

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія

СЛАБИЙ МИХАЙЛО МИХАЙЛОВИЧ

УДК 621.9.23

**УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ РІЗАННЯ НА ВАЖКИХ ТОКАРНИХ
ВЕРСТАТАХ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ**

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Автореферат
магістерської роботи

Краматорськ– 2017

Магістерська робота виконана на кафедрі «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології» Донбаської державної машинобудівної академії (ДДМА) Міністерства освіти і науки України, м. Краматорськ.

Науковий керівник доктор технічних наук, доцент,
Васильченко Яна Василівна,
Донбаська державна машинобудівна академія,
м. Краматорськ
,
зав.каф. «Комп'ютеризовані мехатронні системи,
інструмент і технології»

Захист відбудеться 26 грудня 2017 року о 9⁰⁰ годині на засіданні ДЕК кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології» Донбаської державної машинобудівної академії за адресою: м. Краматорськ, ДДМА, корпус №3, ауд. №3308.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Ефективність роботи і конкурентоспроможність сучасного машинобудівного виробництва багато в чому визначається досягнутим рівнем його автоматизації та характеристиками використовуваного механообробного обладнання. Високі вимоги на світовому ринку до якості продукції, що випускається, тенденція до створення технологічного обладнання з високими швидкостями руху, багатомініклатурними виробів, безпеку праці та інші соціально-економічні вимоги сучасного суспільства обумовлюють необхідність подальшого вдосконалення безлюдних технологій, гнучкого і автоматизованого виробництва.

В даний час основна маса виробів машинобудування виробляється в мехатронних верстатних модулях (ЧСЧ) і комплексах, в яких основним технологічним процесом є процес різання (ПР), а системами управління - системи числового програмного керування (ЧПУ).

Механообробне виробництво у важкій промисловості характеризується:

- мелкосерійністю;
- значною часткою важкооброблюваних матеріалів;
- щодо швидкої (в порівнянні із загальним машинобудуванням) зміною оброблюваних матеріалів на нові;
- високою вартістю деталей;
- невизначеністю і нестабільністю властивостей матеріалу заготовки та інструменту як в межах партії, так і в межах навіть однієї заготовки або інструменту;
- високою необхідною точністю деталей, що виготовляються;
- високими вимогами до якості поверхневого шару деталей;
- складністю (лабіринти, пази, зварні деталі і т.п.);
- великою тривалістю і багатостадійний обробки однієї деталі.

Перераховані вище особливості виробництва визначають основні вимоги до механообробні устаткування, засобів його автоматизації і управління, які в цих умовах повинні забезпечити необхідні точність і якість виготовлених деталей, високу продуктивність, економічність і надійність МСМ в умовах безлюдних технологій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності з науковою тематикою «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології» Донбаської державної машинобудівної академії Дк-01-2014 «Підвищення надійності та продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатів інструментальних систем важкого машинобудування» (0114U002757).

Мета та задачі досліджень.

Мета дослідження - підвищення продуктивності і точності обробки на важких верстатах шляхом оптимального управління в режимі реального часу.

Задачі:

- - На основі аналізу сучасних методів оптимізації складних технічних систем та досвіду в механообробці, обґрунтувати критерії та принципи інформаційної технології управління процесом механічної обробки деталей вітроенергетики на важких верстатах.

- Сформуванню програмно-математичний комплекс для моделювання інформативних з позиції оптимізації процесів обробки деталей вітроенергетики на важких верстатах .

Розробити багаторівневу систему прийняття рішень з елементами штучного інтелекту в системі адаптивного керування важких

- Розробити нову інтегровану технологію зміцнення різальних інструментів для обробки відповідальних деталей вітроенергетики.

Об'єкт дослідження – технологічна система важкого металообробного верстату.

Предмет дослідження – важкий верстат з ЧПК .

Методи досліджень. Методологічною основою роботи є комплексний підхід до вивчення процесу обробки деталей на важких верстатах, їх умов і особливостей, закономірностей процесів.

Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях теорії різання матеріалів, теорії проектування металорізального обладнання, кваліметрії, теорій надійності, дослідження операцій, прийняття рішень, теорії ймовірності та математичної статистики.

Експериментальні дослідження базуються на теоріях регресійного та кореляційного аналізів, математичної статистики з використанням методик форсованих, прискорених, тривалих випробувань, моментних спостережень, інформаційного банку, евристичних методів.

Робота виконувалася за допомогою сучасних засобів обчислювальної техніки.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше сформований програмно-математичний комплекс для моделювання інформативних з позиції оптимізації процесів обробки на важких верстатах в реальному часі.

Практичне значення одержаних результатів.

— Створено важкий верстат нового покоління з оптимальним регулюванням в режимі реального часу.

— Розроблено інформаційну технологію моделювання в реальному часі функціонування важких верстатів.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати роботи доповідалися та обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку»- 2017р.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано тези доповідей в збірнику матеріалів конференції.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел – 39 найменувань. Містить 61 сторінку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розкрито суть і стан наукової задачі, обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі досліджень, викладено наукові положення, які виносяться на захист, наведено дані щодо наукової новизни, обґрунтовано достовірність і показано практичну цінність отриманих наукових результатів, наведено дані про публікації й апробацію роботи.

У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану проблеми підвищення ефективності важкого металорізального обладнання. Проведено аналіз умов обробки великогабаритних деталей на підприємствах важкого машинобудування, методів вибору визначення раціональних конструктивних параметрів важкого металорізального обладнання та визначення раціональних параметрів процесу різання на важких верстатах.

Результати досліджень, виконаних в нашій країні і дані зарубіжних робіт показують, що поліпшення показників ефективності механообробного обладнання може істотно поліпшити показники якості виконання машинобудівним виробництвом стоять перед ним завдань. Для механообробного виробництва в важкому машинобудуванні це:

- збільшення надійності експлуатаційного ресурсу машин за рахунок поліпшення техніко-експлуатаційних показників якості деталей важкого машинобудування;
- підвищення якості, надійності, довговічності машин;
- підвищення продуктивності, точності, зниження собівартості, забезпечення надійності і безаварійності процесу обробки деталей.

Для успішного вирішення поставлених завдань механообробне обладнання повинно мати високі показники по продуктивності, точності і економічності; високу швидкодію; адаптивність характеристик в широкому діапазоні зміни режимів ПР і технологічних умов.

Основними напрямками поліпшення техніко-економічних характеристик механообробного виробництва є: удосконалення конструкції технологічного обладнання і пристосувань; підвищення якості технологічної підготовки виробництва; підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу; розробка більш ефективних засобів автоматизації і управління. У зв'язку з цим, одним з найбільш дієвих способів підвищення ефективності ПР на верстатах з ЧПУ, особливо при обробці деталей, характерних для важкого машинобудування, є застосування систем автоматичного управління (САУ) температурно-силовими режимами ПР. Недосконалість існуючих методів розрахунку режимів обробки, нестабільність операційних припусків, фізико-механічних властивостей оброблюваного та інструментального матеріалів, величини зносу інструменту, а також інших факторів призводить у багатьох випадках до неконтрольованих змін температурної і силового навантаження на інструмент. Для виключення підвищеного зносу і поломок інструменту режими різання при розробці керуючих програм обробки деталей на верстатах з ЧПУ призначаються, виходячи з найбільш навантажених в температурному і силовому відношенні умов різання, які, в загальному часу обробки можуть займати порівняно невелику частину. При цьому інша частина часу

обробки протікає з недовикористанням можливостей інструменту і верстата. Застосування систем управління температурними і силовими режимами ПР дозволяє максимально використовувати можливості верстата і інструменту, збільшити продуктивність обробки і знизити її собівартість, значно підвищити якість продукції, що випускається. Для виключення підвищеного зносу і поломок інструменту режими різання при розробці керуючих програм обробки деталей на верстатах з ЧПУ призначаються, виходячи з найбільш навантажених в температурному і силовому відношенні умов різання, які, в загальному часу обробки можуть займати порівняно невелику частину. При цьому інша частина часу обробки протікає з недовикористанням можливостей інструменту і верстата. Застосування систем управління температурними і силовими режимами ПР дозволяє максимально використовувати можливості верстата і інструменту, збільшити продуктивність обробки і знизити її собівартість, значно підвищити якість продукції, що випускається. Для виключення підвищеного зносу і поломок інструменту режими різання при розробці керуючих програм обробки деталей на верстатах з ЧПУ призначаються, виходячи з найбільш навантажених в температурному і силовому відношенні умов різання, які, в загальному часу обробки можуть займати порівняно невелику частину. При цьому інша частина часу обробки протікає з недовикористанням можливостей інструменту і верстата. Застосування систем управління температурними і силовими режимами ПР дозволяє максимально використовувати можливості верстата і інструменту, збільшити продуктивність обробки і знизити її собівартість, значно підвищити якість продукції, що випускається виходячи з найбільш навантажених в температурному і силовому відношенні умов різання, які, в загальному часу обробки можуть займати порівняно невелику частину. При цьому інша частина часу обробки протікає з недовикористанням можливостей інструменту і верстата. Застосування систем управління температурними і силовими режимами ПР дозволяє максимально використовувати можливості верстата і інструменту, збільшити продуктивність обробки і знизити її собівартість, значно підвищити якість продукції, що випускається виходячи з найбільш навантажених в температурному і силовому відношенні умов різання, які, в загальному часу обробки можуть займати порівняно невелику частину. При цьому інша частина часу обробки протікає з недовикористанням можливостей інструменту і верстата. Застосування систем управління температурними і силовими режимами ПР дозволяє максимально використовувати можливості верстата і інструменту, збільшити продуктивність обробки і знизити її собівартість, значно підвищити якість продукції, що випускається. Аналіз цих актуальних питань визначило мету роботи і задачі дослідження.

У другому розділі наведено методи дослідження і моделювання роботи важкого металорізального обладнання. Розроблені методики дозволяють здійснювати теоретичні, статистичні та експериментальні дослідження процесу обробки деталей на важких токарних верстатах. Збір статистичної інформації про деталі, технологічні операції і режими різання здійснювався методами миттєвих спостережень, методом тривалих спостережень та за допомогою аналізу стану списаного інструменту. Методика статистичних досліджень підприємств важкого

машинобудування передбачає на основі створеної бази знань з використанням методів математичної статистики здійснювати групування даних за заданою ознакою, визначати параметри законів розподілу параметрів, здійснювати регресійний і кореляційний аналіз даних, виявляти необхідні параметри обладнання, оптимізувати режими різання. розроблено базу знань про роботу важкого металорізального обладнання.

Використано існуючий банк даних про роботу важких верстатів, який доповнено новими прецедентами. База знань забезпечує швидкий доступ до кожного елементу інформації. Для цього в ній відображені логічні зв'язки між даними, на підставі яких при вирішенні задач виконується вибір потрібних елементів без обробки решти інформації. Структура бази знань про параметри обробки деталей на підприємствах важкого машинобудування наведена на рис. 1.

Проведено аналіз умов обробки великогабаритних деталей (приклад деталі наведено на рис.5) на підприємствах важкого машинобудування з охопленням близько 100 заводів і 439 одиниць верстатів. Розподіл деталей бази знань за призначенням показано на рис. 2.

Аналіз експлуатації важких токарних верстатів з ЧПК показав, що часто їх технологічна насиченість не відповідає конструктивно-технологічним характеристикам деталей. Розміри робочого простору верстатів іноді значно перевищують габаритні розміри деталей, число формоутворюючих рухів і інструментів в магазині також бувають зайвими. Це призводить до більш високої матеріало- та енергоємності верстатів, завищеної собівартості виготовлення деталей.

У третьому розділі розроблено інформаційну технологію моделювання в реальному часі функціонування технологічної системи важкого верстату.

На рис.3.1.a представлений оргграф, формалізує взаємозв'язок процесів, що протікають в динамічній системі СС при різанні. Його перший контур (1-2-3-4-3-2-1) утворює процес створення натягу в пружною підсистемі для зняття припуску з заготовки, що є об'єктивною необхідністю процесу різання і впливає з його фізичної сутності [1].

Другий контур (1-2-3-6-7-1) відображає ситуацію, пов'язану з дією факторів, що обурюють теплосилової групи, що призводить (незалежно від напрямку) до затуплення ріжучого інструменту і, як наслідок, підвищенню похибок обробки (перш за все на рівні погіршення розмірної точності виготовлених деталей).

Третій контур (4-5-5-4-4) являє собою упругодемпфіруючі взаємодії елементів динамічної системи (коливання), що виникають в результаті її перебудови під дією процесу різання.

Четвертий контур (1-2-3-4-5-1) є контуром, що відображає вплив збурень від упругодемпфіруючих взаємодій, як на появу похибок форми, так і на погіршення шорсткості обробленої поверхні.

Завдання параметрів режиму обробки представлено вершиною 8, а її вплив на процеси різання і динамічної перебудови СС враховано в рамках традиційної для технології машинобудування схеми "опрацьований матеріал-інструментальний матеріал"

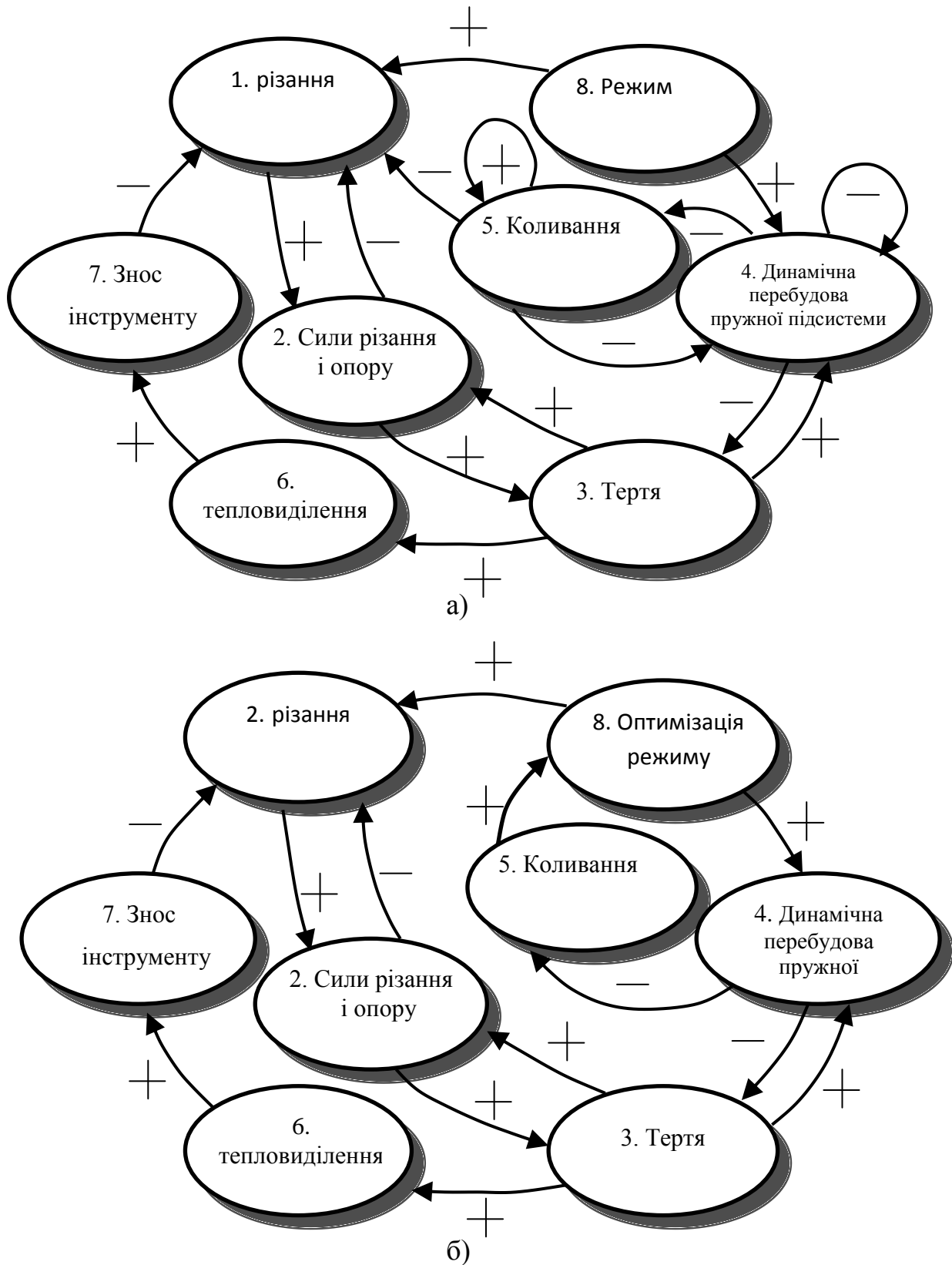


Рисунок 3.1. Орграф взаємозв'язку процесів, що протікають в динамічній системі СС при різанні без (а) і в умовах (б) оптимізації параметрів.

У четвертому розділі розроблені методологічні основи синтезу систем управління процесом різання в режимі реального часу.

Наведена загальна характеристика сучасних і перспективних систем управління процесом різання.

Обсяг і характер функцій, які виконуються системами управління МСМ, визначається наступними основними факторами:

- а) ускладненням конструктивних схем технологічного обладнання;
- б) підвищенням вимог до якості процесів управління, надійності, необхідністю переходу на експлуатацію за станом;
- в) включенням системи управління процесу різання (як підсистеми) в інтегровану АСУ ТП.

Дані фактори призводять до збільшення кількості керованих координат і керуючих впливів, підвищення вимог до якості функціонування як окремих підсистем, так і системи в цілому, необхідність організації раціональної взаємодії між підсистемами, автоматичного вибору оптимальних програм управління в залежності від поточної мети управління, умов обробки, стану елементів конструкції обладнання.

Значні труднощі вирішення зазначеної проблеми пояснюють ту обставину, що управління температурно-силовими режимами процесу різання в існуючому механообробні обладнанні з ЧПУ відбувається по розімкнутій схемою по «жорстко» заданою програмою виходячи з найбільш навантажених в температурно-силовому відношенні умов різання (рис. 4.1), що призводить до істотного зниження ефективності механічної обробки в цілому. У зв'язку з цим побудова сучасних і перспективних САУ процесу різання необхідно здійснювати в класі систем, в яких забезпечення необхідних динамічних характеристик і формування програми управління проводиться в процесі функціонування системи в залежності від її поточного стану (рис 4.2).



Рис 4.1 – Управління температурою в процесі різання

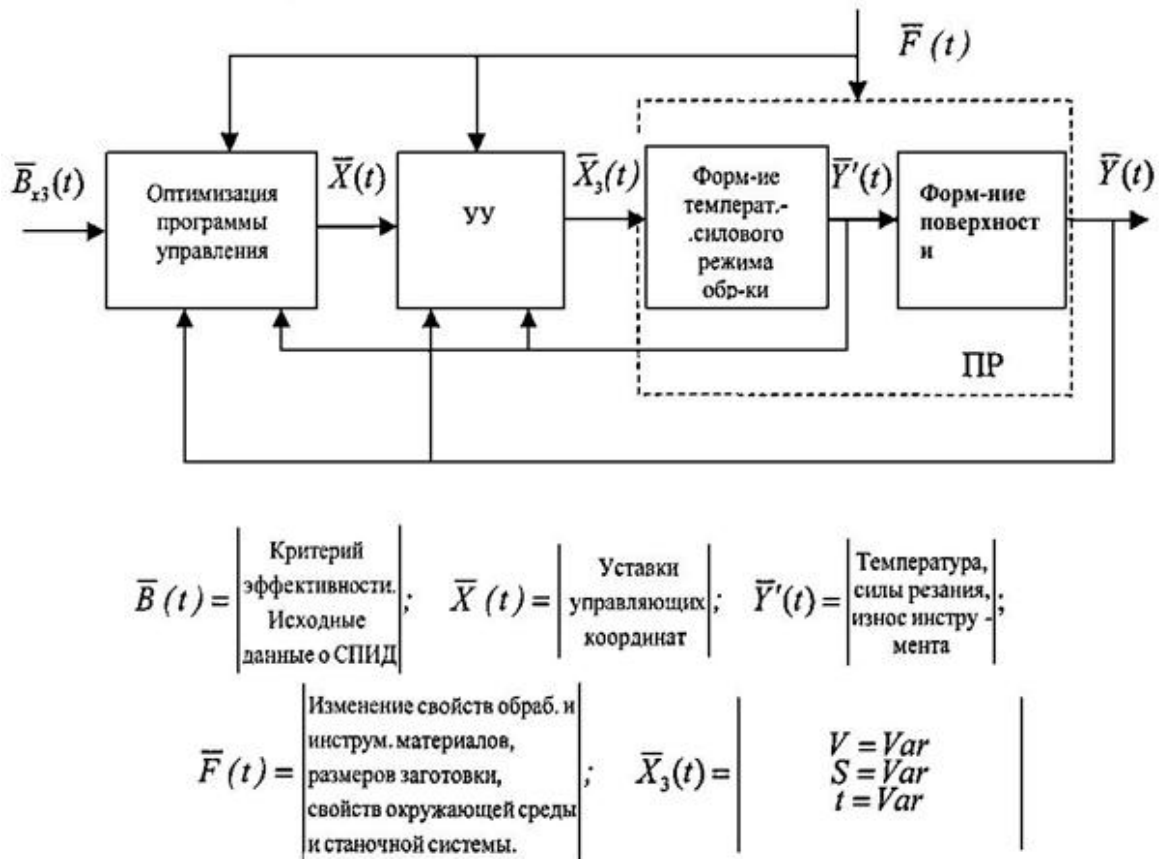


Рис 4.2 – Управління поточним станом процесу різання в залежності від умов обробки



Рисунок 4.3 – Схема управління процесу різання в класі багаторівневих систем

Встановлено, що, процедуру синтезу багатоканальних багаторежимних САУ процесу різання в умовах невизначеності можна розбити на наступні етапи:

1. Оптимізація локальних підсистем керування процесу різання першого рівня в класі лінійних систем з неперебудовані регуляторами з метою забезпечення їх стійкості і необхідної якості управління;
2. Адаптація оптимальних локальних підсистем з метою забезпечення стабілізації оптимального якості управління;

3. Адаптація (параметричне управління) процесу різання з метою компенсації значних за величиною параметричних збурень на рівні узагальненого настроюється об'єкта;

4. Координація локальних підсистем керування процесу різання на рівні багатоканальної системи в цілому з метою забезпечення заданих функціональних співвідношень вихідних координат в динамічних режимах роботи підсистем; Оптимізація програм управління (статичних режимів) багатоканальної системи в процесі її функціонування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі статистичного дослідження підприємств були встановлені необхідні конструктивні параметри верстатів, пов'язані з розмірами оброблюваних деталей і режимами різання.

2. Розробка нового обладнання для вдосконалення процесу різання на важких токарних верстатах повинна здійснюватися з урахуванням підвищених режимів різання і можливості оптимізації процесу різання в реальному часі.

3. З урахуванням проведених досліджень структурної стійкості системи можна зробити висновок про те, що оптимізація параметрів технологічного режиму на основі врахування динамічного стану сприяє зменшенню впливу на процес різання не тільки коливальних, але і теплосилових збурень, тобто забезпечує можливість адаптації СС до їх дії. З точки зору практики це означає підвищення не тільки якості обробки деталей, але і стійкості ріжучого інструменту, тобто не тільки параметричної, а й експлуатаційної надійності СС в цілому.

4. Розроблено систему адаптивного управління важким верстатом нового покоління, що дозволяє виробляти оперативну оптимізацію процесу різання за заданими критеріями в режимі реального часу.

АНОТАЦІЯ

Слабий М. М. Управління процесом різання на важких токарних верстатах в режимі реального часу. – На правах рукопису.

У магістерській роботі визначена, науково обґрунтована і вирішена проблема підвищення продуктивності і точності обробки на важких верстатах шляхом оптимального управління в режимі реального часу. Створено важкий верстат нового покоління з оптимальним регулюванням в режимі реального часу. Розроблено інформаційну технологію моделювання в реальному часі функціонування важких верстатів..

Ключові слова: ПРОЦЕС РІЗАННЯ, ВАЖКИЙ ВЕРСТАТ, АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА.

АННОТАЦИЯ

Слабый М. М. Управление процессом резания на тяжелых токарных станках в режиме реального времени. - На правах рукописи.

В магистерской работе определена, научно обоснованная и решена проблема повышения производительности и точности обработки на тяжелых станках путем оптимального управления в режиме реального времени. Создан тяжелый станок нового поколения с оптимальным регулированием в режиме реального времени. Разработана информационная технология моделирования в реальном времени функционирования тяжелых станков.

Ключевые слова: ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ, ТЯЖЕЛЫХ СТАНКОВ, АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.

ABSTRACT

Slaby M.M. Controlling the cutting process on heavy lathes in real time. – Exercising the rights of the manuscript.

The problem of increasing the productivity and accuracy of machining on heavy machines by means of optimal control in real time is determined, scientifically substantiated and solved. A new generation heavy-duty machine with the optimal adjustment in real time has been created. The information technology of real-time simulation of the operation of heavy machine tools is developed ..

Keywords: CUTTING PROCESS, HIGH VERSTAT, ADAPTIVE MANAGEMENT, TECHNOLOGICAL SYSTEM.