

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія

СОРОКА АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ

УДК 621.9.23

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ НА ВАЖКИХ
ВЕРСТАТАХ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ
РІЗАННЯ**

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, професор,
Клименко Галина Петрівна
Донбаська державна машинобудівна академія,
м. Краматорськ,
зав.каф. автоматизації виробничих процесів

Захист відбудеться 4 січня 2018 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. Конкуреноспроможність сучасного багатомоноклатурного машинобудівного виробництва і його продукції визначається гнучкістю і технологічними можливостями забезпечення високої якості виготовлення виробів, яке частіше за все у вирішальній мірі забезпечується точністю процесів механічної обробки при підвищенні ефективності виробництва за рахунок нарощування продуктивності технологічного устаткування.

В умовах наростаючого старіння основних виробничих фондів і, перш за все механообробного обладнання, при гострому дефіциті інвестицій в їх оновлення виникає проблема підтримки і більш того – збільшення виробничої точності і продуктивності металорізальних верстатів і в тому числі найбільш технологічно ефективних – верстатів з числовим програмним управлінням. Вибірковий аналіз стану технологічного обладнання на підприємствах машинобудування показує, що до 80% і більше верстатів з ЧПК по нормам точності до теперішнього часу виробили свій експлуатаційний ресурс і можливості його відновлення за рахунок проведення ремонту в доступному для огляду майбутньому також не мають достатнього фінансово-економічного забезпечення.

Спроби реалізації в виробничих умовах підвищення точності обробки на верстатах з ЧПК шляхом введення в керуючі програми траєкторій руху формотворного ріжучого інструменту з метою компенсації похибок, що виникають в технологічних системах (ТС), на практиці необхідної технологічної ефективності, як правило, не забезпечують. При цьому велика частина систем програмного управління, які знаходяться в експлуатації, функціонально не дозволяє з метою компенсації похибок вводити в режимі реального часу в керуючі програми оперативну корекцію переміщень виконавчих робочих органів безпосередньо в процесі обробки на верстатах з ЧПК.

Вироблення експлуатаційного ресурсу технологічного обладнання зумовлює зниження жорсткості ТС і погіршення умов експлуатації ріжучого інструменту, що в свою чергу призводить до зниження розмірної стійкості різців, осипання і викришування різальних крайок, макросколам і руйнування ріжучої частини твердосплавного інструменту, підвищених втрат по браку і простоїв верстатів з програмним керуванням, зниження ефективності процесів механообробки в цілому.

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 роботи – підвищення розмірної точності, продуктивності, якості обробки та ефективності використання ріжучого інструменту в умовах вироблення експлуатаційного ресурсу і зниження виробничої точності технологічного обладнання при точінні на верстатах з програмним управлінням.

Завдання дослідження.

1 Формулювання критерію оптимізації і розробка моделі інтегрованої системи, що об'єднує діагностику і управління обробкою на токарних верстатах, що оснащуються спеціалізованою системою ЧПК типу PCNC.

2 Розробка методики і програмно-апаратного комплексу для попередньої і оперативної діагностики технологічних систем, дослідження відхилень геометричної форми, деформації та переміщень елементів ТС при їх навантаженні, а також розробка системи введення оперативних корекцій в траєкторії руху формотворного ріжучого інструменту, що компенсують похибки, що виникають в процесі обробки на токарних верстатах з ЧПК.

3 Реалізація з використанням інтегрованої системи діагностики і управління оперативної діагностики процесів навантаження ріжучого інструменту, а також корекції режимів різання з метою забезпечення регламентованого ресурсу працездатності інструменту при специфічних змінах швидкості і глибини різання, подачі інструменту, діаметра обробки і параметрів перетину зрізаного шару в процесі точіння на токарних верстатах з програмним управлінням.

Об'єкт дослідження – технологічна система важкого металообробного верстату.

Предмет дослідження – важкий верстат з ЧПК.

Методи досліджень. При виконанні роботи використані методи обчислювальної математики та аналітичної геометрії, інформатики, математичного моделювання та програмування, матричного аналізу, інтерполяції та апроксимації, математичної обробки результатів експериментів, технології машинобудування, теорії різання.

Наукова новизна одержаних результатів.

- Науково обґрунтовано висунуте положення про ефективність технологічного забезпечення точності токарної обробки шляхом комплексної діагностики та управління технологічним обладнанням, переоснащувати системами програмного управління типу PCNC, в умовах значного вироблення експлуатаційного точностного ресурсу металорізальних верстатів з ЧПУ.

- Розроблено модель діагностики та методики для вимірювання відхилень геометричної форми, деформацій і переміщень елементів ТС при різних схемах і режимах їх навантаження, що при оснащенні токарних верстатів системами програмного управління типу PCNC дозволяє реєструвати дані діагностики ТС конкретного технологічного обладнання і використовувати їх для визначення величин компенсуючих корекцій при управлінні процесам і обробки на верстатах з ЧПУ.

- Розроблено модель інтегрованої системи, що поєднує попередню і оперативну діагностику з керуванням процесами точіння на металорізальних верстатах, переоснащених системами ЧПУ типу PCNC, а також технологічно орієнтований програмно-апаратний комплекс діагностики і управління процесами обробки, комплексне використання яких дозволяє реалізувати найбільш повне використання експлуатаційного точностного ресурсу конкретного технологічного обладнання та раціональне використання ріжучого інструменту при забезпеченні стабільності якості і найбільшою для конкретних умов техніко-

економічної ефективності обробки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці експериментально-теоретичного і програмно-апаратного комплексів, а також установок і пристроїв для підвищення ефективності процесів обробки на верстатах з ЧПУ, в основу яких покладені:

- науково-методологічна база у вигляді комплексу методик визначення параметрів відхилень від правильної геометричної форми, деформування, силового і температурного навантаження елементів ТС, а також параметрів системи різання в поєднанні з системою комп'ютерної реєстрації та обробки експериментальних даних діагностики стосовно до конкретних умов обробки;

- технологічно орієнтований програмно-апаратний комплекс діагностики і управління процесом обробки на верстатах з ЧПУ, оригінальні програмні продукти для управління верстатами зі слідкуючим і кроковим приводами, які реалізують при використанні систем програмного управління типу PCNC інтерполяцію і оперативне введення корекцій в траєкторії руху формотворного ріжучого інструменту при точінні на верстатах з ЧПУ, а також розроблений інтерфейс оператора верстатів, що оснащуються системами програмного управління типу PCNC;

- модель оброблюваності різанням з урахуванням умов точіння на верстатах з ЧПУ, що дозволяє з урахуванням поточних змін силових і температурних навантажень прогнозувати величини зносу ріжучого інструменту і складових сил різання і на цій основі реалізувати ефективні алгоритми управління процесом різання при раціональному використанні експлуатаційного ресурсу інструменту і повному використанні точностного ресурсу токарних верстатів з ЧПУ.

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, 3 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел – 56 найменувань. Містить 88 сторінок.

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 технологічної ефективності обробки на верстатах з програмним управлінням і працездатності різального інструменту при виробленні експлуатаційного ресурсу і зносу верстатів з ЧПУ.

Вироблення експлуатаційного ресурсу великого парку верстатів з ЧПУ в металообробній промисловості зумовлює необхідність модернізації і переоснащення верстатів з ЧПУ, що дозволяє при мінімальних витратах підвищити виробничу точність і ефективність експлуатації автоматизованого технологічного обладнання.

Обробка на верстатах з підвищеним виробленням їх експлуатаційного ресурсу і зносом основних вузлів верстатів фактично зумовлює перенесення похибок формотворчих переміщень виконавчих робочих органів верстатів на деталі, що виготовляються призводить до погрішностей обробки, відхилень форми і просторового розташування поверхонь виробів, що виготовляються і, в кінцевому рахунку, до зниження якості продукції, що випускається.

Зниження жорсткості і вібростійкості верстатів з ЧПУ, викликане їх зносом, обумовлює погіршення умов експлуатації та динаміки навантаження ріжучого інструменту, що зумовлює зниження його прочностній надійності і працездатності, і, як наслідок, призводить до масових поломок інструменту, особливо при різанні високоміцних важкооброблюваних матеріалів.

Несприятливе поєднання технологічних факторів при обробці на верстатах з ЧПУ зі значною виробленням експлуатаційного ресурсу при погіршенні умов роботи інструменту зумовлює необхідність управління процесом різання з метою його оптимізації. Розроблені системи управління процесами обробки, в яких в якості параметрів регулювання використовується термоЕРС різання, величини силових параметрів навантаження ТС і ін. При відсутності достатньо ефективного зв'язку параметрів регулювання з параметрами статичної та динамічної настройки ТС і реальними точносних і техніко-економічними параметрами обробки не задовольняють вимогам виробництва.

При обробці на верстатах з ЧПУ, особливо з підвищеним виробленням точностного експлуатаційного ресурсу, об'єктивно існує необхідність статичного та динамічного піднастроювання технологічної системи, що вимагає внесення відповідних поправок в параметри налаштування безпосередньо в процесі обробки. Дані проведеного аналізу підтверджують, що визначення безпосередньо в процесі різання величин похибок і введення відповідних корекції статичного та динамічного настроювання стосовно характеристикам жорсткості конкретної технологічної системи верстата з ЧПУ сприяє гуртуванню витриманих при обробці розмірів в межах поля допуску на виготовлення деталей.

Адаптивне різання, що використовується в якості способу регулювання динамічного настроювання ТС верстатів з ЧПУ, реалізує режими стабілізації складових сили різання ($P_{z,x,y} = const$), потужності різання ($N = const$), крутного моменту на шпинделі верстата ($M_{кр} = const$) і температури різання ($\theta = const$). Однак, підтримання постійності величини сили різання в умовах зміні діаметра обробки, швидкості і глибини різання, а також подачі інструменту не забезпечує постійності величин контактних напружень і температур в зоні різання, які фактично визначають інтенсивність зносу, прочностну надійність і працездатність різців, а також ефективність використання ріжучого інструменту. Використання режимів обробки $\theta_0 = const$ зумовлює роботу верстата з ЧПУ на занижених режимах різання в технологічно доцільному діапазоні їх зміни. При цих режимах забезпечуються підвищені вимоги до якості обробленої поверхні для деталей досить

вужької номенклатури. Однак в загальному випадку режим $\theta_0 = const$ при обробці на верстатах з ЧПУ економічно недоцільне.

У специфічних умовах обробки на токарних верстатах з ЧПУ складних фасонних деталей з важкооброблюваних матеріалів при зміні швидкості і глибини різання, подачі інструменту, діаметра обробки і форми перетину зрізаного шару, поряд із зносом мають місце відмови ріжучого інструменту через руйнування його ріжучої частини, що зумовлює необхідність раціонального режиму навантаження інструменту зі стабілізацією величин контактних напружень і температур для забезпечення заданого експлуатаційного ресурсу ріжучого інструменту а при використанні систем оперативної діагностики і корекції параметрів процесу різання.

Спроби реалізації адаптивного управління обробкою при обробці на верстатах з ЧПУ обмежуються відсутністю відпрацьованої на практиці системи силових і температурних датчиків інформаційно-вимірювальної системи (ІВС), а також труднощами установки і комутації системи електропровідниками в специфічних умовах багатоінструментальної обробки на верстатах з програмним управлінням. Однак, сучасні ІВС, оснащені датчиками сил, температур і вібрацій, на практиці погано узгоджуються з розташованими в експлуатації системами ЧПУ зважаючи на істотні системних відмінностей.

Функціональна нездатність систем ЧПУ верстатів, які знаходяться в експлуатації, до корекції траєкторій руху формотворного ріжучого інструменту з метою автоматичної компенсації похибок обробки, що визначаються на основі діагностики ТС верстатів, обумовлює необхідність розробки спеціалізованого програмно-апаратного комплексу, що забезпечує реалізацію діагностики та управління обробкою на верстатах, переоснащуваних спеціалізованими системами ЧПУ типу *PCNC*. Ефективне управління обробкою на верстатах з ЧПУ при значній виробленні їх експлуатаційного ресурсу обумовлює необхідність введення попередньої діагностики стану технологічних систем з реєстрацією індивідуальних даних діагностики кожної одиниці технологічного обладнання і створення індивідуальних електронних «паспортів» верстатів з ЧПУ.

Комплексне технологічне з'єднання діагностики та управління обробкою на верстатах з ЧПУ зумовлює необхідність створення інтегрованих систем діагностики та управління обробкою (*ІСДУ*), що реалізують діагностику конкретного технологічного обладнання, внесення корекцій статичного та динамічного настроювання в траєкторії руху формотворного ріжучого інструменту, і управління режимами різання на базі використання спеціалізованих систем ЧПУ типу *PCNC*, що принципово дозволяє підвищити розмірної точність, продуктивність обробки і ефективність використання ріжучого інструменту при точінні на верстатах з програмним управлінням.

У другому розділі розроблена система управління технологічним обладнанням, що реалізує функції діагностичного комплексу і функції системи ЧПУ з можливістю оперативної (в процесі обробки) корекції траєкторії руху формотворного ріжучого інструменту, що компенсує похибки ТС, яка об'єднує в одній інтегрованій системі діагностику і управління (*ІСДУ*) процесами обробки на токарних верстатах з ЧПУ. Реалізація *ІСДУ* зумовлює необхідність формулювання критерію оптимальності обробки, визначення загальної структури системи

управління, що забезпечує заявлені функціональні можливості, структуру і склад необхідного системного і прикладного програмного забезпечення ІСДУ.

Сумарний вектор корекції похибки обробки формується у вигляді:

$$\begin{aligned}
M \sum_{j=1}^{n_1} \vec{K}_i(x, z, P_i, \theta_j) = & M \sum_{i=1}^{n_1} \vec{\Pi}_{iооб} + M \sum_{j=1}^{n_2} \vec{E}_j + M \sum_{i=1}^{n_3} \vec{\Pi}_{cm}(x, z, P_i, \theta_j) + \\
& + M \sum_{i=1}^{n_4} \vec{D}(x, z, P_i, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_5} \vec{H}(x, z, P_i, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_6} \vec{T}(x, z, P_i, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{12}} \vec{\Pi}_{\Delta}(x, z, P_i, \theta_j) + \\
& + M \sum_{i=1}^{n_{13}} \vec{\Pi}_{щпв}(x, z, P_i, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{14}} \vec{H}(x, z, P_i, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{16}} \vec{\Pi}_{\Delta x}(z, P_i, \theta_j) + \\
& + M \sum_{i=1}^{n_{17}} \vec{\Pi}_{\Delta z}(x, P_i, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{19}} \vec{\Pi}_{щпв \Delta x}(z, P_i, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{20}} \vec{\Pi}_{щпв \Delta z}(x, P_i, \theta_j) + \\
& + M \sum_{i=1}^{n_{21}} \vec{\Gamma}_{H'x}(x, z, P) + M \sum_{i=1}^{n_{24}} \vec{\Gamma}_{H'z}(x, z, P) + M \sum_{i=1}^{n_{26}} \vec{\Gamma}_{H' \Delta x}(x, z, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{27}} \vec{\Gamma}_{H' \Delta z}(z, z, \theta_j) + \\
& + M \sum_{i=1}^{n_{31}} \vec{H}_{\Delta x}(P_i) + M \sum_{i=1}^{n_{32}} \vec{H}_{\Delta z}(P_i) + K_{дем}^{cut}(L, D) \cdot M \sum_{i=1}^{n_{36}} \vec{D}_{xc}(P_i) + K_{дем}^{cut}(L, D) \cdot M \sum_{i=1}^{n_{37}} \vec{D}_{zc}(P_i) + \\
& + K_{дем}^{memn}(L, D) \cdot M \sum_{i=1}^{n_{38}} \vec{D}_{xc}(\theta_j) + K_{дем}^{memn}(L, D) \cdot M \sum_{i=1}^{n_{39}} \vec{D}_{zc}(\theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{41}} \vec{H}_x^{cut}(x, z, P_i) + \\
& + M \sum_{i=1}^{n_{42}} \vec{H}_z^{cut}(x, z, P_i) + M \sum_{i=1}^{n_{43}} \vec{H}_x^{memn}(x, z, \theta_j) + M \sum_{i=1}^{n_{44}} \vec{H}_z^{memn}(x, z, \theta_j) + \\
& + M \sum_{i=1}^{n_{45}} \vec{H}_x^{износ}(x, z, h_r) + M \sum_{i=1}^{n_{46}} \vec{H}_z^{износ}(x, z, h_r).
\end{aligned}$$

$M \sum_{i=1}^{n_{10}} \vec{K}_{т.о.}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор корекції траєкторії руху формотворного ріжучого інструменту, пов'язаний з компенсацією похибок технологічного оснащення;

$\sum_{i=1}^{n_1} \vec{\Pi}_{iооб}$ – сумарний вектор відхилення точностних параметрів (розміру обробки);

$\sum_{j=1}^{n_2} \vec{\Pi}_{cm}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор похибок обробки, пов'язаних з верстатом;

$\sum_{i=1}^{n_4} \vec{D}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор похибок обробки, пов'язаних з деталлю;

$\sum_{i=1}^{n_5} \vec{H}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор похибок обробки, пов'язаних з інструментом;

$\sum_{i=1}^{n_6} \vec{T}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор похибок обробки, пов'язаних з технологічним оснащенням;

$\sum_{j=1}^{n_{12}} \vec{\Pi}_{\Delta}(x, z, P_i, \theta_j)$ X, Z – сумарний вектор позиційних відхилень від прямолінійності переміщень виконавчого робочого органу верстата в напрямку осей координат при його силовому і температурному навантаженні;

$\sum_{j=1}^{n_{13}} \vec{\Pi}_{щпв}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор позиційних відхилень переміщень виконавчого робочого органу верстата, пов'язаних з похибкою відліків переміщень в

системі ЧПУ при нерівномірному зносі ходових гвинтів і кулькових гвинтових пар в приводах подач;

$\sum_{j=1}^{n_{14}} \vec{G}_{II}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор похибок, пов'язаний з переміщеннями інструментальної револьверної головки верстата при її навантаженні.

$\sum_{j=1}^{n_{15}} \vec{III}(x, z, P_i, \theta_j)$ – сумарний вектор по-похибкою, пов'язаний зі зміщенням шпиндельного вузла верстата при його навантаженні.

де $K_{дет}^{сил} (L, D), K_{дет}^{тем} (L, D)$ – емпіричні поправочні коефіцієнти, що враховують величини і співвідношення діаметральних (D) і довжинових (L) розмірів деталей;

$\sum_{i=1}^{n_{16}} \vec{D}_{xc}(P_i), \sum_{i=1}^{n_{17}} \vec{D}_{zc}(P_i)$ – постійні складові сумарних векторів відхилень положення деталі, обумовлені її силовим навантаженням (наведені до системи координат верстата);

$\sum_{i=1}^{n_{16}} \vec{D}_{xc}(P_i), \sum_{i=1}^{n_{17}} \vec{D}_{zc}(P_i)$ – постійні складові сумарних векторів відхилень положення деталі, обумовлені її температурним навантаженням (наведені до системи координат верстата);

$\Delta \vec{D}_{xc}(P_i), \Delta \vec{D}_{zc}(P_i), \Delta \vec{D}_{xc}(Q), \Delta \vec{D}_{zc}(Q)$ – змінні складові сумарного вектора відхилень положення деталі, пов'язані з її силовим і температурним навантаженням.

$M \sum_{i=1}^{n_{15}} \vec{I}_x^{знос}(x, z, h_r), M \sum_{i=1}^{n_{16}} \vec{I}_z^{знос}(x, z, h_r)$ – постійні складові сумарних векторів відхилення положення ріжучого інструменту, пов'язані із зносом його ріжучої частини;

$\vec{\Delta I}^{сил}_z, \vec{\Delta I}^{знос}_x, \vec{\Delta I}^{знос}_z, \vec{\Delta I}^{тем}_x, \vec{\Delta I}^{тем}_z$ – змінні складові сумарних похибок, пов'язані з силовим і температурним навантаженням, а так само зносом ріжучої частини інструменту.

У третьому розділі розроблено систему різання і проведено оперативну діагностику навантаження різального інструменту у процесі обробки на токарних верстатах з ЧПУ. Розроблено математичну модель оброблюваності різанням, що дозволяє з урахуванням поточних змін величини фаски зносу по задній грані ріжучого інструменту встановлювати поєднання швидкостей різання і товщини зрізу при точінні, щоб забезпечити підтримку режиму сталості величини коефіцієнта усадки стружки і, відповідно, деформаційних, силових і температурних параметрів, тобто контактних напружень і температур, що забезпечує підвищення надійності прогнозування експлуатаційного ресурсу (періоду стійкості) ріжучого інструменту при точінні на токарних верстатах з ЧПУ.

$$V = \frac{C_v \cdot \omega}{a} \left[\left(\frac{(c_0 \times \rho_0)}{\xi^{0.1} (\xi - 2 \operatorname{tg} \gamma) + \frac{2}{\cos \gamma}} \right) + \left(\frac{\theta}{q_N + q'_F \cdot \Delta \left[\xi^{0.1} (\xi (1 - 2 \operatorname{tg} \gamma) + \frac{2}{\cos \gamma}) \right]} \right) \right]^n$$

де q'_F - дотичні контактні напруги на фасці зносу по задній поверхні інструменту.

Адекватність розробленої моделі оброблюваності різанням підтверджується збіжністю з даними проф. А.Д. Макарова, а також при порівнянні з експериментальними даними, отриманими при дослідженнях оброблюваності різанням жароміцних матеріалів.

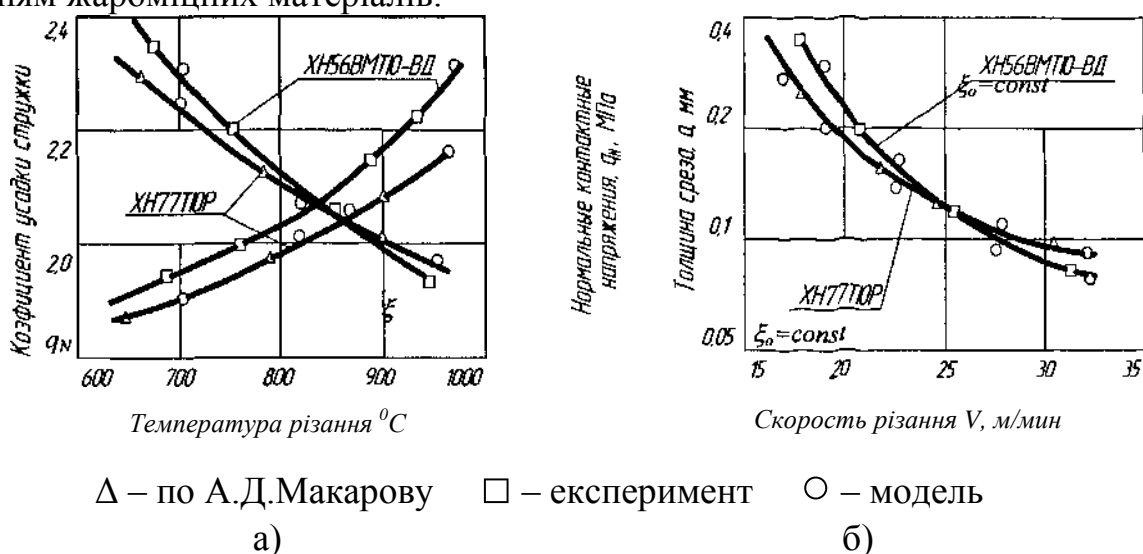


Рис.1 - Залежності контактних навантажень (q_N) і деформацій зрізаемого шару (ξ) від температури різання θ (а) і поєднань товщин зрізу a і швидкостей різання V (б) при точінні сплавів ХН77ТЮР і ХН56ВМТЮ-ВД в режимі $\xi_0 = const$

Розроблено оригінальні пристрої для оперативного контролю параметрів деформацій зрізаемого шару температури різання при точінні, що дозволяють визначати поточні зміни названих вище параметрів з введенням даних в PCNC і оперативної корекцією режимів різання безпосередньо в процесі точіння на токарних верстатах з ЧПУ, оснащених ІСДУ.

При точінні на токарних верстатах з ЧПУ, оснащених ІСДУ, визначення складових сили різання за величиною неузгодженості положення в слідкуючих приводах в поєднанні з контролем величин коефіцієнта усадки стружки і термоЕРС різання дозволяє з урахуванням силових, температурних і деформаційних параметрів процесу різання реалізувати ефективні алгоритми управління режимами обробки з внесенням оперативних корекцій по поточних змін параметрів зносу ріжучого леза, що забезпечує найбільш раціональне використання експлуатаційного ресурсу ріжучого інструменту.

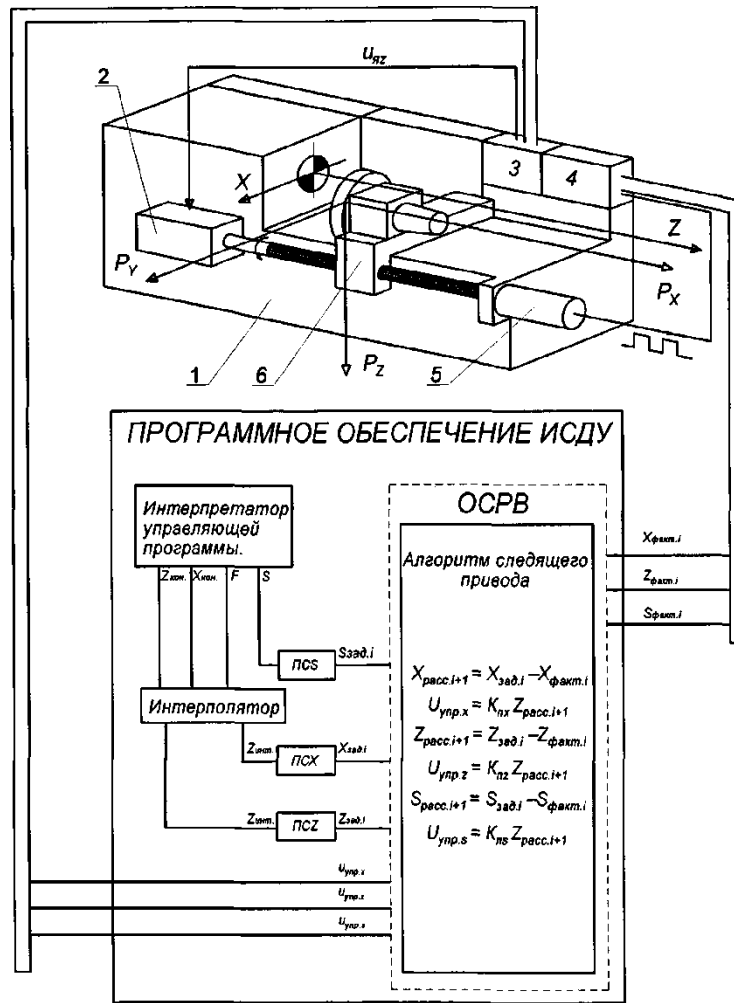


Рис. 2 – Структурна схема слідкуючого приводу.

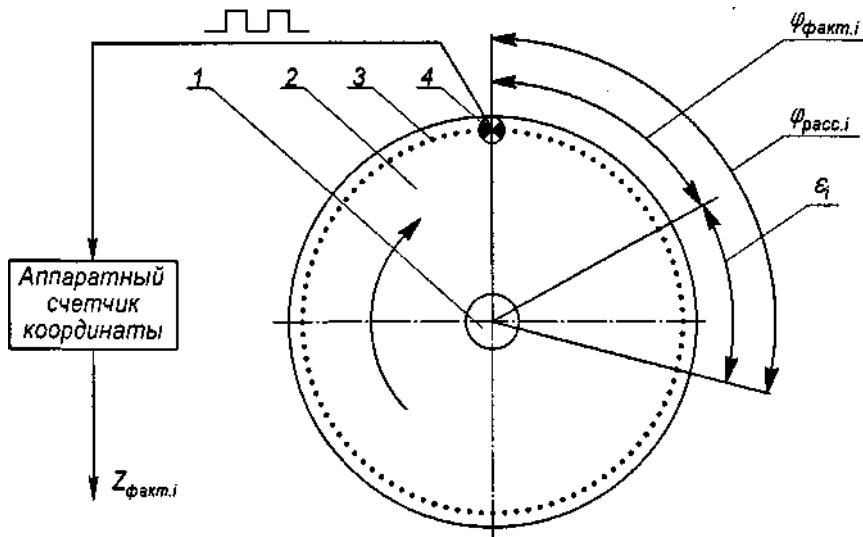


Рис. 3– Схема роботи кругового датчика положення

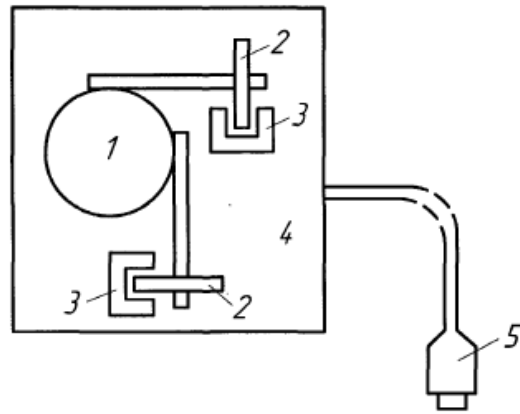


Рис. 4- Принципова схема механічного маніпулятора «mouse»

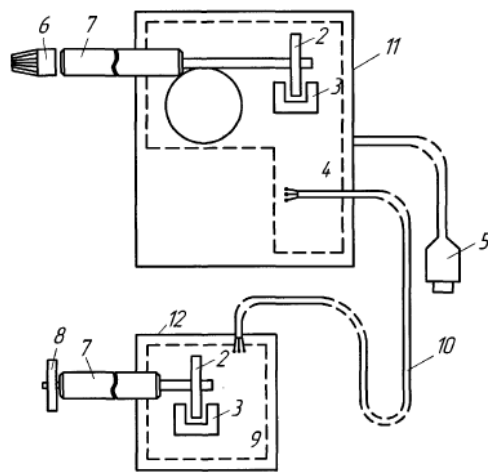
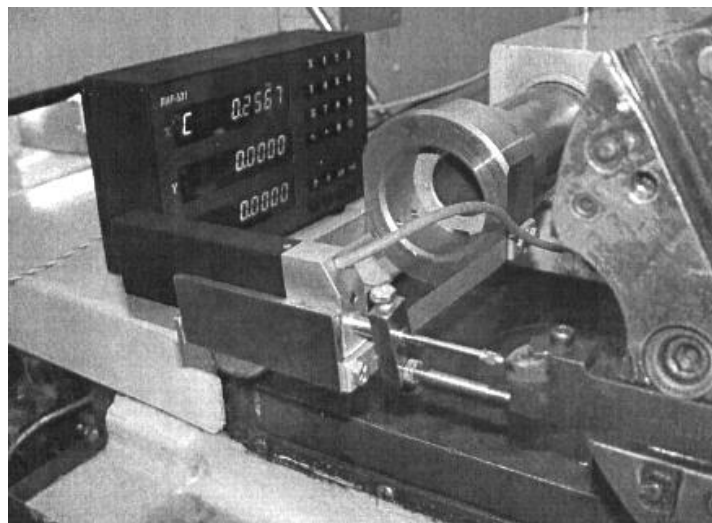


Рис. 5 - Принципова схема пристрою для визначення коефіцієнта усадки стружки на основі механічного маніпулятора «mouse»



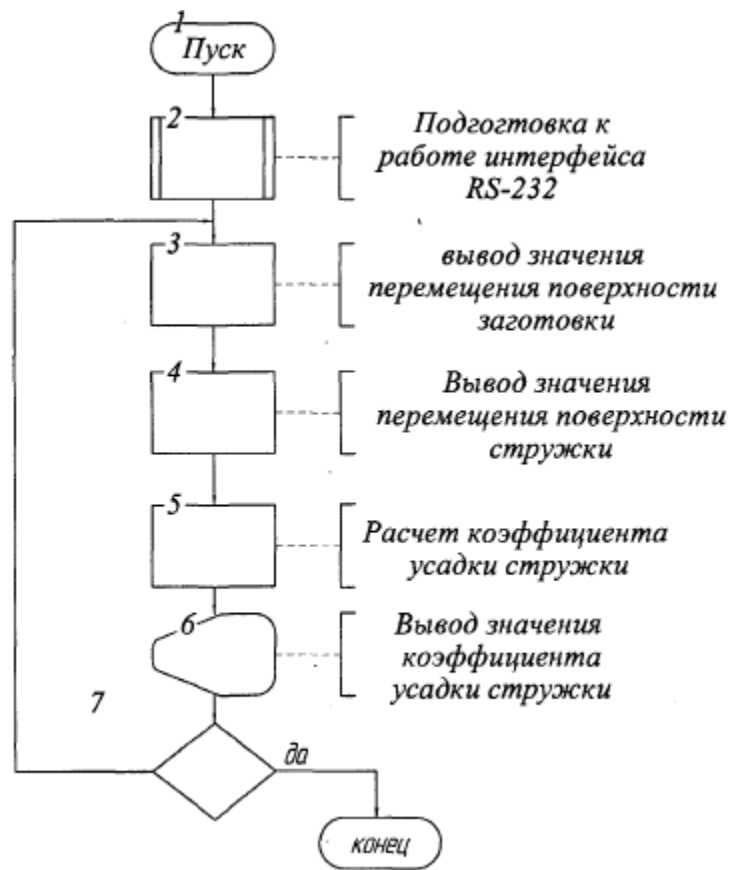


Рис. 6 - Блок-схема драйвера пристрою для вимірювання коефіцієнта усадки стружки

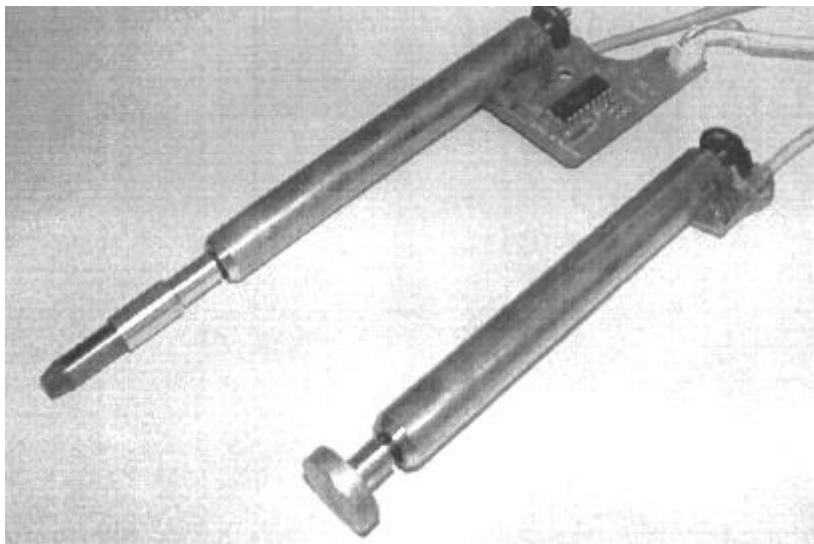


Рис. 7 - Пристрій для визначення коефіцієнта усадки стружки на базі маніпулятора «mouse»

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Науково обґрунтована і експериментально підтверджена ефективність використання інтегрованих систем діагностики та управління для підвищення точності і продуктивності механічної обробки на токарних верстатах з ЧПУ в умовах значної виробки їх точностного експлуатаційного ресурсу.

2. Розроблено оригінальні методики, установки і технологічно орієнтований програмно-апаратний комплекс діагностики і управління обробкою, а також інтерфейс оператора токарного верстата з ЧПУ, оснащеного системою програмного керування типу PCNC, що реалізують діагностику МС та системи різання, корекцію траєкторій руху формотворного ріжучого інструменту, що компенсує деформації і переміщення елементів ТС, а також реалізацію корекцій режимів різання при точінні на верстатах з ЧПУ.

3. Запропонована математична модель оброблюваності різанням з урахуванням умов точіння на верстатах з ЧПУ дозволяє з урахуванням зміни поточних деформаційних, силових і температурних параметрів підтримувати сталість величин контактних напружень і температур на робочих поверхнях інструменту, стабільність якості формованого поверхневого шару при підвищенні надійності прогнозування експлуатаційного ресурсу ріжучого інструменту. При цьому використання ІСДУ забезпечує можливість введення додаткових корекцій траєкторій руху формотворного ріжучого інструменту, що компенсують поточні зміни складових сили різання.

4. Розроблено оригінальні пристрої для оперативної діагностики системи різання і оригінальні конструкції збірного ріжучого інструменту підвищеної міцності і працездатності, використання яких підвищує ефективність обробки на токарних верстатах з ЧПУ при значній виробленні їх експлуатаційного ресурсу.

5. Інтегровані системи діагностики і управління в поєднанні з програмно-апаратним комплексом обробки на токарних верстатах з ЧПУ і інтерфейсом оператора при порівняно невеликих витратах на реновації та переоснащення верстатів системами програмного управління типу PCNC дозволяють формувати на підприємствах бази даних діагностики з метою ефективного завантаження і експлуатації верстатного парку в умовах виробництва, а також реалізувати найбільш повне використання експлуатаційного точностного ресурсу технологічного обладнання та раціональне використання ріжучого інструменту при забезпеченні стабільності якості і найбільшою для конкретних умов техніко-економічної ефективності обробки.

АНОТАЦІЯ

Сорока А.Ю. Підвищення надійності процесу обробки на важких верстатах шляхом визначення раціональних параметрів різання

Магістерська робота за спеціальністю: 8.05050301

Представлена модель, структура, програмно-апаратне забезпечення інтегрованої системи діагностики і управління процесами обробки на токарних верстатах з ЧПУ. Представлена система різання і оперативна діагностика навантаження ріжучого інструменту в процесі обробки на токарних верстатах з ЧПУ, визначені складові сили різання по неузгодженості положення в слідкуючому приводі верстата, описані пристрої для оперативної діагностики режимів силового і температурного навантаження ріжучого інструменту.

АННОТАЦИЯ

Сорока А.Ю. Повышение надежности процесса обработки на тяжелых станках путем определения рациональных параметров резки

Магистерская работа по специальности 8.05050301

Представленная модель, структура, программно-аппаратное обеспечение интегрированной системы диагностики и управления процессами обработки на токарных станках с ЧПУ. Представлена система резания и оперативной диагностики нагрузки режущего инструмента в процессе обработки на токарных станках с ЧПУ, определены составляющие силы резания по несогласованности положения в следящих приводах станка, описаны устройства для оперативной диагностики режимов силового и температурного нагружения режущего инструмента.

ABSTRACT

Soroka A.Y. Improve the reliability of the machining process on heavy machine tools by determining the rational cutting parameters

Master's work in the field: 8.05050301

The model, structure, software and hardware of the integrated system of diagnostics and control of processing processes on CNC turning lathes are represented. The system of cutting and operative diagnostics of the load of a cutting tool in the process of processing on CNC turning machines is presented, components of cutting forces are determined due to inconsistency of position in the following drive of the machine, the devices for operative diagnostics of the modes of power and temperature loading of a cutting tool are described.