

Міністерства науки, освіти, молоді та спорту України

Донбаська державна машинобудівна академія

КРАСНОВА АЛЕНА ОЛЕКСАНДРОВНА

**ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ВАЖКОМУ
ТОЧІННІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ**

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 26 грудня 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.

ОСНОВНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальність теми: Регламенти експлуатації ріжучого інструменту того чи іншого верстата є його невід'ємною частиною при поставці споживачеві й у I чому визначають конкурентоспроможність обладнання, що постачається. Від них залежать характер протікання процесу різання, забезпечення надійності роботи як інструменту, так і всієї технологічної системи в цілому, витрати на обробку, продуктивність і інші характеристики. За рахунок вибору та зміни регламентів можна управляти якістю експлуатації інструменту, досягаючи заданих результатів без додаткових витрат.

Однак без кількісної оцінки якості параметрів системи, без оцінки взаємозв'язків між ними рішення задач управління якістю системи експлуатації та призначення раціональних регламентів роботи інструменту неможливо. З урахуванням імовірнісного характеру процесу різання та інших елементів системи експлуатації інструменту для вирішення завдань кількісної оцінки якості експлуатації найбільш ефективним є кваліметрический підхід з використанням статистичних методів дослідження таким чином оптимізація режимів різання при важкому точінні на токарних верстатах є актуальною задачею, що визначила напрямок досліджень даної магістерської роботи. Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Роботу виконано на кафедрі "Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології" Донбаської державної машинобудівної академії у рамках кафедральних досліджень, "Оперативна оптимізація процесів різання для системи адаптивного управління важкими верстатами нового покоління", "Розробка технологічних систем для екологічної обробки деталей енергетики на базі адаптивних багатоцільових важких верстатів".

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є підвищення ефективності важкого точіння на токарних верстатах шляхом оптимізації режимів різання.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено наступні задачі:

1. Дослідити стан питання оптимізації режимів різання.

2. Проаналізувати особливості важкого точіння на токарних верстатах.
3. Розробити цільові функції для оптимізації режимів різання з урахуванням особливостей важкого точіння.
4. Розробити рекомендації з вибору конструкції інструменту і режимів різання на важких токарних верстатах.

Об'єкт дослідження - процес точіння на важких токарних верстатах.

Предмет дослідження - оптимізація режимів різання при точінні на важких токарних верстатах.

Методи дослідження. Теоретичні, статистичні та промислові дослідження, розробка практичних рекомендацій проводились на основі положень теорії різання, експлуатації інструментів, технології машинобудування. Обробка результатів дослідження проводилась з використанням теорії імовірності і математичної статистики, з використанням стандартних програм ЕОМ.

Наукова новина одержаних результатів:

- доведено, що оптимізація режимів різання при важкому точінні повинна здійснюватись з урахуванням імовірності руйнації інструменту;
- розроблено математичну модель для урахування надійності інструменту при визначенні режимів різання.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що визначені режими різання при точінні на важких верстатах сприяють підвищенню працездатності інструментів, його надійності і міцності, підвищенню ефективності обробки деталей на важких верстатах. При впровадженні результатів роботи у виробництво можна досягти суттєвого економічного ефекту.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення і результати магістерської роботи доповідались на студентській науково-технічній конференції ДДМА (2017 рік), а також на XVII міжнародній науково-практичній конференції "Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї- наука - виробництво.

Структура роботи. Магістерська робота складається з вступу, розділів, висновків, списку літератури та додатків. Робота містить 60 сторінок розрахунково-пояснювальної записки, 11 рисунків, 10 таблиць, 1 додаток.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми магістерської роботи, сформульовано її мету та завдання, визначено об'єкт і предмет дослідження, наукова новизна і практична значимість роботи.

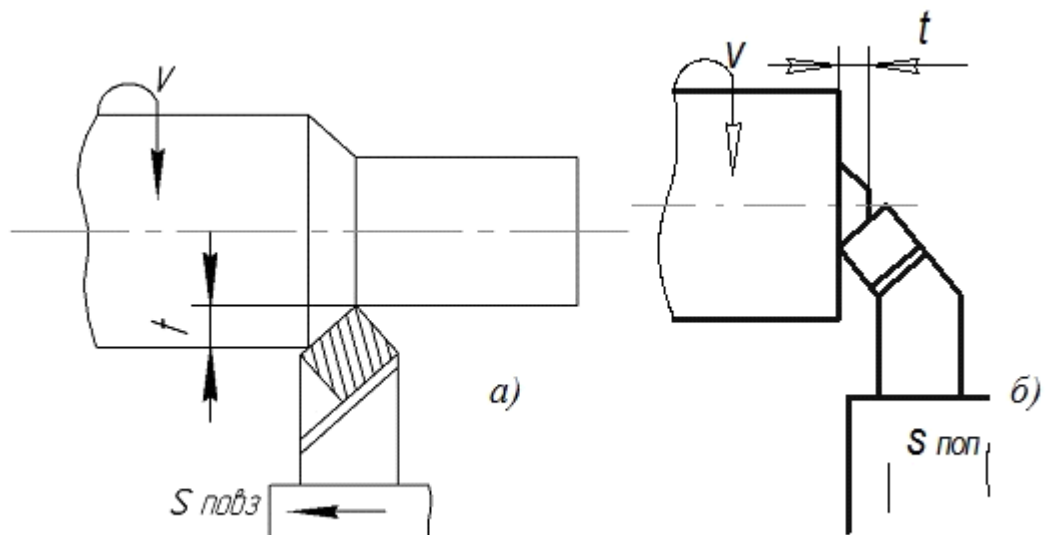
В **першому розділі** наведений стан питання, а саме його конструктивні і технологічні особливості. Представлені основні технічні характеристики. Проведено аналіз оптимальних режимів різання його особливості. Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що визначені режими різання при точінні на важких верстатах сприяють підвищенню працездатності інструментів, його надійності і міцності, підвищенню ефективності обробки деталей на важких верстатах. При впровадженні результатів роботи у виробництво можна досягти суттєвого економічного ефекту.

У **другому розділі** наведено особливості важкого точіння на токарних верстатах, подачу вибирають за таблицями режимів різання. Більші значення подач варто брати при обробці м'яких сталей і при роботі в центрах при відношенні $L/D < 6$, а також при роботі в патроні, коли це відношення менш двох (L — відстань між опорами оброблюваної деталі; D — діаметр заготовки). При поперечному точінні і підрізуванні табличне значення подачі зменшують на 30...50%.

Вибір швидкості різання для матеріалу різця обирається залежно від глибини різання, подачі і механічних властивостей заготовки. На практиці швидкість різання приймають відповідно до

припустимої стійкості інструмента. Стійкість твердосплавного різця 60...90 хв. При такій стійкості зношування різця по задній поверхні допускається не більше 1 мм. Зношування по задній поверхні різця понад 1 мм допускати не слід, тому що це приводить до збільшення витрати твердого сплаву і часу для переточування різця. Наближення лунки зношування різця по передній поверхні до ріжучої крайки допускається не менш чим 0,2 мм. При зменшенні цієї відстані зростає небезпека руйнування різальної крайки.

В **третьому розділі** розроблено цільові функції для оптимізації режимів різання, Призначення елементів режиму різання відбувається у такій послідовності: спочатку вибирається максимально можлива і доцільна глибина різання t , потім максимально можлива подача S , а потім вже підраховується з урахуванням оптимальної стійкості інструмента і інших конкретних умов обробки швидкість різання. Для призначення елементів режиму різання необхідно знати матеріал заготовки і його фізико-механічні властивості; розміри заготовки, розміри деталі і технічні умови на її оброблені поверхні; матеріал і геометричні елементи ріжучої частини інструмента, його розміри, максимально допустимий знос і стійкість; кінематичні і динамічні дані верстата, на якому будуть обробляти дану заготовку.



Схеми робочих рухів при токарній обробці:

а – з поздовжньою подачею; б – з поперечною подачею

На практиці подача звичайно надається з таблиць довідників з режимів різання, Подачу доцільно призначати максимально можливою з метою підвищення продуктивності праці з урахуванням всіх факторів, що впливають на її величину, складених на основі досвіду роботи передових машинобудівних заводів. При чорновій (грубій) обробці максимальну подачу можуть обмежувати міцність і жорсткість різального інструменту, заготовки, міцність деталей механізмів верстата.

При напівчистовій і чистовій обробці максимальну подачу обмежують вимоги до якості обробленої поверхні, тому що чим більша подача, тим більш шорстка оброблена поверхня. Після визначення глибини різання і подачі при відомій стійкості інструменту визначається швидкість різання V за формулами, що наводяться у довідниках з режимів різання.

Математичні моделі для оптимізації експлуатації інструменту регламентів

$$\frac{\tau, E}{T(v, S, t, q, \gamma)} + \frac{A_{\text{ин}}}{K(q, S) \cdot T(v, S, t, q, \gamma)}$$

Тоді період стійкості, що відповідає певному рівню надійності (гамма-відсотку), виразиться через середній період стійкості, відповідний T_{γ} зі співвідношення

$$T_{\gamma} = \frac{T}{K_b} \left(-\ln \frac{\gamma}{100} \right)^{1/b} = T_{\eta},$$

де $p]$ - поправочний коефіцієнт на період стійкості інструменту.

враховують рівень надійності, $\eta_j = \frac{-\ln \frac{\gamma}{100}}{K_b}$ (рис. 6.2)

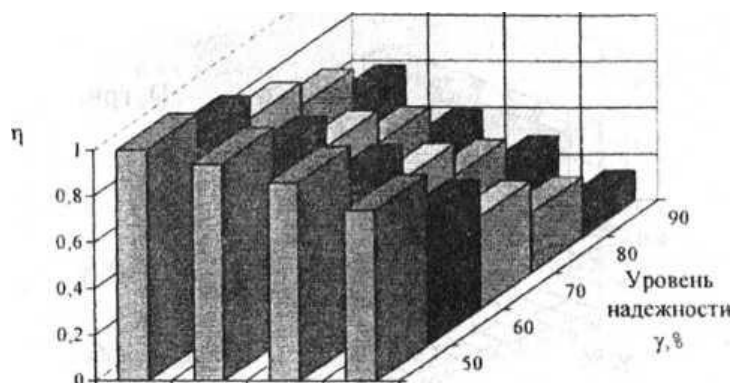
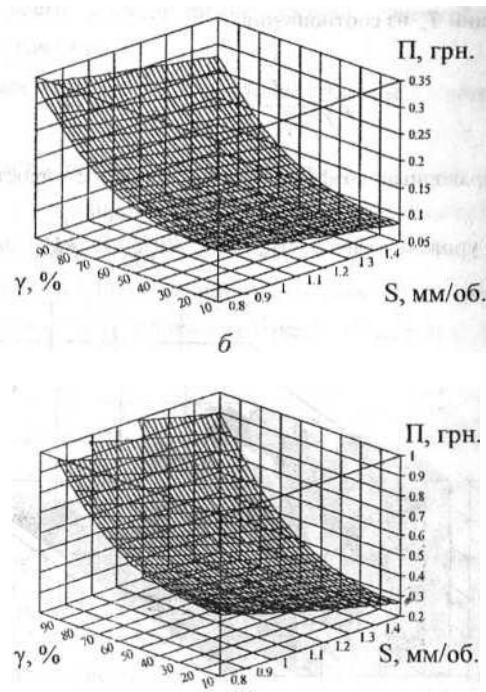


Рисунок 4 - Поправочні коефіцієнти на період стійкості

На рис. 5. показано зміну питомих приведених витрат в залежності від ряду параметрів: періоду стійкості інструменту, часу його заміни, вартості

хвилини роботи верстата. Найбільший вплив і вартість однієї хвилини роботи верстата.



і - $E=1$ грн.; 6- $E=9$ грн ; в - $E=30$ грн.

Рисунок 5 - Вплив γ -% на приведені витрати при різній стійкості станка

Дослідження доцільного рівня надійності за критерієм продуктивності показує, що для важких верстатів доцільно уві зростання рівня надійності до 0, 95. Далі буде показано, що у зв'язку тригономічними обмеженнями, цей рівень необхідно знизити до (І Н і при обслуговуванні важкого токарного верстата одним верстатником. До норматива режимів різання передбачено поправочні коефіцієнти їм подачу і швидкість різання в залежності від необхідного рівня надійності інструменту.

У четвертому розділі Розробка раціональних регламентів експлуатації для інструменти ТОВ збірної конструкції проводиться з урахуванням ТОГО, ЩО середня премія відновлення знижується. Визначаємо інтенсивність сумарного потоку вимог до робочого за умови збереження коефіцієнта готує т системи рівним 0,83 і $ge=5$ хв. У цьому випадку згідно таблиці 1 інтенсивність відмов 0,1714. Умовно припустивши, що навіть якщо потони вимог щодо налаштування інструменту на розмір, прибирання стружки, настрої ке на перехід, зміни режимів різання і спостереження за зоною обробки залишаться незмінними, період стійкості інструменту не повинен бути нижче 60 хв.

Наведені дані показують доцільність більш широкого впровадження верстатів з програмним керуванням і пристроями для автоматичної заміни інструменту.

У п'ятому розділі . Рекомендації з вибору конструкції інструментів і режимів різання для важких токарних верстатів Розроблена структура системи раціональної експлуатації інструменту (інформаційно-підготовча підсистема) і аналіз умов і особливостей експлуатації інструменту на важких верстатах дозволили обґрунтувати склад і обсяг нормативів. У загальномашинобудівні нормативи були включені рекомендації тільки для тих операцій, експериментальних і оброблюваних матеріалів, а також інших умов, приділи ний вага яких досить великий (не менше 2% по трудомісткості оброблюваних деталей). Передбачалося, що випадки обробки, типові той, для певних галузей виробництва або заводів, повинні бути відображені в заводських нормативах або в банку прецедентів. На цьому основі НДІ був визначений перелік операцій, для яких встановлювалися режими різання: зовнішнє поздовжнє точіння, розточування, підрізування торців. прорізання та відрізка конструкційних сталей на феритної основі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1 В якості основного цільового функціонала для розрахунку режимів експлуатації за економічним критерієм приймається для змінної частини питомих приведених витрат, що залежать Іп елементів режиму різання, що враховує, на відміну від раніших виразів, стійкість і число періодів стійкості інструмент, що визначаються з урахуванням як зношування, так і руйнування інструменту, також імовірнісного характеру цих процесів.

2 Включення в цільовий функціонал зв'язків стійкості і числа періодів стійкості, обумовлених міцністю інструменту, з елементами режиму різання дозволило отримати екстремум цільового функціонала переважно в області режимів різання, вільної від обмежень, що спрощує задачу визначення раціональних регламентів експлуатації.

3 При визначенні раціональних елементів режимів різання при чорновому точінні на важких токарних верстатах враховуються обмеження, обумовлені наступними параметрами: масою деталі (обмеження на частоту обертання деталі), надійністю інструменту (обмеження на швидкість різання або подачу), психофізіологічними навантаженнями на робітника (обмеження або період стійкості інструменту).

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота складається з чотирьох розділів: I. Стан питання оптимізації режимів різання. II. Особливості важкого точіння на токарних верстатах III. Розробка цільових функцій для оптимізації режимів різання. IV. Оптимізація режимів різання при точінні на важких верстатах. V. Рекомендації з вибору конструкції інструментів і режимів різання для важких токарних верстатів.

В першому розділі наведений стан питання, а саме його конструктивні і технологічні особливості. Представлені основні технічні характеристики.

У другому розділі особливості важкого точіння на токарних верстатах, подачу вибирають за таблицями режимів різання.

В третьому розділі розроблено цільові функції для оптимізації режимів різання, Призначення елементів режиму різання відбувається у такій послідовності: спочатку вибирається максимально можлива і доцільна глибина різання t , потім максимально можлива подача S , а потім вже підраховується з урахуванням оптимальної стійкості інструмента.

У четвертому розділі Розробка раціональних регламентів експлуатації для інструменти збірної конструкції проводиться з урахуванням того, що середня премії відновлення знижується.

У п'ятому розділі . Рекомендації з вибору конструкції інструментів і режимів різання для важких токарних верстатів Розроблена структура системи раціональної експлуатації інструменту.

Ключові слова: РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ, НАДІЙНІСТЬ, ТОЧІННЯ, ВАЖКІ ВЕРСТАТИ. ТОРЦІВАЯ ФРЕЗА, РІЖУЧА ПЛАСТИНА, ВУЗОЛ КРІПЛЕННЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ГВИНТ З ПРУЖНОЮ ШИЙКОЮ, МОДЕЛЮВАННЯ, НАВАНТАЖЕННЯ.

АННОТАЦИЯ

Магистерская работа состоит из четырех разделов: I. Состояние вопроса оптимизации режимов резания. II. Особенности тяжелого точения на токарных верстатах III. Разработка целевых функций для оптимизации режимов резания

IV. Оптимизация режимов резания при точении на тяжелых станках

V. Рекомендации по выбору конструкции инструментов и режимов резания для тяжелых токарных станков.

В первом разделе приведен состояние вопроса, а именно его конструктивные и технологические особенности. Представлены основные технические характеристики.

Во втором разделе особенности тяжелого точения на токарных станках, подачу выбирают по таблицам режимов резания.

В третьем разделе разработаны целевые функции для оптимизации режимов резания, Назначения элементов режима резания происходит в такой последовательности: сначала выбирается максимально возможная и целесообразная глубина резания t , затем максимально возможная подача S , а затем уже подсчитывается с учетом оптимальной стойкости инструмента.

В четвертом разделе Разработка рациональных регламентов эксплуатации для инструменты сборной конструкции производится С учетом того, что средняя премии восстановления снижается.

В пятом разделе . Рекомендации по выбору конструкции инструментов и режимов резания для тяжелых токарных станков Разработана структура системы рациональной эксплуатации инструмента.

Ключевые слова: РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ОПТИМИЗАЦИЯ, НАДЕЖНОСТЬ, ТОЧЕНИЕ, ТЯЖЕЛЫЕ СТАНКИ. ТОРЦИВАЯ ФРЕЗА, РЕЖУЩАЯ ПЛАСТИНА, УЗЕЛ КРЕПЛЕНИЯ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ВИНТ С УПРУГОЙ ШЕЙКОЙ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, НАГРУЗКА.

ABSTRACT

Master's degree work consists of four sections: I. State a question to optimization of modes of cutting. II. Features heavy turning on turning verlato. The development of objective functions for optimization of cutting conditions

IV. Optimizacia cutting modes when turning on heavy machines

V. Recommendations for the choice of design tools and cutting parameters for hard turning machines.

The first section contains the state of the question, namely its constructive and technological features. Presents the main technical characteristics.

The second section features heavy turning on lathes, the feed choose the tables of cutting data.

The third section is designed objective function for optimization of cutting conditions, Assignments of the elements of the cutting mode occurs in the following sequence: first select the maximum possible and appropriate cutting depth t , then the maximum possible flow S , and then calculated with the optimal tool life.

In the fourth section, the Development of rational regulations for the exploitation tools the TOB design team takes into account the FACT THAT the average premium recovery is reduced.

In the fifth section . Recommendations on the choice of design tools and cutting parameters for hard turning machines Designed structure of the system of rational exploitation of the tool.

Key words: CUTTING conditions, OPTIMIZATION, RELIABILITY, TURNING, HEAVY MACHINES. TARCEVA CUTTER, CUTTING PLATE, CLAMPING, CUTTING, SCREW, ELASTIC WAISTED, MODELING, LOAD.