

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Симонова Анастасія Андріївна



УДК 621.923

**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛЕЗОВОЇ ОБРОБКИ
СУБМІКРОКРИСТАЛІЧНИХ МЕТАЛІВ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ
ПОЧАТКОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАГОТОВОК**

Спеціальність 05.03.01 – процеси механічної обробки,
верстати та інструменти

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків-2010

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування ім. М.Ф. Семка Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Верезуб Микола Володимирович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
професор кафедри інтегрованих технологій
машинобудування ім. М.Ф. Семка

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Долматов Анатолій Іванович,
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»,
декан факультету авіаційних двигунів,
завідувач кафедри технології виробництва
авіаційних двигунів

доктор технічних наук, професор
Клименко Галина Петрівна,
Донбаська державна машинобудівна академія,
завідувач кафедри автоматизації
виробничих процесів

Захист дисертації відбудеться «20» січня 2011р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.12 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Автореферат розісланий «17» грудня 2010р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Пермяков О.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Останні роки відзначені зростаючим інтересом до субмікро- та нанокристалічних металів і сплавів, які вирізняються з-поміж інших своїми високими фізико-механічними властивостями. Методи інтенсивної пластичної деформації дозволяють отримувати об'ємні заготовки із субмікро- та нанокристалічних металів зі значно підвищеним рівнем межі міцності й твердості при збереженні достатньої пластичності. Зазначене поєднання фізико-механічних властивостей зумовлює можливість використання виробів із субмікро- та нанокристалічних металів для ракетної та авіаційної техніки, в автомобільному й фармацевтичному виробництві та для застосування в медицині.

Заготовки отримують методами інтенсивної пластичної деформації за умов високого тиску та відносно низьких температур. В об'ємних заготовках формується субмікро- або нанокристалічна структура, яка складається із зерен, розмежованих здебільшого неврівноваженими, високоенергетичними границями. За наявності високої температури нагрівання інтенсифікуються процеси рекристалізації, оскільки структура субмікро- та нанокристалічних металів є термічно нестабільною.

При виготовленні виробів, що використовуються у різних галузях промисловості, як правило, застосовують механічну обробку. Механічна обробка супроводжується значними пластичними деформаціями та високою температурою різання. Ці фактори можуть стати причинами структурних змін у субмікро- та нанокристалічних металах та, як наслідок, спровокувати зниження початкових фізико-механічних властивостей.

Дослідження особливостей оброблюваності металів із субмікро- та нанокристалічною структурою; закономірностей розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці; впливу початкового розміру зерна, температурного і часового факторів на остаточний розмір зерна структури та визначення на цій основі раціональних умов обробки металів із субмікро- та нанокристалічною структурою є завданнями, що мають певну актуальність. Розв'язання вказаних задач визначило напрям досліджень дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування ім. М.Ф. Семка НТУ «ХП» у рамках НДР МОН України: «Розробка методології управління процесом механічної обробки металів з об'ємною субмікро- та нанокристалічною структурою» (№010U001236) та договору про науково-технічну співдружність між ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМНУ» та Національним технічним університетом «Харківський політехнічний інститут», де здобувач була виконавцем окремих розділів.

Мета і задачі досліджень. Метою дослідження є збереження початкових фізико-механічних властивостей металу заготовки із субмікро- та

нанокристалічною структурою шляхом визначення області раціональних технологічних параметрів лезової обробки металів.

Для досягнення зазначеної мети поставлено наступні задачі:

1. Розробити систему прогнозування структурних змін у субмікро- та нанокристалічних металах під дією температурного, часового чинників та вихідного розміру зерна в процесі механічної обробки.

2. Вивчення розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці у процесі точіння із застосуванням методу скінченних елементів.

3. Дослідження особливостей лезової обробки металів із субмікротвердістю структурою та ступеню впливу параметрів процесу різання (швидкість, подача, глибина різання) на його фізичні (коефіцієнт деформації стружки, сила і температура різання), якісні (шорсткість та мікротвердість поверхневого шару) та експлуатаційні (корозійна стійкість, біосумісність) показники.

4. Визначення раціональних параметрів лезової обробки субмікротвердих металів, що забезпечують збереження їх початкового структурного стану та високих фізико-механічних і експлуатаційних властивостей.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки субмікротвердих металів.

Предмет дослідження – лезова обробка субмікротвердих металів.

Методи дослідження. Роботу виконано на основі положень теорії різання матеріалів та теплофізичних закономірностей, фізики твердого тіла, матеріалознавства, теорії дисперсних систем. Під час експериментального дослідження процесу різання металів із субмікротвердістю структурою вимірювання температури різання здійснювали методом природної термопари, вимірювання сил – трикомпонентним динамометром з реєстрацією цифрових даних у режимі реального часу. Отримання даних про оброблюваність досліджуваних металів та якість поверхневого шару виконано за допомогою визначення коефіцієнта деформації стружки ваговим методом, шорсткості та мікротвердості. Моделювання розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці виконано за допомогою методу скінченних елементів у середовищі програмного комплексу ANSYS. Експериментальні дослідження структури металів проводились на скануючому електронному мікроскопі та за допомогою рентгеноструктурного аналізу; обробка даних, отриманих у вигляді інтерференційних ліній, проводилася у прикладному пакеті New Profile. При обробці результатів досліджень застосовували методи математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Уперше запропоновано науково-обґрунтований підхід до визначення раціональних параметрів лезової обробки металів із субмікротвердістю структурою, що базується на розрахунку остаточного розміру кристаліту під впливом температурного і часового чинників процесу різання та результатах моделювання температурних полів в оброблюваній заготовці.

2. Отримано аналітичні залежності інтенсивності зростання зерна в металах із субмікро- та нанокристалічною структурою, які враховують особливості їх будови, що дозволяє розрахувати інтенсивність зростання зерна залежно від значення температурного чинника, часу його впливу та початкового розміру зерна. У формулі визначення остаточного розміру кристаліту уточнено параметр інтенсивності зростання зерна, що дає змогу прогнозувати зміни структури різних субмікро- та нанокристалічних металів у результаті впливу температурно-часових факторів процесу механічної обробки.

3. Отримали подальший розвиток дослідження фізичних особливостей процесу різання (коефіцієнт деформації стружки, сила і температура різання), стану поверхневого шару (шорсткість і мікротвердість) та експлуатаційних характеристик (корозійна стійкість, біосумісність) металів із субмікроекристалічною структурою, які виявили суттєві відмінності порівняно з обробкою їх аналогів з крупнокристалічною структурою. Установлено, що вирішальним чинником, який викликає зміни початкової структури заготовки, є температура при різанні.

4. Установлено залежності, що пов'язують значення остаточного розміру зерна структури з елементами режиму різання – швидкістю різання і подачею, які є базою для визначення раціональних параметрів лезової обробки субмікроекристалічних металів, що забезпечують збереження їх початкового структурного стану та високих фізико-механічних і експлуатаційних властивостей.

Практичне значення отриманих результатів для промисловості полягає в тому, що розроблено методику визначення раціональних технологічних параметрів лезової обробки металів із субмікроекристалічною структурою, які дозволяють зберегти вихідну структуру металу заготовки та створювати вироби з принципово новими експлуатаційними властивостями. Практичне застосування алгоритму мало місце при використанні субмікроекристалічного титану VT1-00 для працюючої частини комплекту пуансонів таблеткового пресу РТП-30 у виробничому процесі на ЗАТ «Лекхім-Харків» (м. Харків), що дозволило підвищити зносостійкість комплектів пуансонів на 20 %, очікуваний економічний ефект складає 32 465 грн.

З використанням запропонованого алгоритму створено дослідні зразки імплантатів із субмікроекристалічного титану VT1-00 для медико-біологічних досліджень, які проводилися на базі ДУ «Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України» (м. Харків) і показали задовільну біосумісність субмікроекристалічного титану VT1-00 з кістковою тканиною.

Подано дві заявки на видачу деклараційних патентів: спосіб визначення допустимої швидкості різання при механічній обробці субмікро- та нанокристалічних металів (заявка № у 2010 09836) та спосіб формування біоінертного покриття на імплантатах із титану та його сплавів (заявка № у 2010 11014).

Особистий внесок здобувача. Усі наукові положення дисертації, які виносяться на захист, розроблені здобувачем самостійно. Серед них: обґрунтування планів і програм експериментів, виконання досліджень, обробка та узагальнення результатів, участь у впровадженні. Постановка задач досліджень, аналіз і обговорення отриманих результатів виконувалися здобувачем спільно з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертації доповідались і обговорювались на: XXVIII–XXX науково-технічних семінарах «Семківські молодіжні наукові читання» (м. Харків, 2008 – 2010 рр.); VIII, IX Всеукраїнських конференціях «Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво» (м. Луцьк, 2008 р., м. Запоріжжя, 2009 р.); Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених, аспірантів та студентів «Прогресивні напрями машино-приладобудівних галузей та транспорту» (м. Севастополь, 2009 р.); X Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивна техніка та технологія – 2009» (м. Київ – м. Севастополь, 2009 р.); XV Міжнародній науково-технічній конференції «Фізичні та комп'ютерні технології» (м. Харків, 2010 р.); XVII, XIX Міжнародних науково-технічних семінарах «Високі технології: тенденції розвитку» Інтерпартнер – 2008, 2010 (м. Харків – м. Алушта, 2008 р., м. Харків, 2010 р.).

У повному обсязі дисертація доповідалась на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування ім. М.Ф. Семка Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Публікації. Основний зміст дисертації відображено у 10 наукових публікаціях, з них 6 статей у наукових фахових виданнях ВАК України.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 6 розділів основної частини, висновків, додатків та списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 210 сторінок; з них 64 рисунки по тексту, 12 рисунків на окремих 8 сторінках, 16 таблиць по тексту, 1 таблиця на окремих 2 сторінках, 6 додатків на 26 сторінках, список використаних джерел зі 200 найменувань на 21 сторінці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність та доцільність дисертації, сформульовано її мету і задачі, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, наукову новизну та практичне значення результатів досліджень.

У першому розділі виконано аналіз літературних джерел щодо проблем створення металів із субмікро- та нанокристалічною структурою, особливостей внутрішньої будови цих матеріалів, фізико-механічних властивостей та методів їх обробки. Об'ємні субмікро- та нанокристалічні метали отримують переважно методом інтенсивної пластичної деформації. Проведений аналіз дозволив виявити високі фізико-механічні властивості субмікро- та нанокристалічних металів, обумовлені дрібним розміром зерна та специфічною структурою

границь розподілу, що забезпечують використання цих металів у різних галузях виробництва.

Границі зерен у субмікро- та нанокристалічних металах недосконалі та невірні щодо структури. У роботах Валієва Р.З., Воронової Л.М., Дегтярьова М.В., Галєєва Р.Р., Саліщева Г.А., Чашухіної Т.І., Чувільдєєва В.Н., Gleiter H., Kaptay G., Lowe T.C., Zhu Y.T. та ін. зауважено, що в металах із субмікро- та нанокристалічною структурою спостерігається низькотемпературна рекристалізація та аномальне зростання зерна, що пов'язане з особливою дефектною структурою металів. Установлено, що основними чинниками, які впливають на інтенсивність росту зерна, є температурний чинник, час його впливу та вихідний розмір зерна після інтенсивної пластичної деформації.

При виготовленні виробів із субмікро- та нанокристалічних металів, як правило, застосовують обробку різанням. Процес механічної обробки, який супроводжується високими температурами в зоні різання, може викликати небажані зміни структури металу. Питанням визначення температури різання, температурних полів у деталі, інструменті та стружці й вивчення законів розповсюдження теплоти в зоні різання та розподілу температур на контактних поверхнях інструменту зі стружкою та деталлю присвячені праці Данієляна А.М., Резникова А.Н., Семка М.Ф., Tomson V.V., Trent E.M.

Другий розділ присвячено методичному забезпеченню теоретичних і експериментальних досліджень фізики процесу різання, оброблюваності субмікроекстремальних металів, якості поверхневого шару, експлуатаційних характеристик. Викладено загальну методику проведення досліджень, обґрунтовано вибір оброблюваних матеріалів, базового устаткування, реєструвальних приладів. Розроблено базову методику скінченно-елементного моделювання розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці.

Досліджувались зразки технічно чистого титану ВТ1-00 та міді М0, що зумовлено різницею їх фізико-механічних властивостей, з метою оцінки поведінки різного роду металів та отримання закономірностей для групи технічно чистих металів. Отримання заготовок із субмікроекстремальною структурою проводилось методом інтенсивної пластичної деформації, зокрема, методом усебічного кування.

Для механічної обробки використовували токарні прохідні різці з твердосплавного матеріалу ВК8 для обробки титану та ВК6 для обробки міді. Дослідження проводились на токарному верстаті з ЧПК 16Б16Ф1С1 (НТУ «ХП»). Обробка зразків здійснювалась з постійною глибиною різання $t = 0,5$ мм, подачею $s = 0,09 \div 0,14$ мм/об при обробці титану, $s = 0,14 \div 0,24$ мм/об при обробці міді. Швидкість різання змінювалась у межах можливостей верстата $v = 30 \dots 160$ м/хв.

Температура різання вимірювалась методом природної термопари (КНУ імені Михайла Остроградського, м. Кременчук), складові сили різання – за допомогою динамометра УДМ600 з реєстрацією цифрових даних в режимі реального часу LTR-U-1 MEASURING INSTRUMENT (СумДУ, м. Суми).

Параметри процесу різання – такі як коефіцієнт деформації стружки – визначали ваговим методом. Стан поверхневого шару – шорсткість поверхні – вимірювалась електронним профілографом-профілометром «Sartronic3+», мікротвердість – за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3 на шліфах (НТУ «ХП»). Зміна фізико-механічних властивостей металу за глибиною поверхневого шару оцінювалась за зміною мікротвердості, що визначалась на косих шліфах. Значення мікротвердості отримували як середнє з десяти відбитків.

Металографічні дослідження проводились на скануючому електронному мікроскопі Hitachi S-4800 та за допомогою рентгеноструктурного аналізу (дифрактометр рентгенівського випромінювання типу D8 Advance, Bruker AXS; Інститут ВАУ-NANO, м. Мішкольц, Угорщина). Умовний середній діаметр зерна розраховувався методом підрахунку перетинів границь зерен відрізками прямих.

Для зразків субмікросталічного титану VT1-00 проведено визначення корозійної стійкості за допомогою електрохімічних досліджень на потенціостаті ПИ50.1-1 (НТУ «ХП») у розчині 0,9 % NaCl при кімнатній температурі та медико-біологічні випробування (ДУ «ПХС» ім. проф. М.І. Ситенка АМНУ», м. Харків).

У *третьому розділі* викладено систему розрахунків з прогнозування інтенсивності росту зерна під впливом температурного чинника, часу його впливу та вихідного розміру зерна і реалізовано роботу алгоритму визначення остаточної величини кристаліту з використанням експериментальних даних.

Для знаходження остаточної розміру зерна нано- та субмікросталічного металу під впливом температурно – часових чинників та вихідного розміру зерна створено алгоритм на базі таких етапів:

- 1) вибір металу з початковим розміром зерна D_0 (м), необхідними даними для розрахунків є діюча температура T (К) і час її впливу τ (с);
- 2) розрахунок інтенсивності росту зерна k для вибраного металу;
- 3) визначення остаточної розміру зерна за відомою для крупнокристалічних металів формулою

$$D = \sqrt{(D_0)^2 + 2 \cdot k \cdot \tau}, \quad (1)$$

де D_0 – початковий розмір зерна металу (м), τ – час впливу теплового джерела (с), k – інтенсивність росту зерна ($\text{м}^2/\text{с}$).

З огляду на те, що у роботах Валієва Р.З., Скорохода В.В., Gleiter Н. зауважено, що границі зерен у субмікро- та нанокристалічних металах виявляють властивості як кристалічних, так і аморфних твердих тіл, інтенсивність росту зерна визначають для обох випадків. Інтенсивність збільшення зерна при кристалічних властивостях границь зерен визначається за наступною формулою

$$k \cong A \cdot \frac{T_m}{T} \cdot \exp\left(-B \cdot \frac{T_m}{T}\right), \quad (2)$$

де $A = (1,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$ (м²/с), $B = p + z$, p – параметр, який залежить від параметрів кристалічної ґрати ($p = 14$ для ОЦК, $p = 17$ для ГЦК та ГЦУ), z – валентність металу, T_m – температура топлення металу (К), T – температура, що впливає на метал (К).

Інтенсивність росту зерна при аморфних властивостях границь зерен визначається за формулою

$$k = (8,5 \pm 3) \cdot 10^{-9} \cdot \frac{V_m^{1/3} \cdot T_m}{M^{1/2} \cdot T^{1/2}} \cdot \exp\left[-(2,34 \pm 0,20) \cdot \frac{T_m}{T}\right], \quad (3)$$

де V_m – молярний об'єм (м³/моль), M – молярна маса (кг/моль), T_m – температура топлення металу (К), T – температура, що впливає на метал (К).

Формули (2) і (3) коректні для металів, початковий розмір зерна яких знаходиться в інтервалі 100÷500 нм, та під дією температур, що не перевищують температуру топлення досліджуваного металу.

Використовуючи експериментальні значення, отримані у даній роботі та іншими дослідниками, для субмікрокристалічного титану, міді, нікелю, армко - заліза, ніобію, розраховуємо інтенсивність росту зерна за рівнянням (2), яке враховує кристалічну природу границь зерен, та за рівнянням (3), що враховує аморфну природу границь зерен у субмікро- та нанокристалічних металах. Отримані результати розрахунків інтенсивності росту зерна у субмікро- та нанокристалічних металах (з огляду на прояви різної природи границь зерен) для наочності об'єднуємо для п'яти металів з різною кристалічною будовою та фізико-механічними і теплофізичними властивостями (рис.1).

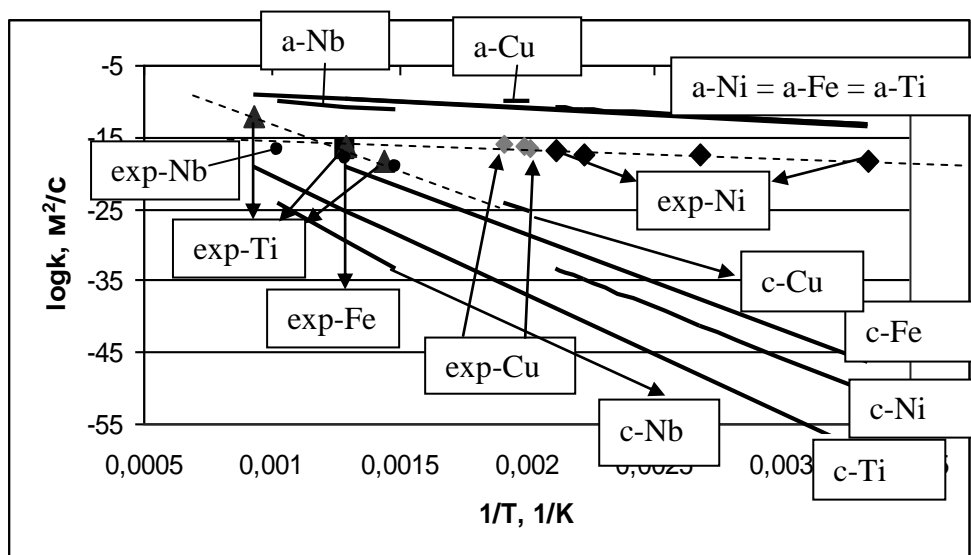


Рис.1 Область розв'язання щодо інтенсивності росту зерна

Аналіз адекватності розрахунків, проведений з урахуванням експериментальних точок, показав, що величини інтенсивності зростання зерна, розраховані для експериментальних точок для ряду чистих металів (титан, мідь,

нікель, ніобій), знаходяться в середині інтервалу між теоретичними прямими, які отримано аналітично з урахуванням припущення про кристалічну та аморфну природу границь зерен металів із субмікро- та нанокристалічною структурою.

Основним чинником, який впливає на зростання зерна (рекристалізацію), є температура. З урахуванням літературних даних про температуру різання деяких чистих металів, проведено теоретичні дослідження зростання зерна з розрахунком остаточного розміру кристаліту під впливом температурного, часового чинників та вихідного розміру зерна. Діапазон досліджуваних температур для титану становить 773...873 К, для міді – 423...623 К, для нікелю – 823...1023 К.

Розглянуто поведінку чистих металів з нанокристалічною структурою (розмір зерна 25, 50, 70, 100 нм) та із субмікрокристалічною структурою (розмір зерна 150, 200, 250, 300 нм).

Отримані графіки (рис. 2) на прикладі титану ілюструють звуження зони з нанокристалічною структурою та зони із субмікрокристалічною структурою, у якій зберігаються високі значення фізико-механічних властивостей при підвищенні температури.

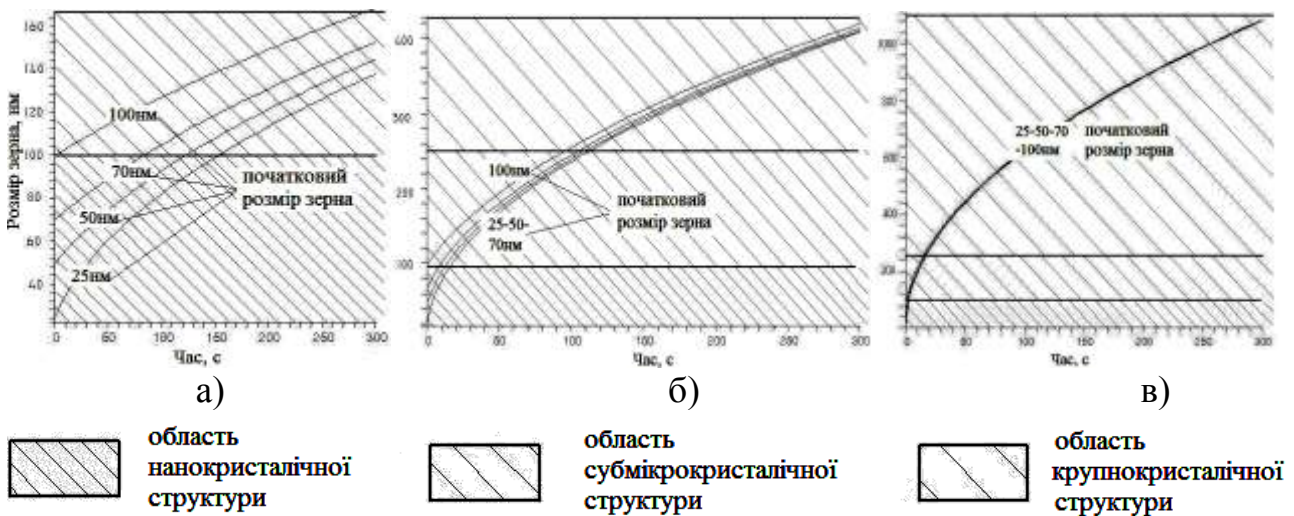


Рис. 2 Залежності зростання розміру зерна нанокристалічного титану при механічній обробці під дією температури: а) 773 К, б) 823 К, в) 873 К

Температура 873 К, яка є середньою в зоні різання при обробці чистого титану, та час її впливу 5 – 10 с викликає зростання зерна нанокристалічного титану вище критичної позначки (300 нм), установлені для зони високих фізико-механічних властивостей. Вплив середньої температури в зоні різання для міді та нікелю протягом 5...10 с також викликає вихід остаточного розміру зерна за межі припустимого, при умові збереження початкових властивостей металу заготовки.

У зв'язку з тим, що обробка різанням супроводжується достатньо високими температурами різання, викликає інтенсивне зростання зерна

наноструктурних металів та, як наслідок, зниження фізико-механічних властивостей, в якості заготовки вибрано метали із субмікроструктурною структурою, яка характеризується меншою поверхневою енергією.

Збільшення вихідного розміру зерна дозволило знизити інтенсивність процесу рекристалізації. Однак температура 873 К для субмікроструктурного титану однаково призводить до збільшення остаточного розміру кристаліту вище за критичний. Аналогічні результати спостерігаються для субмікроструктурних міді та нікелю.

Таким чином, при регулюванні лише вихідного розміру зерна неможливо здійснити механічну обробку металів із субмікро- та нанокристалічною структурою без втрати початкової структури та високих фізико-механічних властивостей. У зв'язку з тим, що головним чинником, який впливає на зростання розміру зерна, є температура, необхідно контролювати теплові явища у зоні різання.

Четвертий розділ присвячено моделюванню розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці. Експериментальне визначення температурних явищ у цьому розділі доповнено комп'ютерним моделюванням температурних полів.

Температура різання залежить від потужності теплових джерел у зоні деформації та на передній поверхні інструменту, інтенсивності стоку тепла у деталь та інструмент. Під час різання температура значно зростає при збільшенні швидкості. Температура різання істотно залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

Вимірювання температури різання субмікроструктурного титану та міді здійснюється при варіюванні тільки величини швидкості різання за допомогою природної термопари.

Середня температура контакту, яка досягається при обробці субмікроструктурного титану, складає 850...900 К, що на 15 – 20 % вище за температуру при обробці крупнокристалічного титану (750...800 К) (рис. 3). Підвищення середньої температури контакту під час обробки субмікроструктурного титану пояснюється збільшенням міцності та твердості оброблюваного металу. Підвищена твердість призводить до зростання напруги на умовній площині зсуву та, як наслідок, збільшення роботи деформування та тепловиділення. Обробка субмікроструктурного титану зі швидкостями різання вище 100 м/хв зумовлює зниження характеристик міцності, що викликано структурними змінами металу під впливом температурного чинника, у результаті чого температура різання субмікроструктурного та крупнокристалічного титану монотонно наближуються до рівного значення (рис. 3).

Висока теплопровідність міді призводить до зниження температури різання за рахунок відведення значної частини теплоти в оброблювану заготовку. Середня температура контакту субмікроструктурної міді на 15 – 20 % вища за обробку крупнокристалічної міді (рис. 3).

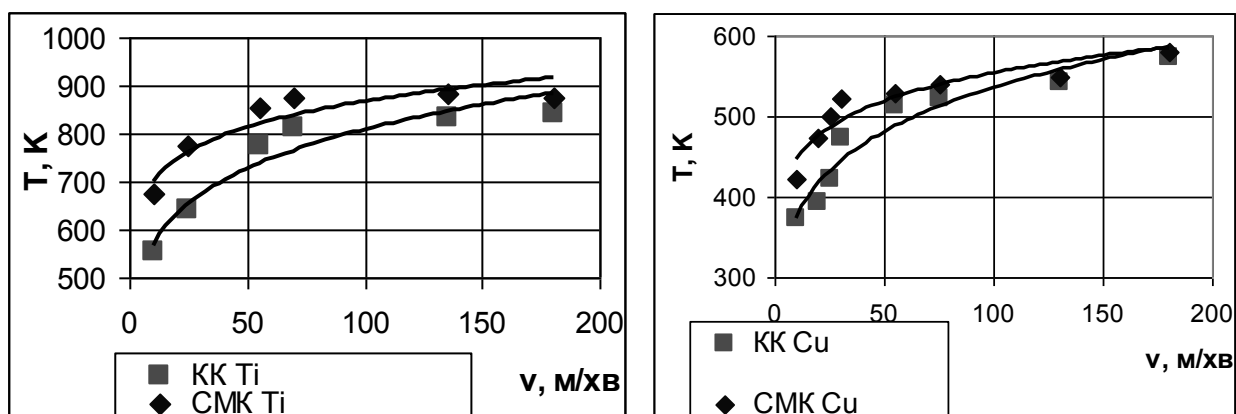


Рис. 3 Залежність температури різання від швидкості різання при обробці чистого титану та міді

Для дослідження теплових явищ в оброблюваній заготовці проведено ряд розрахунків із застосуванням скінченно-елементного моделювання. У зв'язку з тим, що в процесі різання теплове джерело рухається, створюється локальне та рухоме температурне поле, яке ускладнює експериментальні дослідження, тому дослідження температурних полів здійснюють за допомогою комп'ютерного моделювання. В основу моделювання покладено наступну модель (рис. 4).

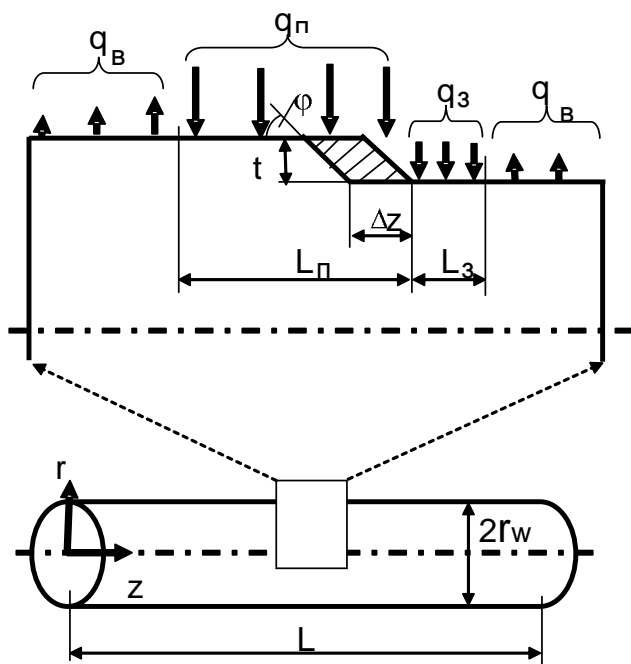


Рис. 4 Модель процесу теплообміну при точінні

Геометрія зони різання становить двовимірну зону у циліндричній системі координат r - z . На поверхні (вся зовнішня поверхня заготовки) діє теплообмін з навколишнім середовищем з коефіцієнтом теплообміну. У зоні різання на кільцевій поверхні впливу різця на деталь здійснюється перехід теплових потоків q_n та q_z від різця до деталі. Зона надходження теплових потоків рухається зі швидкістю v уздовж осі деталі справа наліво. Праворуч від різця матеріал деталі відходить у стружку, тому ця зона із розрахунків вилучається.

Розрахунок теплових потоків від різця до деталі та значення коефіцієнтів теплообміну проводили за методом, розробленим Резніковим А.Н.

На основі прийнятих фізичної та математичної моделей сформульовано задачу розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці. Розглядається

певна двовимірний область, яка відповідає перерізу оброблюваної заготовки поздовжньою площиною, що проходить через її вісь (рис. 4).

Кільцеве теплове джерело у двовимірній постановці показано у вигляді джерел тепла інтенсивністю q_n та q_3 , рівномірно розповсюдженого по площі контакту інструменту з оброблюваною заготовкою. На кожному наступному етапі розв'язання задачі протягом відрізка часу (кроку) Δt^* джерело тепла вважається нерухомим та розташованим на границі тіла на відстані $x^* = n^* \Delta x^*$ від початку координат (див. рис. 6), де n^* – номер квазістатичного розрахунку. На наступному кроці (через час Δt^*) джерело переміщується у положення, яке визначається координатою $x^* + \Delta x^*$, при цьому заштрихована частина тіла (зрізана) вилучається із розгляду, а отримане температурне поле деталі вважається початковим станом для наступного етапу розрахунку.

Для розв'язання поставленої задачі створено скінченно-елементну модель, що складається з 300 елементів і 341 вузла. Для моделювання поверхневого шару, отриманого внаслідок лезової обробки, створено скінченно-елементну модель, яка складається з 750 елементів і 806 вузлів. Як скінченний елемент вибрано спеціальний теплопровідний елемент *PLANE55 2-D Thermal Solid*. Усі розрахунки проводились у програмному комплексі *ANSYS*.

Моделювання розподілу температурних полів в обробленій заготовці проводилось на різних дослідних субмікросталічних металах (титан, мідь, нікель, ніобій) з різними інструментальними матеріалами та режимами обробки. Результати моделювання для субмікросталічного титану наведено на рис. 5.

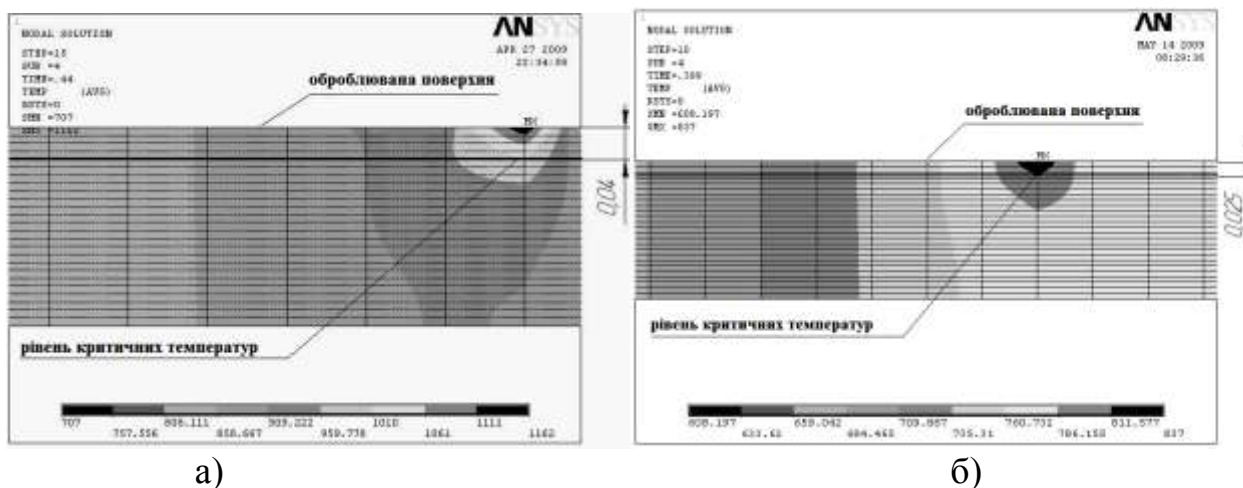


Рис. 5 Розподіл температурних полів у прирізцевій зоні після третього проходу:

а) ВК8, $v = 160$ м/хв, $s = 0,14$ мм/об, $t = 0,5$ мм;

б) ВК8, $v = 30$ м/хв, $s = 0,09$ мм/об, $t = 0,5$ мм

Результати моделювання розподілу температурних полів показали, що під час обробки зі швидкістю 160 м/хв температура, яка проникає в оброблювану заготовку, складає 1162 К та викликає структурні зміни металу заготовки. При зниженні швидкості різання до 30 м/хв значення температури

суттєво знижується до 783 К, що є допустимою температурою для збереження початкової структури. Використання як матеріал різальної частини інструменту синтетичного алмаза дозволить підвищити продуктивність обробки за рахунок збільшення допустимої швидкості різання до 120 м/хв з огляду на те, що синтетичний алмаз має високий показник теплопровідності.

Моделювання розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці з субмікросталічних міді та ніобію показало: механічна обробка без охолодження викликає суцільне нагрівання заготовки та структурні перетворення.

Проведені дослідження свідчать, що температура в зоні контакту інструмента з оброблюваною заготовкою та накопичене тепло в оброблюваній заготовці в процесі обробки здатні викликати структурні зміни в металі початкової заготовки. Для визначення допустимих умов обробки металів з субмікросталічною структурою необхідний індивідуальний підхід, який враховує початковий розмір зерна та фізико-механічні властивості металу. Це реалізується за допомогою визначення області раціональних умов обробки для певної пари «заготовка – інструментальний матеріал» із зазначеним початковим розміром зерна заготовки.

У п'ятому розділі наведено експериментальні дані дослідження фізики процесу різання субмікросталічних металів та показників оброблюваності.

Металографічний аналіз зразків дозволив визначити середній розмір зерна металу. У титані після усебічного кування утворилася так звана «бамбукова структура» із середнім розміром зерна 250 ± 50 нм. Механічна обробка (ВК8, $v = 30$ м/хв, $s = 0,09$ мм/об, $t = 0,5$ мм) викликала незначне зростання розміру зерна до 270 ± 50 нм. Умови обробки (ВК8, $v = 160$ м/хв, $s = 0,14$ мм/об, $t = 0,5$ мм) призвели до структурних змін, які викликали зростання зерна до 400 ± 50 нм. У зразка міді після всебічного кування спостерігається однорідна структура із середнім розміром зерна 250 ± 50 нм. Механічна обробка без застосування охолодження при розглянутих режимах обробки (ВК6, $v = 30$ м/хв, $s = 0,14$ мм/об, $t = 0,5$ мм, та ВК6, $v = 160$ м/хв, $s = 0,24$ мм/об, $t = 0,5$ мм,) викликає структурні зміни, які супроводжуються зростанням зерна вище 500 ± 50 нм.

Дослідження виявили, що коефіцієнт деформації стружки у субмікросталічних металів менший, ніж у їх крупнокристалічних аналогів, що пояснюється незначним зниженням пластичності субмікросталічних металів (рис. 6).

Головна складова сили різання P_z при обробці субмікросталічного титану на 15...20 % вища порівняно з обробкою крупнокристалічного зразка з різними значеннями подачі та при глибині обробки до 1мм. Збільшення сили P_z пов'язане зі збільшенням твердості та міцності субмікросталічного титану.

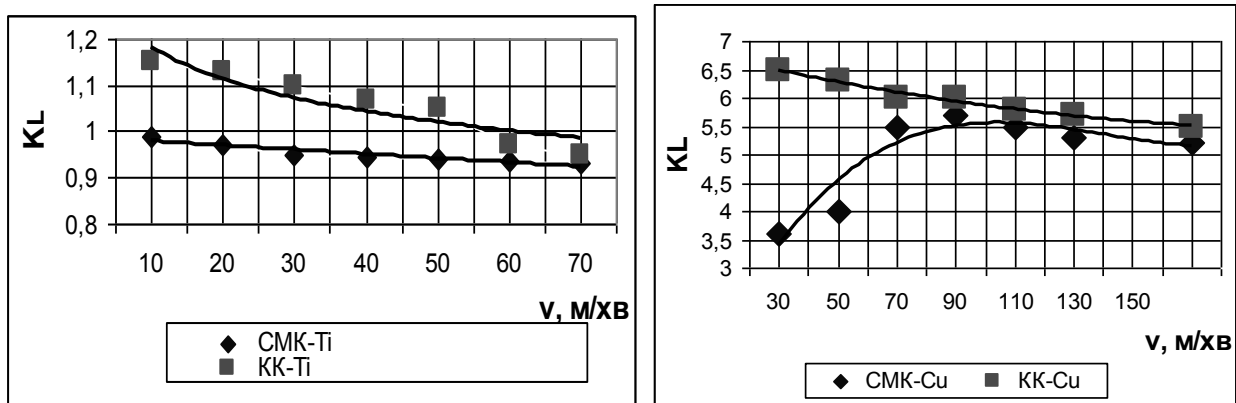


Рис. 6 Залежність коефіцієнта деформації стружки від швидкості різання для титану та міді

Проведені аналітичні розрахунки показали, що у зв'язку з підвищенням міцності знижується опір зсуву у зоні стружкоутворення, що призводить до зменшення кута зсуву ($\Phi=38^\circ$) при обробці субмікросталічного титану порівняно з крупнокристалічним аналогом ($\Phi=47^\circ$). Зниження середнього коефіцієнта тертя при різанні субмікросталічного титану пов'язане зі зменшенням адгезійної складової коефіцієнта тертя за рахунок виникнення оксидів титану на поверхні контакту.

Шорсткість обробленої поверхні за параметром R_a при обробці субмікросталічних металів нижча порівняно з обробкою аналогічних крупнокристалічних металів, тому що вплив пластичної деформації при точінні на шорсткість поверхні залежить від твердості оброблюваного матеріалу; з підвищенням твердості шорсткість знижується.

Доведено, що величина мікротвердості субмікросталічних металів у 1,2...1,5 раза перевищує значення крупнокристалічних аналогів (рис. 7).

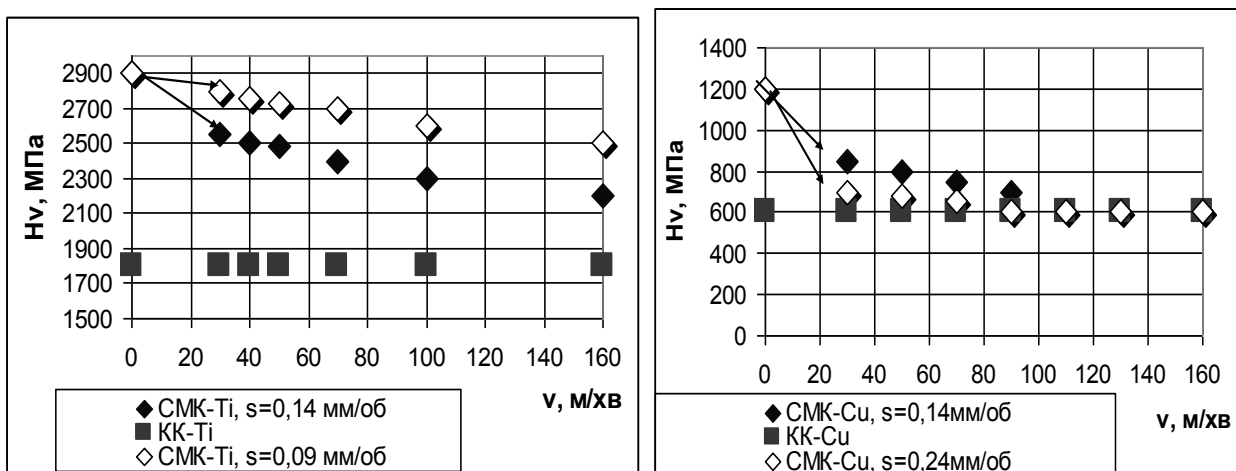


Рис. 7 Залежність мікротвердості від швидкості різання при обробці титану та міді

При механічній обробці з високими значеннями швидкості різання та подачі, які призводять до зростання температури різання, спостерігається значне зниження характеристик поверхневого шару металів з субмікроструктурою.

Для зразків із субмікро- та крупнокристалічного титану VT1-00 проведені корозійно-електрохімічні дослідження з огляду на перспективну галузь застосування титану, якою є медицина. Дослідження показали, що титан у субмікроструктурі виявляє більшу електрохімічну активність порівняно з крупнокристалічним аналогом. Однак у зоні низьких потенціалів до 0,2 В, які спостерігаються у тілі людини, субмікроструктурний титан демонструє пасивність, характерну для крупнокристалічних зразків, що зумовлює можливість успішного використання субмікроструктурного титану в імплантології.

Результати медико-біологічних досліджень, отриманих на базі ДУ «ІПХС» ім. проф. М.І. Ситенка АМНУ», м. Харків, дозволяють зробити висновок, що субмікроструктурний титан VT1-0 зберігає високі показники біосумісності, які характерні для його крупнокристалічного аналогу. З урахуванням високих фізико-механічних характеристик, властивих субмікроструктурному титану, він може стати альтернативною заміною відомим сплавам (VT6, VT16 та ін.). Після проведення клінічних випробувань даний матеріал може бути запропонований для впровадження в медичну практику.

У шостому розділі запропоновано методику визначення раціональних параметрів лезової обробки субмікро- та нанокристалічних металів з метою збереження вихідної структури металу заготовки.

З використанням розрахунків інтенсивності зростання зерна під впливом температурного, часового чинників та початкового розміру зерна й розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці при механічній обробці, створено методику пошуку раціональних умов обробки металів із субмікро- та нанокристалічною структурою.

Для пошуку раціональної області вирішення у системі координат «швидкість різання – подача» будуються поля обмежень, які розбивають діаграму на декілька ділянок. Побудовано дві лінії обмеження та отримано три ділянки, що характеризують стан структури металу після механічної обробки.

Для побудови кривих обмеження необхідно виконати скінченно-елементне моделювання розподілу температурних полів з метою отримання значень температур та часу їх впливу. При вихідних умовах (матеріал заготовки та різальної частини інструмента, діаметр заготовки, глибина різання, мастильно-охолоджувальне технологічне середовище) комбінуємо можливі варіанти швидкості різання та подачі, допустимі для пари оброблюваний матеріал – різальний інструмент, та виконуємо скінченно-елементне моделювання. Значення початкового розміру зерна, температури та часу її впливу підставляємо до формули для визначення остаточного розміру зерна. З

розглянутих комбінацій швидкість різання – подача вибираємо ті, що викликають зростання вихідного розміру зерна на 10 % та 100 %.

Будується крива, що демонструє збільшення розміру зерна на 10 %. Ця крива обмежує область обробки, що забезпечує збереження початкової структури металу заготовки або незначне збільшення розміру зерна.

Друга крива будується для значень швидкості різання та подачі, які спричиняють зростання зерна на 100 %. Залежно від вихідного розміру зерна та встановлених параметрів структури друга крива створює зону недопустимих режимів обробки та визначає розміри області, в якій зростання зерна перевищує 100 %.

Запропонована методика розглянута на прикладі субмікросталічних титану та міді (рис. 8).

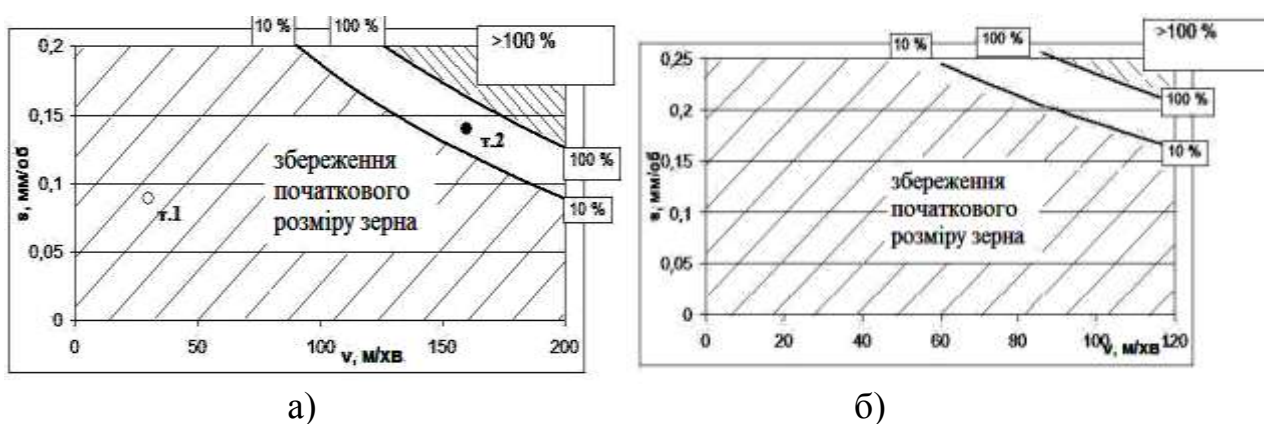


Рис. 8 Діаграма визначення раціональних умов обробки а) титану; б) міді

Отримані експериментальні результати (т. 1, т. 2, рис. 8 а) підтверджують коректність розробленого підходу. За представленими діаграмами вибираємо раціональні умови обробки субмікросталічного титану та міді. Наведена діаграма (рис. 7 а), коректна для заданих початкових умов (чистий титан, вихідний розмір зерна – 250 нм; матеріал різальної частини – ВК8, глибина різання – 0,5 мм).

За діаграмою (рис. 8 б) вибираємо раціональні умови обробки (швидкість різання та подача) субмікросталічної міді при використанні мастильно-охолоджувального технологічного середовища, які забезпечать збереження вихідної структури металу заготовки.

Аналогічні діаграми для визначення раціональних умов обробки можуть бути побудовані для різних металів.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена розв'язанню науково-практичної задачі щодо визначення раціональних технологічних параметрів лезової обробки металів із субмікро- та нанокристалічною структурою для збереження вихідних властивостей. За результатами досліджень зроблені наступні висновки:

1. Запропоновано науково-обґрунтований підхід для визначення області раціональних умов обробки (інструментальний матеріал, режими різання, технологічні середовища) металів із субмікро- та нанокристалічною структурою, які дозволяють забезпечити збереження в оброблюваній заготовці вихідних фізико-механічних властивостей. Алгоритм розрахунку побудовано на вихідних параметрах заготовки (розмір зерна та теплофізичні характеристики), розрахунків прогнозування інтенсивності росту зерна під впливом температурного та часового чинників, що характеризують процес різання металу заготовки.

2. Отримано аналітичні залежності інтенсивності росту зерна із субмікро- та нанокристалічною структурою, що базуються на положеннях молекулярної фізики, фізики твердого тіла та металознавстві, дозволяють розрахувати інтенсивність росту зерна залежно від значення температурного фактора. У формулі визначення остаточного розміру кристаліту уточнено параметр інтенсивності зростання зерна, що дозволяє прогнозувати збільшення розміру зерна різних металів у результаті впливу температурно-часових чинників під час механічної обробки.

3. Проведено експериментальні та теоретичні дослідження температури різання та теплових явищ у процесі обробки металів із субмікрорісталічною структурою. На основі теорії різання металів та теплофізичних залежностей отримано фізичну та математичну моделі розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці. Створена динамічна скінченно-елементна модель. Моделювання у програмному комплексі ANSYS дозволило розглянути закономірності розподілу температурних полів у поверхневому шарі заготовки, отримати значення температур та часу їх впливу на заготовку.

4. Вивчено особливості процесу різання титану та міді з субмікрорісталічною структурою. Дослідження виявили, що коефіцієнт деформації стружки у субмікрорісталічних металів менший порівняно з крупнокристалічними аналогами, що пояснюється незначним зниженням пластичності субмікрорісталічних металів. Визначено кути зсуву у зоні стружкоутворення та коефіцієнти тертя для субмікро- та крупнокристалічного титану. Головна складова сили різання P_z при обробці субмікрорісталічного титану на 15...20 % вища, ніж при обробці крупнокристалічного титану з різними значеннями подачі, при глибині обробки до 1 мм. Збільшення сили P_z пов'язано зі збільшенням твердості та міцності субмікрорісталічного титану. Шорсткість за параметром R_a при обробці субмікрорісталічних металів нижча порівняно з обробкою крупнокристалічних металів. Величина шорсткості поверхні при точінні залежить від твердості оброблюваного матеріалу, з підвищенням твердості шорсткість знижується. Величина мікротвердості субмікрорісталічних металів у 1,2...1,5 раза перевищує значення крупнокристалічних аналогів. Однак при механічній обробці з високими значеннями швидкості різання та подачі, які призводять до зростання

температури різання, спостерігається нівелювання перерахованих особливостей процесу механічної обробки.

5. Розроблено теоретичні основи та способи реалізації пошуку раціональних умов обробки металів із субмікро- та нанокристалічною структурою. Результати роботи моделі з розподілу температурних полів в оброблюваній заготовці і розрахунків інтенсивності зростання зерна під впливом температурного чинника, часу його дії та початкового розміру зерна дозволяють визначити технологічні умови обробки, що забезпечать збереження початкової структури металу заготовки.

6. Практичне застосування результатів дисертаційного дослідження пов'язане із використанням титану VT1-00 із субмікроструктурою для комплектів робочої частини пуансонів таблеткового пресу у виробничому процесі ЗАТ «Лекхім-Харків» (акт впровадження). За запропонованою методикою створено дослідні зразки імплантантів із субмікроструктурою титану VT1-00 для медико-біологічних досліджень, які проведено на базі ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України». Дослідження підтвердили можливість застосування субмікроструктурою титану в імплантології.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Симонова А.А. Моделирование процесса наростообразования при обработке титановых сплавов / А.А. Симонова, В.В. Кузьменко, Н.В. Вerezуб // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – вып.74. – С. 185-190.

Здобувач запропонував алгоритм створення моделі наростоутворення при обробці титанових сплавів.

2. Симонова А.А. Методология механических процессов обработки объёмных нанокристаллических материалов / Н.В. Вerezуб, Дж. Каптай, А.А. Симонова // Сучасні технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ «ХПИ», 2008. – вип.2. – С. 19-26.

Здобувачем проведено аналіз особливостей поведінки субмікро- та нанокристалічних металів під впливом температурного та часового чинників; запропоновано підхід до прогнозування структурних змін під дією механічної обробки.

3. Симонова А.А. Обеспечение необходимого качества поверхностного слоя объёмных нанокристаллических металлов после механической обработки / А.А. Симонова // Наукові нотатки. – Луцьк: Луцький державний технічний університет, 2009. – вип. 24. – С. 500-506.

4. Симонова А.А. Моделирование распределения температурных полей в обрабатываемой заготовке из субмикроструктурою титана / А.А. Симонова, В.А. Фадеев, Н.В. Вerezуб, Д.Н. Головка // Високі технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ «ХПИ», 2009. – вип. 2(19). – С. 154-156.

Здобувач розробив теплову модель процесу лезової обробки та алгоритм розрахунку температурних полів.

5. Симонова А.А. Особенности механической обработки титана с субмикроструктурной структурой / А.А. Симонова, А.Я. Мовшович, Н.В. Везуб, Л.И. Пупань, В.А. Залого, Д.В. Криворучко, А.В. Локтик // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2009. – вип. 6(59), Частина 1. – С. 70-75.

Здобувачем проведено дослідження коефіцієнта деформації стружки, сили різання, шорсткості та мікротвердості обробленої поверхні при точінні титану.

6. Symonova A.A. The Management of Surface Quality of Metal with Nano and Submicrocrystalline Structure during Machining / N.V. Verezub, G. Kaptay, A.A. Symonova // Сучасні технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ «ХП», 2010. – вип. 5. – С. 244-249.

Здобувач провів розрахунки області раціональних умов лезової обробки субмікроструктурних металів.

7. Симонова А.А. Управление процессом механической обработки металлов с объёмной нанокристаллической структурой / А.А. Симонова // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: збірник праць восьмої Всеукр. молодіжної науково-техн. конф. 29-31 жовтня 2008р. – Луцьк: ЛНТУ, 2008. – С. 128-130.

8. Симонова А.А. Особенности механической обработки титана с микроструктурной структурой / Н.В. Везуб, А.А. Симонова // Прогресивна техніка та технологія – 2009: тези X міжнародної науково-техн. конф., 22-25 червня 2009р. – Київ, 2009. – С. 17.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження температури та сил різання при токарній обробці субмікроструктурного титану.

9. Симонова А.А. Некоторые закономерности процесса резания субмикроструктурного титана / А.А. Симонова, Н.В. Везуб // Автоматизация: проблемы, идеи, решения: материалы междунар. научно-техн. конф. 7-12 сентября 2009 г. – Севастополь: СевНТУ, 2009. – С.64-65.

Здобувач встановив особливості процесу механічної обробки субмікроструктурного титану порівняно з крупнокристалічним аналогом.

10. Симонова А.А. Модель управления качеством поверхностного слоя металлов с нано- и субмикроструктурной структурой при механической обработке / А.А. Симонова, Н.В. Везуб // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: тези доповідей ІХ всеукр. молодіжної наук.-техн. конф. 26-27 листопада 2009р. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – С.21-22.

Здобувач запропонував підхід до створення моделі управління якістю поверхневого шару металів з субмікро- та нанокристалічною структурою при механічній обробці.

АНОТАЦІЯ

Симонова Анастасія Андріївна «Визначення раціональних параметрів лезової обробки субмікросталічних металів для збереження початкових властивостей заготовок». – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків, 2010.

Дисертаційна робота присвячена розв'язанню проблеми збереження початкових фізико-механічних та експлуатаційних властивостей субмікросталічного металу заготовки шляхом визначення області раціональних умов лезової обробки.

Вивчено процес різання титану та міді із субмікросталічною структурою.

Отримано аналітичні залежності інтенсивності зростання зерна в металах із субмікро- та нанокристалічною структурою, які враховують особливості їхньої будови, що дозволяє розрахувати інтенсивність зростання зерна залежно від значення температурного чинника.

Запропоновано науково-обґрунтований підхід для визначення області раціональних умов обробки (інструментальний матеріал, режими різання, технологічні середовища) металів із субмікросталічною структурою.

Ключові слова: процес механічної обробки, субмікросталічні метали, збереження фізико-механічних властивостей, раціональні параметри лезової обробки, інтенсивність зростання розміру зерна.

Симонова Анастасія Андреевна «Определение рациональных параметров лезвийной обработки субмикросталлических металлов для сохранения исходных свойств заготовок». – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 – процессы механической обработки, станки и инструменты. Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Харьков, 2010.

Диссертационная работа посвящена решению проблемы сохранения исходных физико-механических и эксплуатационных свойств субмикросталлического металла заготовки путем определения области рациональных условий лезвийной обработки.

Изучен процесс резания титана и меди с субмикросталлической структурой. Исследования выявили существенные отличия физики процесса резания (усадка стружки, сила и температура резания), состояния поверхностного слоя (шероховатость и микротвердость) и эксплуатационных свойств (коррозионная стойкость, биосовместимость) субмикросталлических металлов в сравнении с обработкой крупнокристаллических металлов. Однако при механической обработке с высокими значениями скорости резания и подачи, которые приводят к росту

температуры резания, наблюдается процесс рекристаллизации и необратимые структурные изменения в металле, приводящие к снижению физико-механических свойств.

Установлено, что фактором, оказывающим наибольшее влияние на интенсивность процесса роста размера зерна, является температура. Для обеспечения сохранения исходной структуры заготовки и физико-механических свойств необходимо контролировать уровень температур в зоне резания при механической обработке.

Разработана модель воздействия теплового источника на заготовку, которая позволяет прогнозировать динамические условия распространения тепла в обрабатываемый материал в зависимости от технологических параметров обработки (инструментальный материал, условия обработки) и количества проходов инструмента по заготовке.

Для снижения температуры в зоне контакта обрабатываемой поверхности с инструментальным материалом необходимо реализовать различные технологические подходы, индивидуальные для каждого субмикроструктурного металла.

Получены аналитические уравнения, учитывающие особенности поведения нано- и субмикроструктурных металлов, которые позволяют рассчитать интенсивность роста размера зерна в зависимости от величины температурного фактора. В формуле определения окончательного размера кристаллита уточнен параметр интенсивности роста зерна, что позволяет прогнозировать изменение структуры различных субмикро- и нанокристаллических металлов в результате воздействия температурно-временных факторов процесса механической обработки.

Коррозионно-электрохимические и медико-биологические исследования субмикроструктурного титана ВТ1-00 выявили показатели биоинертности и биосовместимости, характерные для крупнокристаллического титана ВТ1-00. Таким образом доказано, что субмикроструктурный титан может быть рекомендован для использования в медицине, в частности в имплантологии.

Предложен научно-обоснованный подход к управлению процессом резания субмикроструктурных металлов, позволяющий установить область рациональных технологических условий обработки (инструментальный материал, режимы резания, технологические среды), обеспечивающих сохранение в обрабатываемой заготовке исходных физико-механических свойств. Результаты работы модели по распределению температурных полей в обрабатываемой заготовке и расчеты интенсивности роста зерна под воздействием температурного фактора, времени его воздействия и исходного размера зерна позволяют определить технологические условия обработки, обеспечивающие сохранение исходной структуры металла заготовки.

Ключевые слова: процесс механической обработки, субмикроструктурные металлы, сохранение физико-механических свойств, рациональные параметры лезвийной обработки, интенсивность роста размера зерна.

Symonova Anastasiya Andreevna «Determination of the cutting rational parameters of the sub microcrystalline metals for the initial properties conservation of the workpieces». – Manuscript.

This is thesis for a degree of the technical sciences candidate by specialty 05.03.01 – machining operation, machines and tools. National Technical University «Kharkiv polytechnic institute». Kharkiv, 2010.

The dissertation is devoted to problem of conservation the initial physical-mechanical and operating properties in the sub microcrystalline metals decision by determination of the cutting rational conditions region.

The titan and copper with the sub microcrystalline structure cutting process is studied.

The analytical dependences allowing to forecast the increase of different metals with the nano- and sub microcrystalline structure grain size and as a result of temperature-temporal factors influence in the cutting are got.

The scientifically-grounded approach for determination of the cutting rational conditions region (instrumental material, cutting parameters and technological environments) of the metals with a sub microcrystalline structure is offered.

Key words: machining operation, sub microcrystalline metals, initial physical-mechanical properties conservation, cutting rational parameters, intensity of grain size growth.

