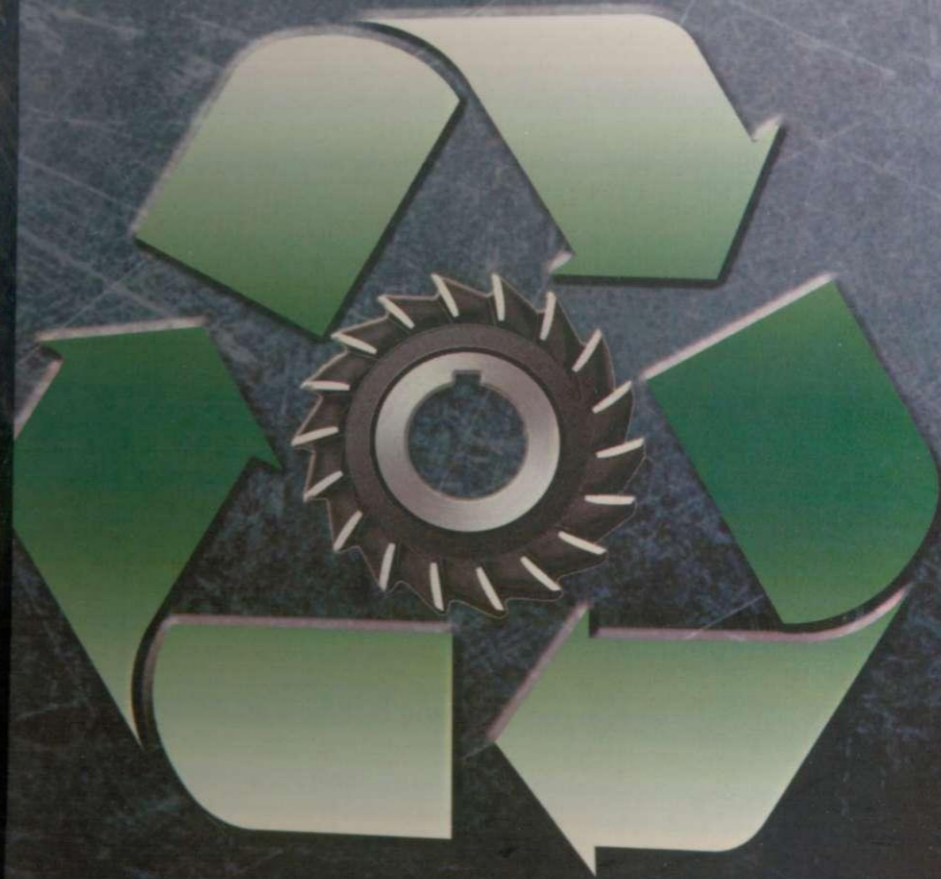


Ресурсозбереження
фрезерного обладнання:
теорія та практика



Ресурсозбереження фрезерного обладнання: теорія та практика

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Г. С. Тимчик
В. І. Скицюк
Т. Р. Клочко

**Ресурсозбереження фрезерного обладнання:
теорія та практика**

Монографія

Рекомендовано Вченою радою НТУУ «КПІ»

Київ
НТУУ «КПІ»
2014

УДК 621.9.06+621.914
ББК 34.63-5
Т41

*Рекомендовано Вченою радою НТУУ «КПІ»
(Протокол № 7 від 24.06.2014р.)*

Рецензенти:

В. М. Шаранов, д-р техн. наук, проф.,
Заслужений діяч науки і техніки України,
Черкаський державний технологічний університет

В. О. Румбешта, д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Тимчик Г. С.

Т41 Ресурсозбереження фрезерного обладнання: теорія та практика: монографія / Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, Т. Р. Клочко. - К. : НТУУ «КПІ», 2014. - 264 с. - Бібліогр. : с. 246-263. ISBN 978-966-622-641-2

Створено теоретичні засади збереження ресурсу та підтримки належної точності роботи зношеного металообробного обладнання, на підставі яких запропоновано низку нових методик для визначення похибок роботи зношених верстатів із ЧПК різних типів, які надають можливості підвищення ресурсу роботи та необхідної точності виготовлення деталей. Запропоновано засади створення нових автоматизованих комплексів, які підвищують продуктивність роботи технологічного металообробного обладнання у сучасному приладобудівному виробництві під час виготовлення деталей надточних приладів. Результати роботи мають наукову і практичну цінність для освітніх установ, які зорієнтовані на підготовку фахівців у галузі технології надточного приладобудування, для спеціальних курсів підвищення кваліфікації фахівців на виробництві галузі надточного приладобудування.

Для наукових та інженерно-технічних працівників, студентів старших курсів вищих навчальних закладів відповідно та інженерно-технічного напрямку з фаху технології приладобудування для підприємств України.

УДК 621.9.06+621.914
ББК 34.63-5

ІЗВК 978-966-622-641-2

© Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк,
Т. Р. Клочко, 2014
© НТУУ «КПІ» (ПБФ), 2014

ПЕРЕДМОВА

Результати проведених теоретичних досліджень надали підстави запропонувати засади функціонування нових автоматизованих комплексів, які підвищують продуктивність роботи технологічного металообробного обладнання в сучасному приладобудівному виробництві. У роботі окреслено необхідні умови для застосування створених контрольно-вимірювальних засобів підтримки точності зношеного обладнання для промислової автоматизації технологічних процесів виготовлення деталей надточних приладів.

Запропонований метод подовження ресурсу роботи обладнання базується на реєстрації моменту торкання інструмента до деталі та вирішує важливу проблему сучасного промислового виробництва. Викладені рекомендації щодо створення принципів дії різального інструмента як елемента вимірювальної системи, які дозволять визначити основні конструктивні особливості побудови нового типу вимірювального інструмента для обробки металів. Новий інтегрований контрольно-вимірювальний інструмент забезпечує підвищення точності вимірювання координат поверхні торкання інструмента до деталі у процесі обробки.

Наведені алгоритми забезпечення процесу вимірювання координат поверхні торкання інструмента до деталі надають можливості подовження ресурсу автоматизованого металообробного обладнання, що досить довгий термін було в експлуатації, для виробництва деталей прецизійних приладів.

Технологічне обладнання групи металообробних верстатів із системами керування типу СІС при виготовленні надточних деталей буде значно ефективнішим при використанні пропонуємої контрольно-вимірювальної системи, що доводить необхідність застосування та впровадження результатів досліджень на виробництві.

Окрім того, результати роботи мають наукову та практичну цінність для освітніх установ, які зорієнтовані на підготовку фахівців у галузі технології надточного приладобудування, для спеціальних курсів підвищення кваліфікації фахівців на виробництві галузі надточного приладобудування.

ЗМІСТ

	стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ РЕСУРСУ ТА КОНТРОЛЮ ТОЧНОСТІ РОБОТИ ВЕРСТАТІВ У ГНУЧКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	17
1.1. Аналіз чинників, що впливають на якісні показники кінцевого продукту механічної обробки	17
1.2. Аналіз методів підвищення ресурсу металообробного обладнання	19
1.2.1. Точність технологічного обробного обладнання	21
1.2.2. Точність системи керування. Основні помилки інтерполятора та режиму інтерполяції	22
1.2.3. Сталі похибки, що створені внаслідок налагодження технологічного процесу	23
1.2.4. Плинні похибки виробництва, залежні від якості технологічного устаткування	24
1.3. Аналіз приладів контролю точності виконання деталей у процесі обробки металу	26
1.4. Порівняльний аналіз методів і приладів контролю точності роботи верстатів із ЧПК	28
1.4.1. Загальні підходи до підвищення точності виготовлення деталей приладів у промисловому виробництві	35
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	42
РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ МОРФОЛОГІЇ ПОВЕРХНІ ТОРКАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ДО ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ	43
2.1. Фізико-технологічні ознаки морфології поверхні торкання різального інструмента і деталі	44
2.1.1. Фізична модель поверхні після технологічної обробки	48
2.1.1.1. Аналітична модель поверхні деталі після токарної обробки	53

2.1.1.2. Моделювання параметрів поверхні після шліфувальних операцій	60
2.1.1.3. Моделювання параметрів поверхні після фрезерних операцій обробки металу	62
2.2. Технологія торкання технологічних об'єктів у процесі металообробки	64
2.3. Загальні принципи дії різального інструмента як елемента контрольно-виміральної системи	65
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	75
РОЗДІЛ 3. АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ТОЧНОСТІ ВВЕДЕННЯМ ЗВОРТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ	76
3.1. Зона присутності абстрактної сутності та технологічного об'єкта	77
3.1.1. Вплив панданної зони технологічного об'єкта на стабільність реєстрації зони присутності	77
3.1.2. Джерела створення електромагнітної зони присутності технологічних об'єктів	81
3.1.3. Природні джерела електромагнітного поля	86
3.1.4. Чинники виникнення змінної електрорушійної сили у системі технологічного обладнання	89
3.1.5. Підгрунття утворення змінної електрорушійної сили та межі можливостей її реєстрації	91
3.2. Ефект дуальності поверхні торкання та його вплив на точність визначення координати	93
3.2.1. Засади дуальності координати, залежні від параметрів системи контролю торкання	95
3.2.2. Дуальність координат рушійних систем металообробного верстата	99
3.3. Загальна концепція векторної похибки у обробляючому просторі верстата	ПО
3.4. Вплив зворотнього зв'язку в системі функціональної діагностики стану технологічного обладнання	115
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	120

РОЗДІЛ 4. ПРИНЦИПИ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ОБРОБНЕ ОБЛАДНАННЯ ПРИ РІЗНИХ ТИПАХ ТОРКАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	ш
4.1. Руйнуюче торкання технологічних об'єктів	121
4.1.1. Руйнуюче торкання за симетричного способу руху	122
4.1.2. Руйнуюче торкання за відтяжного способу руху	124
4.1.3. Руйнуюче торкання за відскочного способу руху	131
4.2. Підвищення швидкості подачі при визначенні координати поверхні інструментом, що обертається	134
4.3. Динамічні навантаження на різальний інструмент при швидкісному кроковому врзанні	139
4.3.1. Врзання циліндричною частиною різального інструмента	139
4.3.2. Силкові навантаження при врзанні торцевою частиною фрези	148
4.4. Пружні деформації технологічної обробної системи при швидкісному кроковому врзанні	149
4.4.1. Основні типи деформацій заготовки	151
4.4.2. Пружні деформації верстата і різального інструмента	154
4.4.2.1. Вигин інструмента під дією сили різання	155
4.4.2.2. Контактні деформації в стиках	156
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4	159
РОЗДІЛ 5. АЛГОРИТМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАТИ ТОРКАННЯ РІЗЬНОГО ІНСТРУМЕНТА ДО ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ	{60
5.1. Інформаційне забезпечення роботи	160
5.2. Загальний алгоритм роботи системи контролю торкання у складі технологічного комплексу при виконанні обробки металу	162
5.3. Алгоритми забезпечення контролю роботи системи контролю торкання	164
5.4. Алгоритм роботи «Торкання» системи контролю	168
5.5. Алгоритм роботи «Крок-вимірювання» системи	170
5.6. Алгоритми функціонування АНБ-Т у складі системи ЧГЖ типу СИС	171
5.7. Методика врахування пружних деформацій системи технологічного обладнання, не охоплених зворотнім зв'язком	175

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5	176
РОЗДІЛ 6. ПОБУДОВА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТОРКАННЯ ДЛЯ ЗНОШЕНОГО МЕТАЛООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ	1 у?
6.1. Методика дослідження зони присутності технологічного об'єкту	177
6.2. Методика досліджень поля похибок позиціонування технологічних об'єктів	183
6.3. Вибір верстатного обладнання для виконання дослідних робіт	194
6.4. Апаратне забезпечення дослідів. Принципи побудови системи реєстрації торкання та її периферійних модулів	197
6.4.1. Активні та пасивні нульові бази та методика їх використання у дослідних роботах	209
6.4.2. Узагальнена методика роботи комплексу при проведенні дослідних робіт	210
6.4.3. Методика дослідження точності позиціонування різального інструмента на фрезерних верстатах та ОЦ	215
6.5. Методики проведення експериментальних робіт із дослідження стану обробного обладнання	216
6.5.1. Методика проведення контролю геометричних руйнацій робочої поверхні стола	217
6.5.1.1. Результати дослідження зонної точності верстатів із системою керування ЧПК	219
6.5.1.2. Результати дослідів із вимірювання руйнації робочого столу фрезерного верстата 2С150 ПМФ4	225
6.5.1.3. Результати досліджень глибини руйнацій при негативних технологічних процесах	229
6.5.2. Методика проведення контролю люфтів за координатними осями верстата	231
6.5.3. Методика визначення жорсткості верстата	232
6.5.4. Методика визначення зносу різального інструмента	235
6.6. Практичне застосування системи контролю торкання в умовах сучасного виробництва	237
6.7. Методика підтримки точності верстатів із системою ЧПК при застосуванні системи контролю торкання	239
6.7.1. Вимоги до механічної частини верстата	239

6.7.2. Вимоги до розташування периферійних модулів електромагнітних відчутників у складі верстата	240
6.7.3. Вимоги до узгодження системи контролю торкання із системою керування СЖ)	241
6.7.4. Вимоги до алгоритмічного забезпечення роботи системи контролю торкання із системою верстата	242
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6	244
ПІСЛЯМОВА	245
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	246

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

АВГ	- активна вимірювальна головка.
АНБ	- активна нульова база.
АЧТД	- активний чутник торкання деталі.
АЧТІ	- активний чутник торкання інструмента.
ВГ	- вимірювальна головка.
ГВС	- гнучка виробнича система.
ЕМП	- електромагнітне поле.
ЕМВ	- електромагнітне випромінювання.
ЕРС	- електрорушійна сила
ЗП	- зона присутності.
ОВ	- об'єкт вимірювання.
ОЦ	- обробний центр.
ПЗ	- панданна зона.
ПНБ	- пасивна нульова база.
ПЧТД	- пасивний чутник торкання деталі.
ПЧТІ	- пасивний чутник торкання інструмента.
РІ	- різальний інструмент
СКТ	- система контролю торкання.
СМР	- субмікроскопічний рельєф.
ТЕРС	- термоелектрорушійна сила.
ТО	- технологічний об'єкт.
ТОС	- технологічна обробна система «верстат-приспособлення-інструмент-деталь».
ТП	- технологічний процес.
ТФ	- технологічний фантом
ЧЕ	- чутливий елемент.
ЧПК	- числове програмне керування.
СИС	- сотршег пшпегісаі сопігої

Яа - середнє арифметичне відхилення профілю
 У_{кк} - висота *k*-го найбільшого виступу профілю;
 У_{щк} - висота *k*-ої найбільшої западини профілю.
 А_к - амплітуда *k*-ої точки шорсткості поверхні

T - період функції
 ω - кутова швидкість обертання інструмента (або деталі)
 K - радіус циліндричної панданної зони інструмента (або деталі)
 ρ - щільність електричного струму
 X - питома електропровідність матеріалу
 μ - магнітна проникність матеріалу
 μ_0 - магнітна стала
 V - вектор магнітної індукції
 H - вектор напруженості магнітного поля
 B - індуктивність обмотки відчутника
 K^a - активний опір навантаження
 C_0 - особиста ємність
 q - заряд
 E - вектор напруженості електричного поля
 E_s - напруженість поля сторонніх сил
 $\sigma_{шфп(0)}$ - функція шорсткості
 r_0 - радіус ідеальної деталі, тобто при практично дзеркальній поверхні;
 r_{max} - радіус деталі на максимальній висоті виступів шорсткої поверхні;
 θ , - кут плинної координати неоднорідності, під яким відбивається акустична хвиля
 t - час аналізу на торкання, закладений у систему керування технологічним обладнанням;
 λ_c - критична довжина шляху, коли інструмент обов'язково повинен торкатися поверхні деталі.
 HI - діюча висота іоносфери
 I_0 - залишкова стала струму,
 $I_{\text{ср}}$ - комплексний струм від зони різання
 I_0 - щільність струму у початковий момент часу $t = 0$
 $D_{M, \dots}$ - модуляційна функція верстата
 $D_{M(обр)}$ - функція модуляції у зоні металообробки
 T - ϵ час, необхідний для створення команди реверсу руху при торканні;
 T - час, необхідний для створення команди реверсу руху при неторканні.
 V - максимально можлива швидкість руху ЧЕ;
 k^a - коефіцієнт мінімально можливої швидкості ЧЕ

$K^i(I)$ - уявні координати деталі, які зберігаються у пам'яті СІЧС;
 $K_{\text{ц}}(B)$ - реальні координати деталі після виготовлення у робочому просторі верстата.
 $f^i(\text{Я})$ - реальна функція координатного рушія деталі у розімкненому стані;
 $K^a(\Pi)$ - уявна функція координатного рушія деталі із відповідними корекціями;
 $A_{\text{Гр}}(\Pi)$ - реальна функція координатного рушія інструмента у розімкненому стані;
 $K^i(\Pi)$ - уявна функція координатного рушія інструмента з відповідними корекціями;
 $K_{\text{іХК}}$ - реальна функція чутника торкання;
 $K_{\text{ц}}(\Pi)$ - уявна функція чутника торкання.
 n^b - число обертів фрези за хвилину;
 z^b - число зубів фрези.
 H^b - величина врізання, мм;
 $v_{\text{Ів}}$ - швидкість врізання, мм/хв
 $\delta_{\text{ш}}^?$ - вигин інструмента під дією сили різання;
 $\delta_{\text{д}}^b$ - контактна деформація в стику інструмент-втулка;
 $\delta_{\text{аеі}}^b$ - контактна деформація в r -му стику втулка-втулка (при використанні для установки фрези в шпindelь більш однієї перехідної втулки);
 $\delta_{\text{го}}^b$ - контактна деформація в стику втулка-шпindelь.

ВСТУП

Машинобудування є базовою галуззю виробництва в усьому світі, оскільки створення нових виробів у будь-якій галузі потребує механічної обробки матеріалів і заготовок.

Основним завданням кожного технологічного процесу виготовлення виробів є забезпечення їхньої якості за умови досягнення найменшої собівартості та найменших витрат природних ресурсів. До сучасних виробів, виходячи з їхнього призначення, висувають постійно зростаючі вимоги до підвищення їхньої якості, особливо до однієї з його складових - точності. Точність є необхідною не тільки для безпосереднього виконання виробами свого прямого призначення, але є однією із передумов їхньої тривалої експлуатації. Для цього у виробках створюється так званий «запас точності», який призначен для компенсації фізичного зносу, що виникає у виробках у процесі експлуатації.

Підвищення точності виготовлення деталей на кожній з операцій технологічного процесу дозволяє значно підвищити продуктивність на наступній операції внаслідок менших відхилень припуску на опрацювання. Точність виробу в цілому і зберігання її у процесі експлуатації значною мірою залежать від якості деталей, що складають виріб. Якість деталей характеризується точністю, фізико-механічними властивостями матеріалу, станом поверхневого прошарку матеріалу і другими показниками.

Технічний прогрес і розвиток усього суспільства призвели до швидкої зміни номенклатури та якості продукції, яка випускається, і вимагають створення високоточного, високопродуктивного та швидко налаштовуемого механообробного устаткування, що працює в автоматичному або напівавтоматичному режимі. Отже, створення та запровадження верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК) є необхідним напрямком технічного розвитку та універсальним засобом керування верстатами. Його застосовують для всіх груп і типів верстатів. Застосування верстатів із ЧПК дозволило якісно змінити обробку металу, отримати достатньо великий економічний ефект. Проте відсутність засобів поточного контролю не може довести систему технологічного обладнання обробки металів до досконалості. Попри значних досягнень у приладобудівному виробництві залишається актуальною проблема підтримки точності роботи прецизійного обладнання та подовження його ресурсу, що є необхідним для виготовлення високоточних деталей приладів. Традиційне вирішення цієї проблеми введенням коригувальних констант у

систему керування обладнанням не може бути вирішеним з тієї причини, що для підтримки точності необхідно мати їх необмежену кількість, якщо враховувати кожен координату робочого простору обладнання. Як показує практика застосування подібної методики, вона виправдовує себе лише на точностях, не кращих за $10 * 15$ мкм, що є неприйнятним для високоточного приладобудування. Окрім того, існують проблеми виготовлення криволінійних поверхонь високої точності та їх розташування у просторі. Як наслідок, це викликає низку нестандартних задач при програмуванні відносного руху інструмента і деталі.

Сучасний стан металообробного обладнання в Україні значною мірою вже не відповідає вимогам сьогодення. Це, насамперед, залежить від скрутного економічного стану в країні. Крім того, промисловість несе спадкоємність минулих років, яка характеризується уповільненим відновленням. Парк верстатів із точністю позиціонування у 1 мкм, хоч і є досить поширеним, але не відповідає тим вимогам, котрі необхідні для отримання високоточних виробів та деталей. Постійне старіння металообробного обладнання вимагає не менш постійного плинного контролю за точністю виконаних деталей. Таким чином, з одного боку, існує постійно старіюче обладнання, яке втрачає точність роботи з одночасною морально-інтелектуальною деградацією, а, з другого боку, сучасне виробництво вимагає досягнення досить високої точності. Зменшується парк автоматизованого обробного обладнання високої точності, тому актуальним є ресурсозбереження наявного обладнання. Отже, є необхідність у створенні систем контролю точності та подовження ресурсу роботи такого обладнання для виробництва деталей прецизійних приладів. Статистика аварійності на приладобудівних підприємствах доводить, що при поточному технологічному процесі металообробки на кожному підприємстві трапляється приблизно 1,1 випадок серйозних аварій на рік. Кількість невеликих аварійних ситуацій, тобто руйнування інструмента, заготовки, збій роботи верстата тощо взагалі не враховується, але виробник при цьому несе збитки на ремонт та відновлення обладнання. Зазвичай кожна третя-четверта аварія викликає травми оператора. Реакція людини у цьому випадку досить повільна у порівнянні з системами керування обладнанням. Отже, виробник матиме збитки за невиконання техніки безпеки, проблема якої криється у відсутності систем контролю за аварійними ситуаціями. Порівняльний аналіз вартості доводить, що вартість системи контролю менша за лікування оператора та втрати за його відсутності на робочому місці. Здебільшого кожний верстат високої точності (клас П)

знаходиться під контролем служб головного механіка приладобудівного заводу, де повірка кожного верстат відбувається раз на місяць, або частіше. Наявність систем контролю дозволяє безпосередньо оператору ЧЛК виконувати цю технологічну операцію, не турбуючи служби головного механіка, а це є пряме скорочення витрат на обслуговування. Виготовлення подібних систем контролю є дуже вигідною справою з економічного погляду, оскільки продукція буде наукоємною і буде давати чималі прибутки, тим більше, що в Україні подібних приладів не виготовляють і не використовують методики захисту. Отже, прилади, що пропонуються, завдяки створеному фізико-математичному забезпеченню контролю відрізняється від зарубіжних систем, в яких це забезпечення відсутнє. Саме завдяки такому фізико-математичному забезпеченню є можливість розробляти нові прилади та системи на відміну від закордонних, а також передбачати напрями їх розвитку і, що головне, перспективних конструкцій.

При більш уважному загальному розгляді цієї проблеми виявляється, що інтелектуально-моральна деградація електронних засобів керування верстатом завдяки широкій кооперації є меншою проблемою, ніж постійний знос та руйнування робочих поверхонь металообробного обладнання. Достатньо зауважити, що на цей час новий верстат середніх розмірів з СМС -системою коштує від 50000 \$ до 150000 \$ США. Із цієї вартості на виготовлення механічної частини верстата припадає 70-80%, а то і більше. Основним чинником цього явища є бурхливий розвиток застосування в електронній промисловості роботів та автоматів, які дозволяють збирати в автоматичному режимі не тільки другорядні електронні плати, але і плати мікропроцесорів. Окрім того, впровадження високої щільності мікроелектроніки дозволяє виконувати деякі функції механічних частин верстата, що призводить до значних економічних вигод. З цим же пов'язаний розвиток у виготовленні мікросхем високої щільності переробки інформації та їх вузька спеціалізація за напрямком роботи.

Окрім того, напрямок виготовлення виробів приладобудування має тенденцію розвитку до компактних розмірів та всебічної мініатюризації. Але поряд з цим необхідно виготовлення і великогабаритних виробів з нових матеріалів та з підвищеною точністю, оскільки ці напрями є залежними від точності обладнання. Якість виготовлення будь-якого виробу є у прямій залежності від точності виконання його механічних деталей. В умовах розвитку автоматизованих виробництв, тобто гнучкого виробництва та автоматичних

ліній із застосуванням верстатів із СІМС, особливої ваги набуває проміжний контроль стану деталі, виробничого інструмента та обладнання.

Виготовлення високоточних деталей на фрезерних верстатах та обробних центрах (ОЦ) є дуже поширеною технологічною операцією в приладобудуванні і дозволяє виконувати величезну кількість різноманітних операцій. Особливо це стосується корпусних деталей, які виготовляються на ББ-верстатах. Водночас, при виготовленні деталей приладобудування вимагають високу точність та високу продуктивність. Ці проблеми вирішуються досить успішно за допомогою прецизійного автоматизованого обладнання.

Розглядаючи функціональну структуру обладнання із системами ЧПК, можна виділити такі частини, які мають плинне моральне та фізичне старіння і вимагають постійного оновлення: механічна частина верстата; електромеханічна та енергетичного забезпечення; система керування типу СІС; програмне забезпечення; периферійні відчутники для збирання необхідної інформації по координатах, стану вузлів і агрегатів. При такому підході до проектних робіт та робіт щодо модернізації із метою підвищення точності досить чітко видно, що структурний розподіл верстата вимагає відповідних специфічних напрямків.

Проблему підвищення ефективності технологічних процесів обробки і поліпшення якості продукції найбільш успішно можна вирішити шляхом створення і впровадження методів і систем контролю якості виробничого обладнання. Водночас, важливою проблемою є подовження ресурсу високоточного обладнання для підвищення можливостей та економічної ефективності промислового виробництва. Реалізація таких методів і систем особливо важлива для приладобудування, де вимоги до високої точності кінцевого продукту в багатьох випадках отримують першорядне значення.

Узагальнюючи вище сказане необхідно зауважити, що якість будь-якого технологічного процесу і, як наслідок, кінцевого виробу залежить від міри відхилення цього процесу від запланованого. Для підтримання належної якості технологічного процесу необхідне постійне спостереження за станом інструмента, деталі, верстатів та іншого технологічного обладнання. Такому контролю підлягають: плинний стан інструмента, деталі, обладнання та верстатів, а також межовий контроль стану інструмента, деталі, обладнання та верстатів. Основними параметрами, котрі підлягають постійному плинному контролю, це контроль розміру виробу та розміру зносу інструмента, та значних відхилень цих параметрів від монотонних змін на загальному тлі.

Вимоги сьогодення до високої точності деталей сучасних приладів, підвищення продуктивності виробничих процесів при зростанні складності виготовлення деталей і виробів доводять виникнення проблеми підвищення точності та стабільності роботи фрезерних верстатів із ЧПК як безумовно актуальну. Особливо це необхідно при зношеному наразі парку обробних верстатів України.

Отже, необхідною задачею сучасного приладобудування є розробка системи торкання при надвисокій швидкодії інструмента до поверхні деталі при виготовленні високоточних деталей приладів на засадах обробки інформативних параметрів електромагнітних полів обладнання (як найбільш чутливих до змін стану технологічного обладнання) та реалізації зворотного зв'язку.

У зв'язку із цим необхідно вирішити наступні наукові задачі, які дозволять здійснити підвищення точності та продуктивності верстатів із ЧПК фрезерної групи та обробних центрів. Це може бути зроблено на підставі порівняльного аналізу найбільш розповсюджених способів руху при торканні різальним лезом інструмента до поверхні деталі та визначення найбільш оптимальних варіантів з огляду на отримання якості формотворення прецизійної деталі. Отже, необхідно розробити теоретичні передумови отримання високої точності та продуктивності внаслідок використання інструмента в мережі зворотного зв'язку, а також створити узагальнені формалізовані моделі процесу руйнуючого торкання, аналітичні моделі процесу отримання точності виготовлення деталей у металообробці на обладнанні з ЧПК типу СБТС. Водночас, на підставі аналізу існуючих методів та пристроїв контролю стану зношеного металообробного обладнання можна створити функційні схеми автоматизованих систем і пристроїв контролю стану виготовлення деталі, а також класифікувати критерії якості роботи технологічного металообробного обладнання та контрольно-вимірювальних систем, перспективною задачею є розроблення принципової схеми реалізації розширеної мережі зворотного зв'язку для отримання високої точності та продуктивності.

Отже, запропоновано комплексні заходи та рекомендації, що дозволяють провести модернізацію існуючого технологічного обладнання з обробки металу для досягнення більш високих параметрів точності виготовлення прецизійної продукції підприємств приладобудування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Балакшин, Б.С. Основн технологии машиностроения [Текст] / Б.С. Балакшин. - М.: Машиностроение, 1966. - 556 с.
- 2 Тепинкичиев, В.К. Металлорежущие станки [Текст] / В.К. Тепинкичиев, Л.В. Красниченко, А.А. Тихонов, Н.С. Колев. - М.: Машиностроение, 1970.-464 с.
- 3 Бочков, В.М. Обладнання автоматизованого виробництва [Текст] / В.М. Бочков, Р.І. Сілін. - Львів: Видавництво Державного університету "Львівська політехніка", 2000. - 380 с.
- 4 Основы технологической подготовки производства приборов; под общ. ред. В.А.Остафьева [Текст]. - К.: Вища школа, 1977. - 172 с.
- 5 Ковшов, А.Н. Технология машиностроения [Текст] / А.Н. Ковшов. - М. Машиностроение, 1987. - 320 с: ил.
- 6 Лещенко, В.А. Станки с числовым программным управлением [Текст] / В.А. Лещенко, Н.А. Богданов и др. - М.: Машиностроение, 1988. - 568 с.
- 7 Кузнецов, Ю.Н. Станки с ЧПУ [Текст] / Ю.Н. Кузнецов. - К.: Вища шк., 1991.-287с.
- 8 Справочник по промышленной робототехнике [Текст]: в 2-х кн. Кн.1; под ред. П.И. Нофа; пер. с англ. Д.Ф. Миронова и др. - М.: Машиностроение, 1989. - 480 с: ил.
- 9 Алексеев, А.Н. Ремонт станков. Теория и реализация САПР [Текст] / А.Н. Алексеев. - К.: ИСМО, 1998. - 280 с.
- 10 ДСТУ 2926-94 „Системи якості. Комплекси керування якістю системні технологічні. Основні положення." [Текст]
- 11 ДСТУ 2927-94 „Системи якості. Комплекси керування якістю системні технологічні. Загальні вимоги до інформаційно-технологічних моделей керування якістю." [Текст]
- 12 Феофанов, А.Н. Исследование координатно-силовых столов автоматических линий и агрегатных станков [Текст] / А.Н. Феофанов, Т. И. Музафаров, В. А. Ривкин // Станки и инструменты. - № 6. - 1989. - С. 15-18.
- 13 Точность производства в машиностроении и приборостроении; под ред. А. Н. Гаврилова [Текст]. - М.: Машиностроение, 1973. - 567 с.
- 14 Сборнш твердосплавный инструмент / Г. Л. Хаеа, В. М. Гах, К. Г. Громаков и др.; под общ. ред. Г. Л. Хаеа. - М.: Машиностроение, 1989. - 256 с; ил. - (Б-ка инструментальщика)
- 15 Медвідь, М. В. Теоретичні основи технології машинобудування [Текст] / М. В. Медвідь, В. А. Шабайкович. - Львів: Видавниче об'єднання «Вища школа», 1976.
- 16 Мясников, В.А. Програмное управление оборудованием [Текст] / В.А. Мясников, М.Б. Игнатьев, А.М. Покровский. - Л.: Машиностроение (Ленинград. отд-ние), 1974. - 270 с.
- 17 Обработка металлов резанием: Справочник технолога; под общ. ред. А.А. Панова [Текст] / А. А. Панов, В.В. Аникин, Н. Г. Бойм и др. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с; ил.
- 18 Булло, С.И. Проверка точности консольно-фрезерных станков по изготовленному образцу [Текст] / С. И. Булло, Л. Ц. Маркович, С. И. Радомсельский // Станки и инструмент. - 1972. - № 9.
- 19 Гавриш, А.П. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства [Текст] / А.П. Гавриш, А.И. Ефремов. - К.: Техника, 1982.-215 с.
- 20 Меламед, Г. Надежность и долговечность станочных систем [Текст] / Г. Меламед, Ф. Счастливленко. - Минск, 1967. - 224 с.
- 21 Управление качеством продукции : Справочник [Текст]. - М. : Изд-во стандартов, 1985. - 464 с.
- 22 Инструкция по программированию ЛР.395ПМФ4. Руководство по программированию. Завод им. Я. М. Свердлова [Текст], 1985.
- 23 Контроль и диагностика в ГПС: монография; под ред. Б.И. Черпакова. Кн. 7 [Текст]. - М. : Высшая школа, 1989. - С. 30 - 80.
- 24 Глоба, Л.С. Интеллектуальні методи розрахунку та оптимізації режимів різання [Текст] / Л. С. Глоба, Р. С. Сілін // Вісник Технологічного університету «Поділля». - 2000. - № 1. - С. 92 - 96.
- 25 Скицюк, В.І. Технологія торкання у металообробці та нова класифікація приладів торкання [Текст] // Високі технології в машинобудуванні. 36. наук, праць ХДПУ. - Харків, 2000.-Вип. 1(3).-С. 231 -241.
- 26 Скицюк, В. І. Технологія ТОНТОР: монографія [Текст] / В. І. Скицюк, К. Г. Махмудов, Т. Р. Ключко. - К.: Техніка, 1993. - 80 с.
- 27 Скицюк, В. І. Технологія торкання технологічних об'єктів. Основні засади. Ч. 1 [Текст] / В. І. Скицюк, Р. С. Сілін // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2001. - № 1. - С.27 - 30.
- 28 Сафронкин, Г. В. Датчик контроля деталей и инструмента [Текст]

- / Г. В. Сафронкин // Приборы и системы управления. - 1991. - № 9. - С. 36.
- 29 Николаенко, В. М. Электрическая измерительная система для анализа распределения потенциалов и профилей поверхностей [Текст] / В. М. Николаенко, В. Г. Панов, М. И. Гросман // Станки и инструменты. - 1979. - № 11.
- 30 Федотов, А.В. Применение измерительных головок на обрабатывающих центрах / А. В. Федотов, А. Н. Компанейц [Текст] // Станки и инструменты. - 1989. - № 4. - С. 24 - 25.
- 31 Методы управления точностью токарной обработки на станках с ЧПУ типа С>ГС [Текст]. Кужидзм Збигнев. Киев, спец. ВАК 05.08.01 канд. техн. наук, 1987.
- 32 Раї. 2172224 ША МКІ В230. 17/22. МасБіпе Юої сопіасі сіеіесіог [Текст]. - № 8522624. Заявл. 12.09.1985. Опубл. 15.03.1985. БаїзБо^а 8еїкі Со III (Іарап).
- 33 Патент 30120 Україна, МКІ 6 В 23 0 17/22. Спосіб реєстрації присутності та торкання різального інструмента [Текст] / В.І.Скицюк, М.В.Скицюк. - Заявка№ 97126364. Заявл. 29.12.97; Опубл. 12.11.2000. - Бюл. № 15. - 7 с.
- 34 Патент 52357А Україна, МКИ В23О17/00, О05В19/18. Адаптивний спосіб реєстрації присутності та торкання різального інструменту до деталі [Текст] / В.І. Скицюк, Р.С. Сілін. Заявка №2002043045. Заявл. 15.04.2002. Пріоритет 16.12.2002. Опубл. 16.12.2002., Бюл. №12.
- 35 БА18НО\УА 8ЕІКІ СО., ІЛТ>. РА Бері. САТАЬОО №52,53,51,63,68. [Текст]. 1998.
- 36 Технические средства диагностирования: Справочник [Текст] / В.В.Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.; под общ. ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1989. - 672 с.
- 37 Методи акустического контроля металлов: монография [Текст] / Н.П.Алешин, В.Е.Белый, А.Х. Вовилкин и др.; под ред. Н.П. Алешина. - М. : Машиностроение, 1989. - 456 с.
- 38 Белокур И.П. Дефектоскопия материалов и изделий [Текст] / Белокур И.П., Коваленко В.А. - К.: Тэхніка, 1989. - 192 с.
- 39 Спи, С.М Мопішгп§ апсі Оіа^позіз {от АЬпогтак. Зіаїез ої*МасБіпе Тооїз [Текст] / С.И.Съи, ^Т.К\УОП // Іоиппаї оГ Кореап 8осіегу оГ гресізіоп Ел§іпеегїї8. - Арг. 1994. - Уої. 11. - № 2.
- 40 А.с. 653088 СССР, МКИ В230 15/00. Система автоматического регулирования геометрических параметров обрабатываемой детали на станке [Текст] / В.Л.Заковоротный, А.Н.Зацепилин, В.Н.Поплавский, С.А.Раков. Заявка №2052905/25-08. Заявл. 13.08.74. Опубл. 25.03.79. Бюл.№11.
- 41 Контроль, диагностика и прогнозирование обработки металлов резанием по переходным процессам [Текст]. Махмудов Кобулджон Гафурович. Киев, спец. ВАК 05.03.01 д-р техн. наук, 1994.
- 42 Остафьев, В. А. Диагностика процесса металлообработки [Текст] / В. А. Остафьев, В. С. Антонюк, Г. С. Тимчик. - К.: Тэхніка, 1991. - С. 70 - 90.
- 43 Активный контроль размеров; под ред. С. С. Волосова [Текст] / С. С. Волосов, М. Л. Шлейфер, В. Я. Рюмкин и др. - М. : Машиностроение, 1984.-224 с.
- 44 Зелик, В. П. Многоканальное устройство для виброакустической диагностики металлорежущих станков [Текст] / В. П. Зелик и др. // Металлорежущие станки. - 1990. - 18. - С. 50 - 54.
- 45 Скицюк, В.І. Технологія торкання технологічних об'єктів. Основні способи торкання. Ч. 2 [Текст] / В. І. Скицюк, Р. С. Сілін // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2001. - № 2.
- 46 Скицюк, В.І. Технологія торкання технологічних об'єктів. Багаторазове торкання технологічних об'єктів. Ч. 3 [Текст] / В. І. Скицюк, Р. С. Сілін // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2001.-№ 3.-С 143 - 150.
- 47 Скицюк, В.І. Технологія торкання технологічних об'єктів. Загальна класифікація способів торкання та дуальність поверхні. Ч. 4 [Текст] / В. І. Скицюк, Р. С. Сілін // Вісник Технологічного університету «Поділля». - 2002.-№ 4.-С. 159- 162.
- 48 А.с. 1734958 СССР. МКИ В 23 В 25/06. Система прогнозирования состояния режущих инструментов [Текст] / В.В. Кокаровцев, В.А.Остафьев, Ю.Н.Камаев и др. Заявка № 3831491/08. Заявл. 20.12.84. Опубл. 23.05.92. Бюл. № 19
- 49 Відчутники контрольно-вимірювальних систем : монографія [Текст] / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, М.А. Вайнтрауб, Т.Р. Клочко. - К.: НТУУ «КІП», 2008. - 240 с, іл.
- 50 Оптичні вимірювання для механічної обробки деталей : монографія [Текст] / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко. - К.: НТУУ «КІП»,

2009. - 332 с, іл.
- 51 Пат. 4786220 США МКІ В23С 7/00. Сипіпв Юоі \уеаг шопіюг [Текст] / Іопп М. Ріше5. Заявка № 53,643. Заявл. 26.05.1987. Опубл. 10.22.1988.
- 52 Пат. 3694637 США, МКІ С 01 N 19/02. Меііое! апгі арагаШз шг аеІесІіп§ іооі \уеаг [Текст] / А.І.ЕоЧгіп, Т.І.Уіась. Заявка № 83173; Заявл. 22.10.70; Опубл. 26.09.72; НКІ 235-151.3.
- 53 А.с. 1180756 СССР, МКІ О0Ш 3/58. Устройство для определения состояния режущего инструмента в процессе резания [Текст] / В.А.Остафьев, К.Г.Махмудов, В.И.Скицюк. Заявка № 3685202/25-28. Заявл. 03.01.84. Опубл. 23.09.85. Бюл. № 35. - 3 с.
- 54 Пат. 4145816 США МКІ О 01 В 7/02, НКІ кл. 33/171. Щуп для станков, имеющий круговой трансформатор. 8рїсііе ргобе огбііаІ ігапзгогтег. [Текст] / Зіобье К.Е., ІобзІоге К. Кеагпеу & Гескег Согрогаііоп (\уезі АІІІБ, \уі). Заявка № 853764. Заявл. 21.11.1977. Опубл. 27.03.1979. - 14 с.
- 55 Раї. 5001464 Б^Т8А МКІ О08В 021/00. Сопіасі сіеіесііпв зузіет іп а таспіпе тої [Текст] / Уигиш; Тапака. Оаїзпо\уа 8еікі Со., **Ий.. N0.**: Заявка № 450552. Заявл. 14.12.1989. Опубл. 19.03.1991.- 11 с.
- 56 8о-Ұоип§ Бее. Мопішгіпд о(СпаПер Уїбраііоп Бу Базег Оїзріасешет 8і§паІ [Текст] / 8о-Ұоип§ Бее, Еиі-зік Сьап§ // ^ТоигпаІ о" те Когаеп 8осіегу оГРгесізіоп Епшпеегіп§. - 1995. - № 1. - Р. 16 - 20.
- 57 Раї, 4396322 И8А, МКІ В230 11/00. Сопіасі сіеіесііп§ арагагшз [Текст] / КеаіШотага. - №218678. Заявл. 22.10.80. Опубл. 02.08.83.
- 58 Заявка 57-36103 Япония, МКИ В23 0 17/00. Устройство для обнаружения контакта [Текст]. Заявка №52-136554; Заявл. 11.14.77; Опубл. 02.08.88.-№2-903.
- 59 Спап§, Н.8. Іп-ргосезз Мопіюгіп§ ої Масбіпе Тооі 8ШетепІ ізіп@ Мадперіс 8епзог [Текст] / Н.8. Спап§, У.І. 8кіІзіоик, Н.8. Кіт, Н. Опо, К.Н. Сьа, N.1. Сьо // Ргосееш'п§ оГ те бт Асіуапсео! Мапигасшп§ 8узІет // \Уогкзііор, 8еош, 1998. -1998. - № 6. - Р. 223 - 228.
- 60 Заявка № 57-39863 Япония, МКИ В23 0 17/00, В23 В 49/00. Устройство для аварийных ситуаций металлорежущих станков с ЧПУ при повреждении режущего инструмента [Текст]. Заявка № 49-139154; Заявлено 12.02.74; Опубл. 24.08.82.
- 61 Заявка № 59-53145 Япония, МКИ В23 0 17/00. Устройство определения повреждения инструмента [Текст]. Заявка № 57-163205; Заявл. 21.09.82. Опубл. 27.03.84.
- 62 Автоматизированный метода определения обрабатываемости металлов [Текст] / К. Г. Махмудов, В. А. Остафьев, А. А. Мирзаев. - К. : Випол. - 1995.-91 с, ил.
- 63 Автоматическая бесконтактная система поднастройки режущего инструмента на токарных станках с ЧПУ [Текст]. Кривошлыков Алексей Юрьевич. Киев, спец. ВАК 05.03.01 канд. техн. наук, 1988.
- 64 Качество машин: Справочник; в 2 т.; под ред. А.Г. Сулова. [Текст] - М.: Машиностроение, 1995.
- 65 Армарево, И. Дж. А. Обработка металлов резанием: монография; пер. с англ. В. А. Пастунова [Текст] / И. Дж. А. Армарево, Р. Х. Браун. - М.: Машиностроение, 1977.-325 с.
- 66 Галкин, В.А. Обеспечение регламентных показателей точности токарных станков [Текст] / В. А. Галкин, В. Н. Паншин, А. В. Пуш // Станки и инструментн. - № 6. - 1989. - С. 8 - 11.
- 67 Кретинин, В.П. О связи параметров износа инструмента и шероховатости обработанной поверхности [Текст] / В.П. Кретинин, О.В. Кретинин, А.В.Денисенко // Вопросы повышения качества и производительности изготовления деталей машин на металлорежущих станках. - 1974.- Т.30, выш. 17.-С.14- 15.
- 68 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учеб. пособ. В 10 т. Т. II. Теория поля. - 7-е изд. исправл. [Текст] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. - 512 с.
- 69 Парселл, З. Электричество и магнетизм; пер. с англ. [Текст] / З. Парселл; под ред. А. И. Шальникова и А. О. Вайсенберга, изд. 2-е, исправл. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1975. - 440 с.
- 70 Калашников, С. Г. Электричество: учеб. пособ. 5-е изд., исправл. и доп. [Текст] / С. Г. Калашников. - М.: Наука. Главная ред. физ. - мат. литер., 1985. - Общий курс физики. - 576 с, ил.
- 71 Кухаркин, Е. С. Основы инженерной электрофизики. Ч. 1. Основы технической электродинамики: учеб. пособ. для студентов вузов [Текст] / Е. С. Кухаркин; под ред. П. А. Ионкина. - М.: Вншш. школа, 1969. - 510 с.
- 72 Кузмичев, В. Е. Законы и формулы физики [Текст] / В. Е. Кузмичев. - К.: Наук, думка, 1989. - 864 с.
- 73 Скицюк, В.І. Руйнуюче торкання технологічних об'єктів [Текст] / В.І. Скицюк, Р.І. Сілін // Вісник Технологічного університету «Поділля»,

- Хмельницький. - 2002. - № 6. - С. 82 - 89.
- 74 Епифанов, В.В. Физика твердого тела: монография [Текст] / В.В. Епифанов. - М.: Высшая школа, 1965. - 276 с.
- 75 Польцер, Г. Основы трения и изнашивания : монография [Текст] / Г. Польцер, Ф. Майснер; пер. с нем. О.Н. Озерского, В.Н. Пальянова; под ред. М. М. Добичина. - М.: Машиностроение, 1984. - 264 с.
- 76 Зкуїзіоик, V, Мопіюіп§ оГ оЬесІ зштасе гог Іїе іііеИщепІ ргосісііоп еяііртепі [Текст] / V. 8куІ5юик, М. Кіюіспко, Т. Кіюіспко // Научные труды IV Международной НИЖ «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики, экономики и права. Книга ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. - М. - 2003. - С. 121 - 126.
- 77 А.с. 1565612 СССР, МКИ В 23 С 5/06. Торцовая фреза [Текст] / В.А. Остафьев, В.Ф. Нагайцев, Т.Р. Клочко. Заявка № 4494319. Заявл. 27.06.1988. Оpubл. 22.01.1990. Бюл. № 6.
- 78 Скицюк, В.І. Контроль технологічного процесу механічної обробки деталей за параметрами польових структур об'єктів [Текст] / В.І. Скицюк, М.М. Клочко, Т.Р. Клочко // 36. тез 5-й н.-т. конфер. «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів», КДТУ, м. Кременчук, 2006. -С.75-76.
- 79 Клочко, Т.Р. Моделирование динамики технологического процесса для контролю якості токарної обробки деталей типу "вал" [Текст]. Сб. Резание и инструмент в технологических системах. Выш. 57. Харьков: ХГПУ.-2000. -С. 115-121.
- 80 8куІ5юик, V, Мопіюіп§> оі" а оЬесІ зштасе Гог іїе ІщеліщепІ ргоаістіоп е^шртет [Текст] / V. 8куІзіоик, М. Кіюіспко, Т. Кіюіспко // Научные труды III Международной научно-практической конференции «Качество, стандартизация, контроль: теория и практика» 23-26 сентября, 2003. -Ялта-Киев.: АТМ України. -2003. -С.85-91.
- 81 Костин, П.П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов: Учеб. пособие для профессионально-технических училищ [Текст]. - М. Машиностроение, 1990. - 256 с: ил.
- 82 Засоби контролю процесів механообробки надточних деталей: монографія [Текст] / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, М.А. Вайнтрауб, Т.Р. Клочко. - К.: НТУУ «КІП», 2011. - 516 с, іл.
- 83 ГОСТ 18372-73 "Фрезы концевые твердосплавные. Технические условия" [Текст]
- 84 ГОСТ 20533-75 - ГОСТ 20539-75 "Фрезы концевые, оснащенные твердосплавными коронками и винтовыми пластинами" [Текст]
- 85 Справочник инструментальщика [Текст] / [И.А. Ординарцев и др.]; под общ. ред. И.А. Ординарцева. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. - 845, [1] с: ил.; 22 см. - (БИ: Б-ка инструментальщика).
- 86 Диагностика работоспособности режущего инструмента при чистовом точении на основе электромагнитных явлений [Текст]. Шевченко, Вадим Владимирович. Киев, спец. ВАК 05.03.01 канд. техн. наук, 1985.
- 87 ГОСТ 27843-88. Станки меташпорежущие. Методы проверки точности позиционирования [Текст]. Введ. 01.01.90. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 19 с.
- 88 Скицюк, В. І. Ефект дуальності поверхні торкання та його вплив на точність визначення координати поверхні [Текст] / В. І. Скицюк, О. О. Плотников, Л. С. Глоба // Збірн. наук, праць Кіровоградського держ. техн. ун-ту. - 2003. - Вип. № 13. - С. 174 - 180.
- 89 Скицюк, В.І. Градієнтметрія зонної точності верстатів [Текст] / Л.С. Глоба, О.О. Плотников / Збірн. тез допов. IV НТК ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи, 26-27 квітня 2005 р., м. Київ, ПБФ, НТУУ "КПГ. - 2005. - С.89-90.
- 90 Зкуїзіоик, VI. Веіеттіпаііоп оГ Іпс соогсііпаіез оГ те раЙіоІо§ісal хопез іп те тазз оГ те БіоІо§ісal оЬуесІ [Текст] / У.І. 8куІзіоик, Т. К. Кіюісько // Місго^ауе &Телесоттіпаісаіоп ТесііпоІо§у, (IEEE Xplore), 2013. - Voi. 2. -Р. 1083 - 1084.
- 91 скицюк, В.І. Метод визначення координат патологічних зон у біологічних об'єктах за вектором градієнту розподілу їх польових структур / Т.Р. Клочко, В.І. Скицюк [Текст] // Вісник НТУУ «КШ». Серія приладобудування. - 2011. -Вип. 42. - С.184-194.
- 92 Скицюк, В.І. Теоретичні засади технології ТОНТОР : монографія [Текст] / Г. С. Тимчик, Т. Р. Клочко, В. І. Скицюк. - К. : НТУУ «КПІ», 2006. - 234 с.
- 93 Скицюк, В.І. Фізичні засади технології ТОНТОР: монографія [Текст] / Г.С. Тимчик, Т.Р. Клочко, В.І. Скицюк. - К.: НТУУ «КПІ», 2010. - 352 с, іл. - Бібліогр.: с. 342-349.
- 94 Бронштейн, И.Н. Семендяев К.А. Справочник по математике [Текст]. - М.: Наука, 1967.-608 с.
- 95 Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся

- втузов. 13-е изд., исправл. [Текст] / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 544 с.
- 96 Скицюк, В.І. Стенд для дослідження електромагнітного поля циліндричної деталі на токарному верстаті [Текст] / В.І.Скицюк, М.С. Кінареєв, М.Г. Мосієвич, М.В. Грищенко, В.І. Науменко / Третя НТК «Приладобудування 2004: Стан і перспективи». Збірка наукових праць (20-21 квітня 2004 р., м. Київ, Україна). - К.: - 2004. - с. 73
- 97 Барнс, Дж. Электронное конструирование: Методы борьбы с помехами [Текст] / Дж. Барнс; пер. с англ. В.А. Исаакяна; под ред. Б.Н. Файзулаева. - М.: Мир, 1990. - 238 с, ил.
- 98 Бобров, В. Ф. Основы теории резания металлов [Текст] / В. Ф. Бобров. - М.: Машиностроение, 1975. - 344 с.
- 99 2поп§-тіп, \ґап§. Способ мониторинга износа режущего инструмента [Текст] / ^ап§ 2поп§-тіп, ^ап§ Хіп-уі //1. Вeyіп§ Іпзі. ТесЬпоІ. - 2001. - 10, № 1. - С. 101-107.
- 100 Загалеев, М. Р. Диагностика РИ методом контроля термо-здс [Текст] / М. Р. Загалеев, М. Ю. Сариллов / Науч. - техн. творчество аспирантов и студ.: 27-я Науч. -техн. конф. аспирантов и студентов Комсомольска-на-Амуре гос.техн.ун-та, К-на-Ам., 18-28 апр. 1997 г.: тез.докл. - С. 8.
- 101 Кретинин, О.В. Исследование спектра ТЗДС и сил при резании [Текст] // Научн. тр., ГПИ. - Горький, 1970. - Т.26, вып.4. - С. 33-37.
- 102 Спектор, С.А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учеб. пособие для вузов [Текст]. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние. 1987. - 320 с: ил.
- 103 Смайт, В. Электростатика и электродинамика [Текст]; пер. с 2-го амер. изд. А. В. Гапонова и М. А. Миллера. - М.: Иностранная литература, 1954. - 804 с.
- 104 Носсель, Ю. Я. Электрические поля постоянных токов [Текст]. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние. - 1986. - 160 с.
- 105 Говорков, А. Г. Теория электромагнитного поля в упражнениях и задачах [Текст] / А. Г. Говорков, С. Д. Купалян. - М.: Высш. школа, 1963.-372 с.
- 106 Маделунг, З. Математический аппарат физики. Справочное руководство [Текст] / З. Маделунг, пер. с 6-го нем. изд. М.А. Иглицкого; под ред. В.И. Левина. - М.: Изд. ФИЗМАТГИЗ, 1960. - 620 с: ил.
- 107 Вонсовский, С.В. Магнетизм [Текст] / С.В. Вонсовский. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984.
- (Проблемы науки и технического прогресса). - 208 с.
- 108 Ремизов, Л. Т. Естественные радиопомехи [Текст] / Л. Т. Ремизов. - М.: Наука, 1985.-200 с.
- 109 Спартап, РЖ Ppоpа§aіоп оі аікіюгі^иелсу гасію \уауез Іо §геаі (іізіапсез [Текст] / Р. \У Спартап, К. С. V. Масагіо // Катге. - 1956. - Уоі. 177, N 4516. - P. 930-933.
- 110 Контроль та керування процесом торкання для підвищення якості виробів приладобудування [Текст]. Скицюк Володимир Іванович. Київ, спец. ВАК 05.11.14 технологія приладобудування, канд. техн. наук, 2001.
- 111 Скицюк, В. І. Технологія ТОНТОР для автоматизованого прецизійного контролю якості [Текст] / В. І. Скицюк, Т. Р. Клочко / 36. Приладобудування - 96, м. Віниця (м. Судак), Віницький ДТУ. - Т. 1. - 1996. - С.84.
- 112 Скицюк, В.І. Технологія ТОНТОР [Текст] / В. І. Скицюк, К. Г. Махмудов, В.А. Остафьев, К.Б. Халилов. Научный технический сборник Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт". - К.: Изд-во "Международ. фин. агенство", 1997.-С.5.
- 113 Скицюк, В.І. Контроль технологічного процесу механічної обробки деталей за параметрами польових структур об'єктів [Текст] / В. І. Скицюк, Т.Р. Клочко, М.М. Клочко / V Всеукраїнська науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів». Тези наукових доповідей. - Кременчук: КДПУ, 2006. - С.75-76.
- 114 Скицюк, В. І. Фізичні основи ближньої електромагнітної взаємодії інструменту та деталі при токарній металообробці [Текст] / В. І. Скицюк, Г. С. Тимчик // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - 2002. - № 5. - С. 131 - 134.
- 115 Скицюк, В.І. Застосування сигналу електромагнітного поля деталі та інструмента у процесі контролю металообробки [Текст] / В. І. Скицюк, Г. С. Тимчик, М. М. Клочко // Вісник Кременчуцького держ. політехн. ун-ту. - 2003. - № 4 (21). - С.30-37.
- 116 Скицюк, В.І. Енергетичні процеси металообробки при виготовленні деталей надточних приладів [Текст] / В.І.Скицюк, Г.С. Тимчик, М.М. Клочко, В.Г. Цірук / Збірн. тез доповідей V НТК ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи, 25-26 квітня 2006 р., м. Київ, НТУУ „КПІ”. - 2006. - с. 114-115.

- 117 Скицюк, В.І. Модель енергетики процесу металообробки [Текст] / В.І.Скицюк, М.М. Клочко, В.Г. Цірук // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2006. - Вип. 31. - С. 103-112.
- 118 Коробов, Ю. М. Электрический износ при трении и резании металлов [Текст] / Ю. М. Коробов, Г. А. Прейс. - К. : Техника, 1976. - 200 с.
- 119 Астахов, А. В. Курс общей физики. Т. 2. Электромагнитное поле [Текст] / А. В. Астахов, Ю. М. Широков. - М. : Изд. ФИЗМАТГИЗ, 1980. - 360 с: ил.
- 120 Евтихеев, Н.Н. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. пособие для вузов [Текст] / Н.Н. Евтихеев, Я.А. Купершмидт, В.Ф. Папуловский, В.Н. Скугоров. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с: ил.
- 121 Артамонов, С.А. Адаптивное управление процессом токарной обработки на станке с ЧПУ [Текст] / С.А. Артамонов // Станки и инструмент. - 1975. - № 5. - С. 10-20.
- 122 Свешников, В.К. Станочные гидроприводы [Текст]: Справочник. 3-е изд. / В.К. Свешников. - М.: Машиностроение, 1995.
- 123 А.с. 1370517 СССР, МКИ О0Ш 3/40. Твердомер [Текст] / В.І.Скицюк, В.А.Остафьев, З.В.Кузидзм (Польша). Заявка № 4115136/25-28. Заявл. 30.06.86. Опубл. 30.01.89. Бюл. № 4. - 4 с.
- 124 Технология машиностроения (специальная часть): Учебн. для машиностр. спец. вузов [Текст] / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. - М.: Машиностроение, 1986. - 480 с: ил.
- 125 Скицюк, В.І. Формалізація стану різального інструмента при механообробці на верстатах з ЧПК [Текст] / В.І. Скицюк, Г.С. Тимчик, М.М. Клочко / Збірн. тез доповідей ІV НТК ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи, 26-27 квітня 2005 р., м. Київ, ПБФ, НТУУ "КПІ". - 2005. - С.109-110.
- 126 Скицюк, В.І. Точність верстатів з ЧПК та методика її визначення [Текст] / В. І. Скицюк, О.О. Плотников, Л.С. Глоба. / Третя науково-технічна конференція «Приладобудування 2004: Стан і перспективи». Збірник наук, праць (20-21 квітня 2004 р., м. Київ, Україна). - К.: - 2004. - с. 75-76.
- 127 Скицюк, В.І. Дуальність координати технологічних об'єктів у системі координат металообробляючого обладнання [Текст] / В.І.Скицюк, О.О.Плотников, Л.С.Глоба // Технологія і техніка друкарства. - 2004. - № 1.-С.67-73.
- 128 Данко, П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч. II: Учеб. пособие для студентов вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. [Текст] / Е.П. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова. - М.: Высш. школа, 1980. - 365 с, ил.
- 129 Скицюк, В.І. Математична модель втрати точності обладнання з ЧПК у вигляді векторної польової структури та методика визначення її параметрів для конкретного верстата [Текст] / В.І.Скицюк, О.О.Плотников, Л.С.Глоба / Труды пятой международной научно-практической конференции. Современнѣе информационнѣе и электроннѣе технологии, 17-21 мая 2004 г., г. Одесса, Украина: - 2004. - с. 96.
- 130 Скицюк, В.І. Методика визначення вектору похибки роботи металорізальних верстатів з ЧПК [Текст] / В.І.Скицюк, Л.С.Глоба / Тези першої міжнар. науково-техн. конфер. "Машинобудування та металообробка - 2003", 17-19 квітня 2003 р., м. Кіровоград.
- 131 Озіайеу, V. P. А пeу eлeсЬгoтa\$пeїc coпacї зeпзїп\$ ІeсЬг^їe юг eппaпeїп\$ тaспїпe ассигасї [Текст] / V. Г. Озіайеу, К. Уeпїуїшхї Рaгї // Мaпїгacїoгїп\$ зcїeпce aпcї eп\$тeeгїп\$. - 1997. - МeA - Уoї. 6 - 1. - Уoї. 1. - A8ME 1997. - P.113-119.
- 132 Скицюк, В.І. Методика торкання поверхні деталі боковою різальною стрічкою фрезерного інструменту з метою визначення координати її поверхні [Текст] / В.І. Скицюк, Р.С. Сілін // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2002. - № 1. - С. 133-138.
- 133 Тахман, С.И. Деформация стружки при цилиндрическом и торцевом фрезерований [Текст] / С.И. Тахман, Г.М. Батарчук // Резание металлов и технологическая точность деталей в машиностроении. 4.1; под ред. Ю.А. Розенберга. - Курган. - 1968.
- 134 Исследование особенностей контурного фрезерования с целью достижения заданной точности и повышения производительности обработки на фрезерных станках с ЧПУ [Текст]. Тахман, С.И. Новосибирск, спец. ВАК 05.02.08 канд. техн. наук, 1974, 35с.
- 135 Кушнир, В.С. Термомеханическая теория процесса непрерывного резания пластических материалов: монография [Текст] / В.С. Кушнир. - Иркутск, изд-во Иркутского ун-та, 1982. - 180с.
- 136 Проников, А.С. Расчет и конструирование металлорежущих станков:

- монографія [Текст] / А.С. Проников. - М.: Высшая школа, 1962. - 422 с.
- 137 Бравичев, В.А., Металлорежущие станки: монографія [Текст] / В.А. Бравичев, В.И. Гайдар и др.. - М.: МАШГИЗ, 1955. - 660 с.
- 138 Ананьин, С.Г. Металлорежущие станки: монографія [Текст] / С.Г.Ананьин, Н.С. Ачеркан и др.. - М.: МАШГИЗ, 1957. - 1015 с.
- 139 Металлорежущие станки: монографія [Текст]; под ред. Тепинкичиева В.К. - М.: Машиностроение, 1973. - 471 с.
- 140 Левина, З.М. Контактная жесткость машин: монографія [Текст] / З.М. Левина, Д.Н. Решетов. - М.: Машиностроение, 1971. - 246 с.
- 141 Саргсян, А.Е. Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов: учебник [Текст] / А.Е. Саргсян. - М.: Изд-во АСВ, 1998. - 240 с, с илл.
- 142 Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г.С. Писаренко, А.П.Яковлев, В.В. Матвеев; отв. ред. Писаренко Г.С. - 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Наук, думка, 1988 - 736 с.
- 143 Скицюк, В. І. Технологія ТОНТОР [Текст] / В. І. Скицюк // Вісті українських інженерів (Цкгаіпап Еп§іпеегіп§ - 1993. - ХЬУШ. - 4. - С. 10-14.
- 144 скицюк, В. І. Новий метод прогнозування стану автоматизованої обробки металів [Текст] / В. І. Скицюк, М. М. Клочко // Вісник Інж. академії України. - 2006. - Бюл. 2 - 3. - С. 114-121.
- 145 Оптичні вимірювання для механічної обробки деталей: Монографія [Текст] / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко. - К.: НТУУ «КПІ», 2009. - 332 с, іл.
- 146 Скицюк, В. І. Технологічний фантом [Текст] / В. І. Скицюк, М. В. Скицюк // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2002. - № 24. - С. 149-155.
- 147 Кудинов, В.А. Динамика станков [Текст] / В.А. Кудинов. - М.: Машиностроение, 1967. - 359 с.
- 148 Скицюк, В. І. Порівняльний аналіз способів руху за довжиною кроку при вимірюванні розмірів циліндричних деталей [Текст] / В.І. Скицюк, І.М. Діордіца. Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент — техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов. - Вип. 13. - К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, НАН Украины, 2010. - 560 с, с. 500-504.
- 149 Клочко, Т.Р. Метод контролю граничного стану різального інструмента при токарній обробці матеріалів [Текст] / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко // Наукові вісті НТУУ "КІЛ". -1999. - № 2. - С. 101 - 107.
- 150 Патент 6505 Україна МКІ(7) В23 В25/06. Система контролю стану різального інструмента [Текст] / Скицюк В.І., Клочко М.М., Т.Р. Клочко. Заявка № 20040907437. Заявл. 13.09.2004. Опубл. 16.05.2005. Бюл. № 5, 2005.
- 151 Клочко, Т.Р. Лазерная гибридная система контроля качества механообработки [Текст] / Т.Р. Клочко // Сучасне машинобудування. - 2000. - № 1-2.-С. 22-27.
- 152 Клочко, Т.Р. Метод автоматизованої діагностики процесу обробки деталей різанням [Текст] / Г.С. Тимчик, Т.Р. Клочко / Автоматизация: проблеми, идеи, решения (АЛИР), СевНТУ, 9-13 сентября 2009 г., г. Севастополь.
- 153 Старков, В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве: монографія [Текст] / В.К. Старков. - М.: Машиностроение, 1989.
- 154 Скицюк, В. І. Аналіз сучасного стану приладів контролю точності торкання інструменту з деталлю та шляхи подальшого розвитку [Текст] / В. І. Скицюк // Сучасне машинобудування. - 2000. - № 1. - С. 20 - 30.
- 155 Бауман, З. Измерение сил злектрическими методами [Текст]; пер. с нем. /З. Бауман.-М.: МИР, 1978.-431 с.
- 156 Проектирование датчиков для измерения механических величин [Текст]; под ред. Е. П. Осадчего. - М.: Машиностроение, 1979. - 480 с, ил.
- 157 Абанин, В. А. Тензорезисторные датчики силы [Текст] / В. А. Абанин, В. Н. Ромашкин // Приборы и системы управления. - 1999. - № 12, - С. 25-27.
- 158 Графіки функцій. Довідник. [Текст] / Н.О.Вірченко, І.І.Ляшко, К.І. Швецов. - К.: Наук, думка, 1977. - 320 с.
- 159 Скицюк, В. И. Автоматическая настройка и поднастройка режущих инструментов на токарных станках с ЧПУ [Текст] / В. И. Скицюк, В. А. Остафьев, В. В. Шевченко // Технология и организация производства. - 1989. - № 3. - С. 15 - 17.
- 160 Скицюк, В. И. Устройство контроля состояния сверл в многошпиндельных головках [Текст] / В. И. Скицюк, В. А. Остафьев, Т.Р. Клочко // Технология и организация производства. - 1991. - № 3. - С. 33 - 35.

- 161 Клочко, Т.Р. Розробка алгоритмів функціонування лазерних гібридних акустооптичних аналізаторів стану процесу токарної обробки металів [Текст] / Г.С. Тимчик, Т.Р. Клочко, М.М. Клочко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 1998. - № 4. - С.33 - 37.
- 162 Сафроган, Р.З., Зксплуатация станков с числовим программным управлением [Текст] / Р.З. Сафроган, А.З. Полонский, Г.А. Таурит. - К: Техника, 1974.-318 с.
- 163 Коваль, М. И. Сравнительный анализ составляющих погрешности обработки на тяжелом станке с ЧПУ [Текст] / М. И. Коваль, Г. А. Игонин // Станки и инструмент. - 1979. - № 9. - С. 8 - 11.
- 164 Скицюк, В. І. Градієнтометрія зонної точності верстатів [Текст] / В. І. Скицюк, О. О. Плотников // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2004. - Вип. 28. - С. 132 - 138.
- 165 Скицюк, В.І. Автоматическая настройка и позиционирование инструмента на станке с ЧПУ. Технологія и автоматизація машиностроения [Текст] / В.І. Скицюк, К.Г. Махмудов, В.А. Остаф'єв: Респ. межвед. науч.-техн. сб. - 1992. - Выш. 49. - С.66-68.
- 166 Скицюк, В.І. Вимірювання форми деталі у статичному стані та лінійному детермінованому русі різального інструмента [Текст] / В.І. Скицюк, І.М. Діордіца, В.І. Науменко // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2005. - Вип. 29. - С.68-74.
- 167 Скицюк, В.І., Діордіца, І.М., Науменко, В.І. Засади визначення відхилень форми перерізу деталей циліндричного типу [Текст] / В.І. Скицюк, І.М. Діордіца, В.І. Науменко // Вісник НТУУ „КГЯ”. Серія машинобудування. - 2004.-Вип.45.-с. 126-131.
- 168 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учеб. пособ. В 10 т. Т. II. Теория поля. - 7-е изд. исправл. [Текст] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. - 512 с.
- 169 Парселл, З. Электричество и магнетизм; пер. с англ. [Текст] / З. Парселл; под ред. А. И. Шальникова и А. О. Вайсенберга, изд. 2-е, исправл. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1975. - 440 с.
- 170 Кухаркин, Е. С. Основы инженерной электрофизики. Ч. 1. Основы технической электродинамики: учеб. пособ. для студентов вузов [Текст] / Е. С. Кухаркин; под ред. П. А. Ионкина. - М.: Висш. школа, 1969. - 510 с.
- 171 Детали и механизмы металлорежущих станков: монография [Текст]. Т. 1; под ред. проф. Решетова Д.Н. - М.: Машиностроение, 1972. - 663 с.
- 172 Справочник по технической механике [Текст]; под общ. ред. акад. Динника А.Н. - М.-Л.: ОГИЗ, 1949. - 734 с.
- 173 Патент 62421А Україна. Спосіб та пристрій для визначення градієнта точності металообробних верстатів з ЧПК [Текст] / Л. С. Глоба, В. І. Скицюк, О. О. Плотников. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". Заявка №2003032421. Заявл. 20.03.2003. Пріоритет 15.12.2003. Опубл. 15.12.2003. Бюл. № 12.
- 174 Скицюк, В.І. Спосіб та пристрій визначення градієнту точності металообробляючих верстатів з ЧПК [Текст] / В.І. Скицюк, О.О. Піотников, Л.С. Глоба / СИЗТ-2003. Труды 4 международной научно-практической конфер. Современные информационные и электронные технологии, 5-6 июня 2003 г., Одесса, 2003. - С. 353.
- 175 Станок многоцелевой вертикальный сверлильно-фрезерно-расточный с крестовым столом, ЧПУ, АСИ, повышенной точности. Модель СС2В05ПМФ4. Руководство по эксплуатации. Часть 1. [Текст]
- 176 Станок многоцелевой вертикально-фрезерно-расточный с крестовым столом, ЧПУ, АСИ, повышенной точности. Модель 2С150ПМФ4. Руководство по эксплуатации. Часть 2. Электрооборудование. [Текст]
- 177 Маєсія Уозбіаікі. Сопігої тарріп§ оГ сиПіп§ Іооі Гасе \УііП те аісі оГ сі§ііаі іта§е гросез8Іп§ ІесБіаіе [Текст] // Вій. Тар. Бос. Пресіз. Еп§. - 1987. - 21, № 2. - Р. 136- 138.
- 178 Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Текст]: Учебн. для электротехн., энерг., приборостроит. спец, вузов. - 8-е изд., перераб. и доп. / Л. А. Бессонов. - М.: Внш. шк., 1986. - 263 с.
- 179 Патент № 30278 України на корисну модель. Спосіб реєстрації вібрацій об'єктів в електромагнітному полі [Текст] / В. І. Скицюк, Т.Р. Клочко, М.М. Клочко. Заявка № 200709566. Заявл. 23.08.07. Опубл. 25.02.2008 р., Бюл. № 4.
- 180 Патент № 30279 України на корисну модель. Электромагнітно-акустичний відчутник [Текст] / В. І. Скицюк, Т.Р. Клочко, М.М. Клочко. Заявка № 200709567. Заявл. 23.08.07. Опубл. 25.02.2008 р., Бюл. № 4.
- 181 Скицюк, В.І. Двопараметрична система інтегрованого аналізу динаміки різання для верстатів з ЧПК [Текст] / В. І. Скицюк, Т.Р. Клочко, М.М. Юючко / Інтегровані інформаційні технології та системи. Наук.-практ.

- конф. мол. учених та аспірантів. 29-31 жовтня 2007 року, Київ, Нац.авіац.ун-т. 36. тез. - С. 39.
- 182 Патент № 17046 на винахід Україна, МКІ В230 15/00. Спосіб контролю торкання інструменту та деталі з високою точністю та надійністю [Текст] / В.І. Скицюк, В.О. Остаф'єв, К.Г. Махмудов. Заявка № 95114882. Заявл. 15.11.95. Опубл. 31.10.97. Бюл. № 5.
- 183 Патент 52357А на винахід, Україна, МКІ В23017/00, О05В19/18. Адаптивний спосіб реєстрації присутності та торкання різального інструменту до деталі [Текст] / В.І. Скицюк, Р.С. Сілін. Заявка №2002043045. Заявл. 15.04.2002. Пріоритет 16.12.2002. Опубл. 16.12.2002., Бюл. №12.
- 184 Заявка и201312745 на корисну модель. МІЖ⁷ В230 17/00. Спосіб визначення координати торкання поверхні різального інструмента до деталі [Текст] / В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко. Рішення 01.03.2014 р.
- 185 Скицюк, В.І. Фізичні засади контролю взаємодії різального інструмента з деталлю на основі вимірювання змінного струму [Текст] / В.І. Скицюк, М.М. Клочко // Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування. - 2005. - Вип. 29.-С. 75-84.
- 186 Скицюк, В.І. Методика визначення точності виготовлення деталей надточних приладів у процесі механообробки на СИС-верстатах [Текст] / В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко, М.М. Клочко / Збірн. тез допов. VI науково-технічної конференції ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи, 24-25 квітня 2007 р., м.Київ, ПБФ, НТУУ«КПІ». - 2007.- С. 131-132.
- 187 Скицюк, В.І. Вплив аргумента функції на технологічні можливості технічних систем [Текст] / В.І. Скицюк, М.А. Вайнтрауб / Збірн. тез допов. XII Міжнародної науково-технічної конференції ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи, 23 - 24 квітня 2013 р., м. Київ, ПБФ, НТУУ "КПІ". -2013. - С. 101 - 103.
- 188 Скицюк, В.І. Аналітичне дослідження реалізації уявних функцій для координатних систем руху верстатного обладнання [Текст] / В.І. Скицюк, М.А. Вайнтрауб // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2013.-Вип. 45. - С. 136-141.
- 189 Скицюк, В.І. Моделювання поверхні абстрактного технологічного об'єкту при точних вимірюваннях [Текст] / В.І. Скицюк, Т.Р. Клочко / Збірн. тез допов. XIII Міжнародної науково-технічної конференції ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи, 23 - 24 квітня 2014 р.,

- м. Київ, ПБФ, НТУУ "КПІ". - 2014. - С. 95 - 96.
- 190 Вайнтрауб М.А. Концепция формирования профессиональной компетентности будущих квалифицированных рабочих по металлообработке [Текст] // Социально - гуманитарный вестник Юга России. - 2013. - Вип. №7 (27). - С. 11 - 18.
- 191 Вайнтрауб М.А. Пути повышения теоретической и практической подготовки будущих рабочих по обработке металла [Текст] // ТА'ІЛІМ ТЕХШЬООІУАЬАКІ. - 2013. - Вип. №3 (41). - С. 63 - 68.
- 192 Вайнтрауб М.А. Педагогическая система профессиональной подготовки будущих рабочих по металлообработке [Текст] // Альманах современной науки и образования. - 2013. - Вип. №3 (70). - С. 56 - 62.

Наукове видання

Тимчик Григорій Семенович
Скицюк Володимир Іванович
Клочко Тетяна Реджинальдівна

**Ресурсозбереження фрезерного обладнання:
теорія та практика**

Монографія

Дизайн обкладинки
М. Клочко

В авторській редакції
Надруковано з оригінал-макета замовника

Темплан 2014 р., поз. 3-1-009

Підп. до друку 05.08.2014. Формат 60х84 1/8). Папір офс. Гарнітура Тіге5.
Спосіб друку - ризографія. Ум. друк. арк. 15,34. Обл.-вид. арк. 25,52. Зам. № 14-156.
Наклад 300 пр.

НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка»
Свідоцтво ДК № 1665 від 28.01.2004 р.
03056, Київ, вул. Політехнічна, 14, корп. 15
тел. (044) 406-81-78