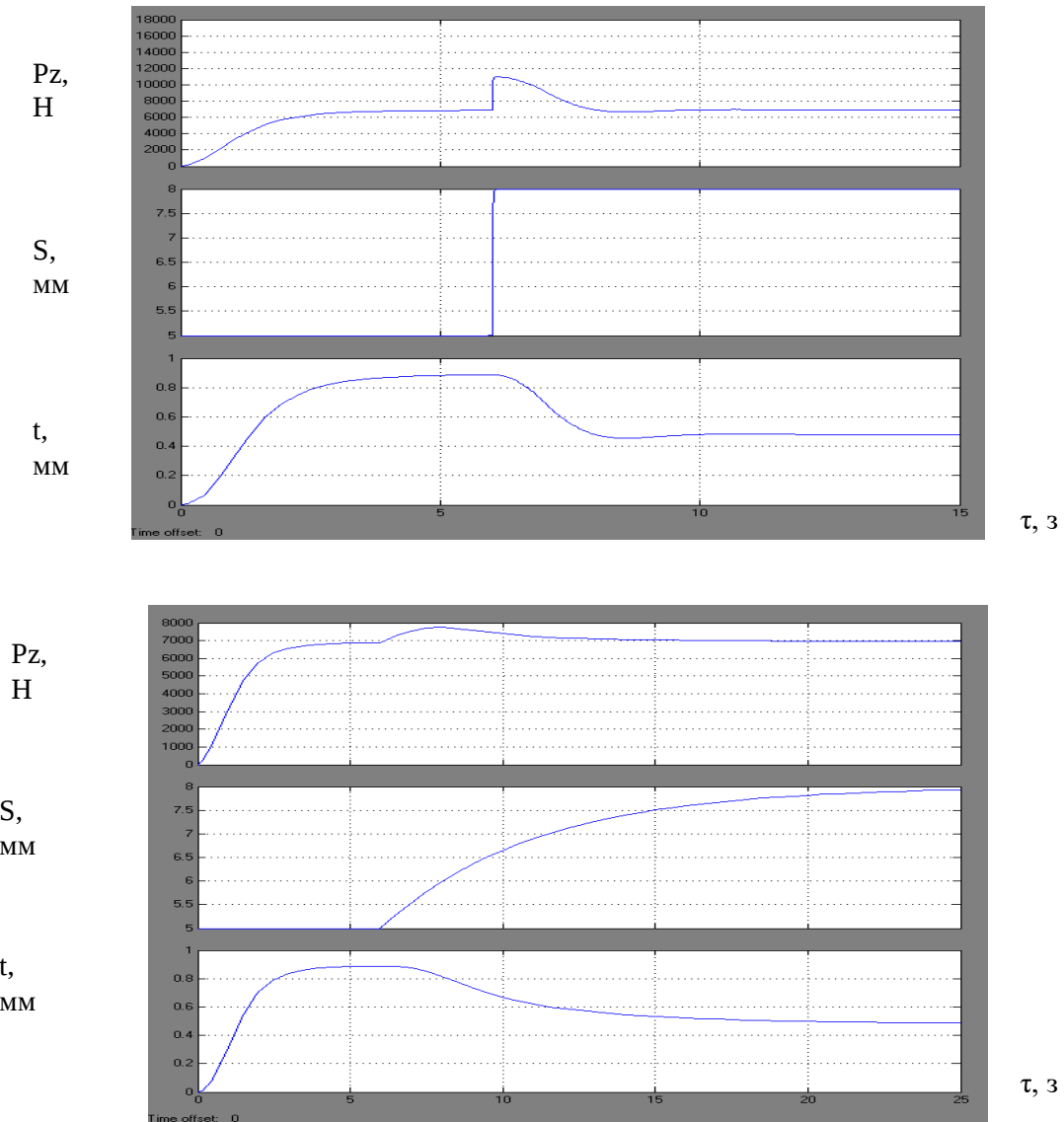


Рисунок 3 - Перехідний процес при швидкому збурення

На рисунку 4 представлена динамічна модель типової системи адаптивного регулювання швидкості подачі токарного верстата лінійного типу з пропорційно-інтегрально-диференціальним регулятором (ПІД регулятором). Цей тип регулятора був обраний, як той що забезпечує найкращу якість управління.

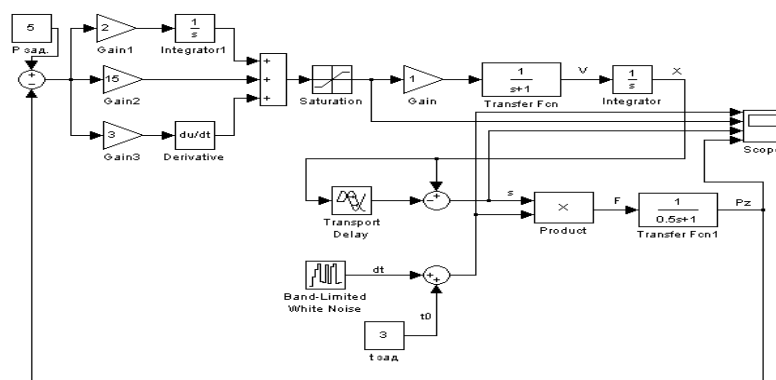


Рисунок 4- Динамічна модель системи адаптивного регулювання швидкості подачі

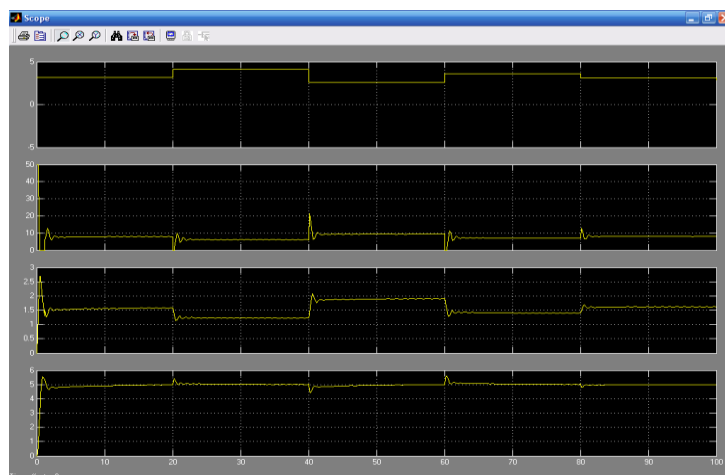
Для простоти в моделі не враховується вплив на силу різання швидкості різання на увазі її малості, а для деякого діапазону швидкостей різання і оброблюваних матеріалів - повної відсутності цієї залежності.

Було проведено два експерименти. У першому параметри системи обрані такими, щоб забезпечувалася стійкість процесу. Результати цього експерименту представлені на рисунку 5.

Рисунок 5- Результати експерименту

У другому досвіді було в п'ять разів збільшено час затримки в елементі Transport delay, що відповідає зменшенню частоти обертання заготовки в таке ж число раз, а також була збільшена постійна часу процесу різання, що відповідає зменшенню швидкості різання при незмінній жорсткості технологічної наладки. Інші параметри залишилися без змін.

Результати другого досвіду представлені на рисунку 6.



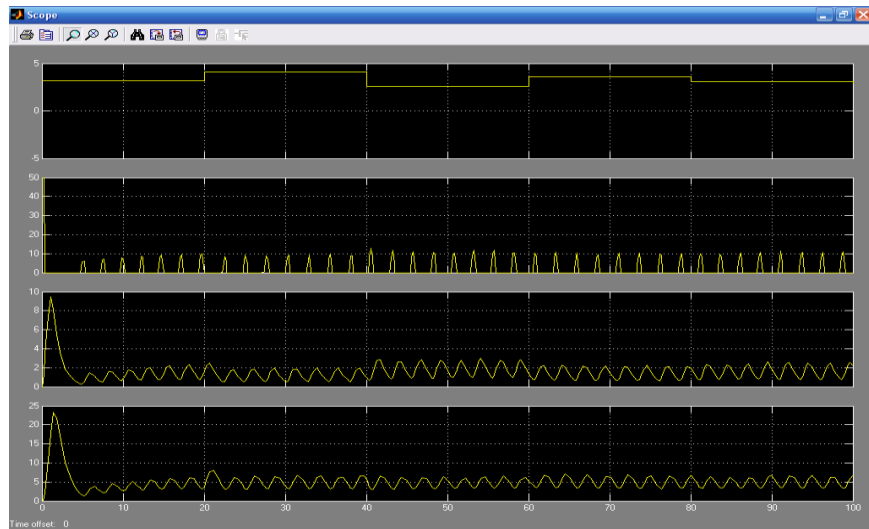


Рисунок 6- Результати досвіду

Розроблена система адаптивного управління швидкістю різання для забезпечення оптимального значення температури в зоні різання. Для практичної реалізації системи адаптивного управління швидкістю різання для забезпечення оптимального значення температури в зоні різання, необхідно адаптувати алгоритми роботи раніше розроблених аналогових систем автоматичного регулювання для реалізації програмним способом на мікропроцесорній апаратній базі. На рисунку 7 представлена структурна схема простий одноконтурной аналогової системи автоматичного регулювання оптимального типу.

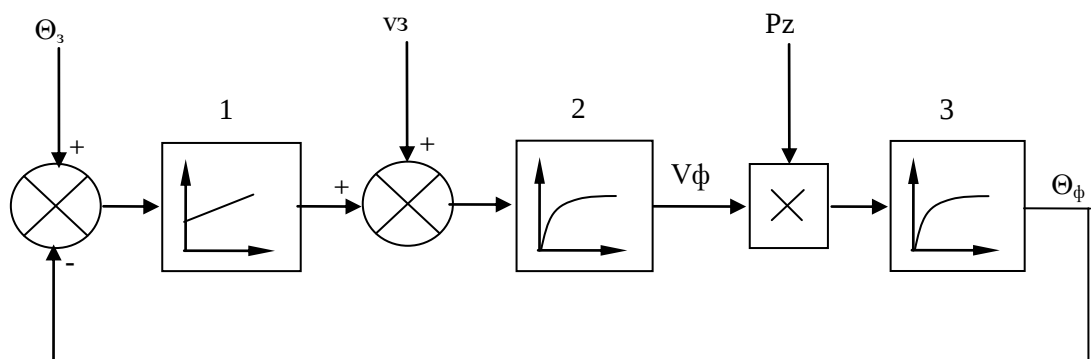


Рисунок 7- Структурна схема аналогової системи регулювання швидкості різання

У шостому розділі «Система управління тиском в кишенях гідростатичних опор планшайби токарно-карусельного верстата» описані завдання і пропозиція щодо вирішення завдання, розглянуті три системи регулювання тиску. Розроблена технологія виконання заданої операції (регулювання тиску). Щоб вирішити цю проблему, ми вводимо корекцію тиску в кишенях за результатами вимірювання сил різання. Знаючи положення інструменту і сили різання, можна розрахувати тиск в кишенях опор. Інформація зчитується зі всіх датчиків і обробляється в системі управління, і за даними розрахунку подається сигнал на клапан про збільшення або зменшення тиску в кишенях (рис. 8)

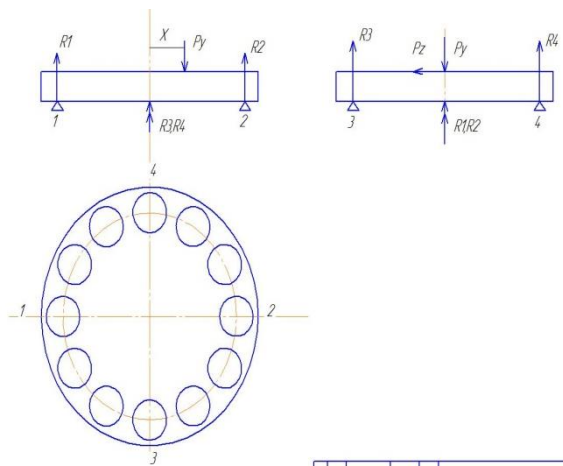
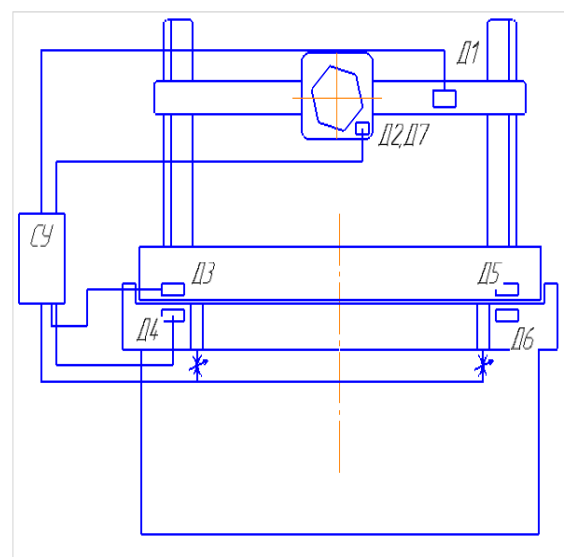


Рисунок 8 – Схема для розрахунку реакцій в опорах

Розроблена структурна схема. На рисунку 9 представлена структурна схема планшайби токарно-карусельного верстата з розробленою системою управління тиском в кишенях гідростатических опор.

Рисунок 9- Структурна схема

Також розроблена блок-схема алгоритму роботи системи управління та керуюча програма.



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На даний момент в практиці машинобудування склалася суперечлива ситуація. З одного боку, існуючі системи ЧПК, створені на мікропроцесорній архітектурі, здатні виконувати як завгодно складні обчислення і вести розрахунок оптимальних режимів обробки безпосередньо на робочому місці під час технологічного процесу. З іншого боку, основні розрахункові залежності, які традиційно кладуться в основу алгоритмів розрахунку оптимальних режимів різання, страждають значними неточностями, що робить недоцільним застосування алгоритмів розрахунку і оптимізації режимів обробки.

Одним із шляхів вирішення проблеми є і введення оперативного контролю індивідуальних властивостей кожної пари інструмент-деталь.

2. Адаптивне управління на важкому токарному верстаті з ЧПК реалізовано шляхом використання програмованого логічного контролера (PLC) із завданням необхідних законів управління (по силі, температурі різання і іншим факторам). Це дозволяє коригувати розроблену програму ЧПК в процесі обробки, при зміні зовнішніх впливів на технологічну систему.

3. Закони управління режимами обробки на важкому токарному верстаті, а саме управління швидкістю різання для досягнення оптимальної температури і управління подачею для регулювання сили різання, реалізовані за допомогою ПЛК

4. Розроблено блок-схеми адаптивного оптимального управління процесом обробки на важкому токарному верстаті.

5. Використання систем адаптивного оптимального управління дозволить скоротити витрати, підвищити точність, збільшити термін служби різального інструменту.

6. Застосування розглянутих удосконалень істотно підвищує надійність технологічної системи. Крім того, реалізація системи на базі контролера електроавтоматики верстата значно знижує витрати на модернізацію існуючих верстатів з ЧПК.

7. В результаті роботи забезпечено підвищення ефективності обробки деталей на важких верстатах за рахунок розроблення системи адаптивного керування процесом різання.

АННОТАЦІЯ

Буренок К. К. Підвищення ефективності обробки деталей на важких верстатах за рахунок адаптивного керування процесом різання.

Магістерська робота за спеціальністю 8.5070204 – Металорізальні системи і верстати, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 2017.

У магістерській роботі розроблені :

- система управління швидкістю подачі по силі різання;
- система адаптивного управління швидкістю різання для забезпечення оптимального значення температури в зоні різання;
- система управління тиском в кишнях гідростатичних опор планшайби токарно-карусельного верстата.

Оптимальне адаптивне регулювання базується на повній динамічній вихідній моделі процесу різання. Оптимізація здійснюється під час всього процесу обробки і гарантує оптимальне проведення процесу різання. Постійне визначення миттєвого положення оптимальної робочої точки , відповідно до миттєвим станом процесу різання, здійснюється постійним порівнянням актуальних значень характерних величин параметрів.

Застосування розглянутого підходу дозволить в деяких випадках отримати ще один позитивний ефект. Крім підвищення надійності роботи ріжучого інструменту управління швидкістю різання по температурі в зоні різання дозволяє підвищити продуктивність обробки. З огляду на порівняно невисоку точність існуючих методик призначення режимів різання, фактична швидкість часто виявляється нижче оптимальної, тобто тієї, при якій забезпечується максимальна продуктивність при заданому періоді стійкості інструменту. При використанні системи автоматичного регулювання стає можливим підтримувати швидкість

різання на оптимальному значенні на всіх стадіях ізносу інструменту, тобто з урахуванням того, що це оптимальне значення змінюється протягом періоду стійкості інструменту.

Ключові слова: АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ, ТОЧНІСТЬ, ШВИДКІСТЬ ПОДАЧІ, ОПТИМАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ, ВАЖКІ ВЕРСТАТИ, СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

Burenok K. K. Increasing the efficiency of machining parts on heavy machine tools due to adaptive cutting process control.

Master's degree in specialty 8.5070204 - Metal cutting systems and machines, Donbas State Machine-Building Academy, Kramatorsk, 2017.

The master's thesis has developed:

- speed control system for cutting power;
- adaptive speed control system for optimum temperature value in the cutting zone;
- Pressure control system in pockets of hydrostatic supports.

Optimal adaptive regulation is based on the complete dynamic model of the cutting process. Optimization is carried out during the whole process of processing and guarantees optimal cutting process. The constant determination of the instantaneous position of the optimal working point, in accordance with the instantaneous state of the cutting process, is carried out by constant comparison of the actual values of the characteristic values of the parameters.

The application of this approach will in some cases have another positive effect. In addition to increasing the reliability of the cutting tool, cutting speed control in the cutting zone allows you to improve the processing performance. Given the relatively low accuracy of the existing methods of assignment of cutting modes, the actual speed is often below the optimal, that is, the one at which provides maximum performance at a given period of stability of the tool. With the use of the automatic control system, it is possible to maintain the cutting speed at the optimal value at all stages of the removal of

the tool, that is, given that this optimal value changes during the period of stability of the tool.

Key words: ADAPTIVE MANAGEMENT, ACCURACY, FAST QUANTITY, OPTIMAL VALUE, HIGH PERFORMANCE, REGULATORY SYSTEM.