

**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"**

На правах рукопису

Колот Олександр Володимирович

УДК 621.791 : 539.374.4

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ
ВІБРОСТАБІЛІЗУЮЧОЇ ОБРОБКИ НА ОСНОВІ
ОПТИМІЗАЦІЇ ЇЇ РЕЖИМІВ**

Спеціальність 05.02.08 - Технологія машинобудування

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ 1997 г.



Робота виконана на кафедрі технології машинобудування Донбаської державної машинобудівної академії (ДДМА) м.Краматорськ.

Науковий керівник :	доктор технічних наук, професор Ковалевський С.В.
Науковий консультант:	доктор технічних наук, професор Киричок П.О.
Офіційні опоненти :	академік Академії технологічних наук, доктор технічних наук, професор Зенкін А.С. кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Гуцаленко О.Г.
Провідна установа:	Харківський науково-дослідний інститут технології машинобудування, м.Харків

Захист дисертації відбудеться « 17 __ листопаду _1997р. о 10 год. на засіданні спеціалізованої ради Д.01.02.09 при Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут " за адресою:252056,Київ-56,проспект Перемоги,37,НТУУ "КПІ",корпус 1,ауд.214

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Автореферат розісланий « 15 __ жовтня _1997р.

Вчений секретар спеціалізованої ради
д. т. н., професор Н. С. Равська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В основу виконаних досліджень покладено рішення проблеми підвищення надійності технології вібраційної обробки динамічно нежорстких деталей в режимі їх резонансу, здійснюваної з метою досягнення ефективної стабілізації залишкових напруг.

Узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду застосування технології і устаткування для вібраційної стабілізації залишкових напруг в деталях загальнобудівельного застосування і їх аналіз на основі одержаних автором пошукових експериментів дали можливість виявити кількісний і якісний взаємозв'язок параметрів обробки і режимів технологічного устаткування, застосувати нові технологічні прийоми обробки, в тому числі розроблені автором засоби діагностики деталей.

Створені математичні моделі об'єктів досліджень дозволили розробити принципи управління резонансними збуреннями, що впливають на нежорсткі деталі і конструкції, тим самим поширити область використання технології вібраційної стабілізації залишкових напруг на відповідальні вироби, працюючі в режимі знакоперемінного навантаження, а також виробів з матеріалів, що володіють малим порогом текучості.

Актуальність проблеми. Жорстка конкуренція в умовах ринку промислових товарів висуває високі вимоги до якості продукції та ефективності виробництва, головним засобом забезпечення яких є нові енергозберігаючі і надійні технологічні процеси обробки.

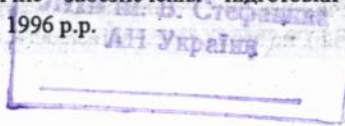
До числа таких технологій відноситься вібраційна обробка деталей, використовувана з метою стабілізації залишкових напруг, які можуть привести їх до розрухи або загублення параметрів точності.

У зв'язку з відсутністю до цього часу технологічних розробок та приладу, що дозволяє достатньо ефективно здійснювати контроль процесу віброобробки, її застосовують дуже обмежено, особливо на відповідальних виробах.

Чималий інтерес вітчизняних і зарубіжних вчених і практиків до проблеми вібраційної стабілізуючої обробки пояснюється тим, що цей засіб має широкі технологічні можливості, особливо при обробці великогабаритних і відповідальних деталей, де вимагаються підвищені енерговитрати, зв'язані з обробкою в термічних печах і припасовкою на складальних операціях.

Складність і багатогранність цієї проблеми, її недостатня теоретична і експериментальна вивченість роблять доцільним пошук таких шляхів її рішення, що дозволили б на основі фізичних подань про електромагнітну природу залишкових напруг і механізму явищ, що спостерігаються при обробці, поширити технологічні можливості вібростабілізуючої обробки і довести її до інженерно-керованої.

Робота виконана відповідно до комплексної програми кафедри " Технології машинобудування " ДДМА по договорах : Г-08-92 " Підвищення якості і надійності технологічної підготовки виробництва і прогресивних технологічних процесів " і Г-02-95 " Інформаційне і технологічне забезпечення підготовки механоскладального виробництва ", здійснювані в 1992- 1996 р.р.



Мета роботи полягає в підвищенні надійності технології стабілізування залишкових напруг та якості виробів за рахунок інтенсифікації процесу та оптимізації технологічних режимів обробки.

Автор захищає :

- результати розробки теоретичних основ дослідження взаємозв'язку технологічних параметрів впливу сил , що обурюють в режимі резонансу на механічне середовище.

- математичну модель технологічного процесу вібраційного стабілізування залишкових напруг на базі дослідження узагальненого лінійного середовища для моделювання внутрішнього тертя в матеріалах деталей при віброобробці.

- засіб вібраційної діагностики деталей, що базується на відомому в технології машинобудування прийомі спробних проходів.

- алгоритм управління технологічними режимами віброобробки.

- результати оптимізації параметрів вібростабілізуючої обробки по критерію максимальної продуктивності, циклічної міцності і мінімального жолоблення.

- експериментальні дослідження ефективності оптимізації технологічних режимів обробки.

- технологію комп'ютеризованої вібростабілізуючої обробки корпусних деталей з застосуванням її оптимальних технологічних режимів.

Загальна методика досліджень. Аналітичні засоби досліджень базувалися на фундаментальних положеннях технології машинобудування в частині теорії базування, формування погрішностей обробки, принципах механіки суцільного середовища і теорії внутрішнього тертя при пружно - пластичних деформаціях в коливальній системі. Усі розрахунки виконані на ПЕОМ.

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних і виробничих умовах з використанням вібраційного засобу для стабілізації залишкових напруг мод. ВСОН-2100, приладу для виміру мікротвердості типу ПМТ-3. Металографічний аналіз виконували за допомогою електронно-просвічуючого мікроскопу ЕМВ -100Л.

Вірогідність наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані в дисертації, підтверджуються збіжністю теоретичних і експериментальних результатів, а також застосуванням сучасного устаткування з активним контролем процесу обробки і комп'ютерним аналізом його результатів та сучасних методик по аналізу фізичного стану матеріалу виробів. Крім того, одержані розробки пройшли досвідчено - промислово перевірку в виробництві.

Наукова новизна:

- експериментально виявлені домінуючі чинники, що впливають на якість обробки і циклічну витривалість виробів;

- уперше розроблений засіб вібростабілізуючої обробки деталей, заснований на використанні метода спробних проходів, що полягає в визначенні в 3 -х взаємоперпендикулярних площинах амплітудно - частотних характеристик виробів в діапазоні обурюючих сил, не викликаючих перерозподіл залишкових напруг (режим діагностики деталей), по аналізу яких здійснюється вибір режимів обробки;

- розроблена і досліджена математична модель технологічного процесу віброобробки, в основу якої покладена поведінка узагальненого лінійного середовища при навантаженні і деформації з урахуванням гіпотези Смірнова про комплексне внутрішнє тертя;

- одержані аналітичні залежності, що описують міру впливу параметрів обробки на стабільність залишкових напруг з врахуванням динамічної жорсткості деталей;

- на основі експериментальних даних і розроблених математичних моделей, технологічний процес обробки зображений інженерно-керованим з прогнозуємою якістю виробів і їх експлуатаційною надійністю;

- уперше досліджена можливість управління процесом стабілізації залишкових напруг шляхом спрямованого впливу вібраційного навантаження деталей.

Практична цінність. Розроблена математична модель вібростабілізуючої обробки установлює причино - слідчий зв'язок між вхідними і вихідними параметрами. У вигляді вхідних прийняті технологічні параметри : жорсткість деталі, обурююче зусилля, тривалість обробки, вихідна точність і вихідна гранична витривалість при знакоперемінних навантаженнях. У вигляді вихідних параметрів процесу прийняті залишкові деформації і межа витривалості після обробки.

Розроблені номограми для визначення оптимальних режимів обурюючих зусиль і тривалості обробки на основі діагностичних параметрів.

Розроблені довідкові технологічні таблиці залежності вихідних параметрів обробки від маси деталей і матеріалу.

Розроблений і впроваджений технологічний процес вібростабілізуючої обробки, що припускає проведення циклічної обробки в автоматизованому режимі з уточненням обурюючого зусилля Q_{max} , тривалості обробки t та параметрів АЧХ деталей при використанні засобу попередньої діагностики деталей.

Реалізація результатів роботи в промисловості. Розроблений технологічний процес у вигляді технологічної інструкції, номограм і таблиць, що дозволить інтенсифікувати обробку деталей на оптимальних режимах і поширити область використання його на відповідальні деталі, впроваджений в АТ "Старокраматорський машинобудівельний завод " з загальним економічним ефектом понад 60тис.грн.

Апробація роботи. Основні положення роботи оприлюднені та обговорені: на республіканській науково-технічній конференції "Ресурсо- і енергозберігаючі технології в машинобудуванні", м.Одеса, 1994р.; міжнародній науково-технічній конференції "Прогресивна техніка і технологія машинобудування", м. Севастополь, 1995 р.; міжвузівській науково-технічній конференції молодих вчених та фахівців "Проблеми техніки, технології та економіки машинобудівного виробництва", м.Краматорськ, 1996 р.; міжвузівській науково-технічній конференції "Нові економічні відносини і кадрове забезпечення виробництва", м.Краматорськ, 1996 р.

Публікації. Основні результати роботи опубліковані в трьох збірниках наукових праць, одному авторському свідоцтві на винахід та в шести тезах конференцій.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти глав, загальних висновків, всього 166 сторінок машинописного тексту, 122 використаних джерел, 27 малюнків, 14 таблиць, 24 сторінки додатка, включаючого розрахунок економічного ефекту, акт впровадження результатів досліджень, технологічну інструкцію, та таблиць оптимальних режимів обробки.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність розглянутої проблеми, викладені цілі і завдання досліджень, стисло освітлені етапи виконання роботи.

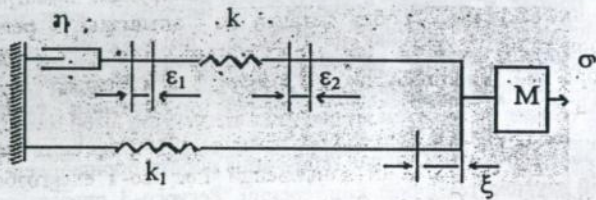
У першій главі поданий аналіз літературних джерел, показано вплив залишкових напружень на точність виробів та експлуатаційну їх надійність. На основі відомих засобів старіння розкрита суттєвість вібростабілізуючої обробки, область застосування, переваги та недоліки.

Проаналізовані основні напрямки робіт по удосконаленню технології і устаткування віброобробки. Сформульовані цілі і завдання досліджень.

У другій главі виконано аналіз відомих математичних моделей, що застосовуються при описі поведінки матеріального середовища в процесі навантаження і деформації. Внаслідок феноменологічних досліджень восьми середовищ при навантаженні і деформації у вигляді базової моделі прийнята механічна модель узагальненого лінійного середовища.

В основу ідеалізованих подань поведінки матеріалу середовища покладено взаємозалежність поєднання подань про абсолютно пружне тіло, про ідеальну пластичність та про Ньютонову в'язкість матеріалу.

Прийнята гіпотеза припускала, що внаслідок поєднання таких подань, що ідеалізувалися, можна очікувати на виникнення "ефекту взаємодії", коли результат уже не є звичайною сумою незалежних явищ. Дослідження моделі узагальненого лінійного середовища (мал.1) дозволили представити її у вигляді математичної залежності рівняння руху при впливі гармонійного вібратора



Мал. 1. Модель узагальненого лінійного середовища

$$\xi = \xi_0 e^{i\phi} \quad (1)$$

де

$$\xi_0 = \frac{Q_0}{\left[(k_1 - M\omega^2)^2 + \omega^2 t_0^2 \left(k_1 \cdot \frac{t_1}{t_0} - M\omega^2 \right)^2 \right]^{1/2}};$$

(2)

$$\phi = \arctg \frac{\omega \cdot t_0 \left(k_1 \frac{t_1}{t_0} - M\omega^2 \right)}{(k_1 - M\omega^2)}$$

ω - частота коливань системи;

Q_0 - зусилля впливу на середовище;

M - приведена маса системи;

k, k_1 - жорсткість системи відповідно до демпфірування і після;

t_0, t_1 - час релаксації залишкових напруг при постійній деформації і при постійній нарузі;

ϕ - кут відставання деформації від напруження у коливальній системі (відображає величину внутрішнього тертя);

η - коефіцієнт демпфірування;

σ - напруга;

ε_1 - деформація демпфіруючої складової системи;

ε_2 - деформація пружної складової системи;

ξ_0 - максимальна деформація в системі під дією вібрації;

ξ - величина деформації.

Дослідження поведінки наданої моделі дозволило одержати величину амплітуди коливань і показати, що при наближенні ω до резонансної частоти росте ε , а внаслідок внутрішнього тертя (зрушення фаз ϕ) діється поглинання енергії коливань в системі.

Дослідження математичної моделі узагальненого лінійного середовища проведені при різноманітних ω і Q_0 . Внаслідок одержано рівняння, що описує поведінку системи з врахуванням комплексного модуля пружності, що дозволяє врахувати сумісний вплив жорсткості і коефіцієнту демпфірування та підтвердити припущення про те, що стабілізування залишкових напруг (при їх перерозподілі, релаксації) проявляється при зрушенні фаз ϕ , тобто при виникненні внутрішнього тертя і зниженні амплітуди коливань, та зміні коефіцієнту демпфірування.

У третій главі представлено рішення задачі оптимізації режимів вібростабілізуючої обробки. Для цього розроблений засіб вібраційної діагностики

деталей, включаючий комплекс технологічних прийомів, здійснюваних з метою визначення вібраційних характеристик деталей (резонансної частоти, амплітуди коливань), при мінімальних значеннях обурюючих сил.

Показано, що амплітуда коливань середовища ξ_0 під дією обурюючої сили Q_0 на резонансній частоті прямо пропорційна обурюючій силі і модулю пружності системи (оскільки $k_1=E$), обернено пропорційна масі системи, її коефіцієнту демпфірування і величині резонансної частоти.

Вібростабілізуюча обробка повинна проводитися не менш, ніж в два етапи:

- визначення резонансної частоти (при малих Q_{01} (min));
- вібростабілізуюча обробка при максимально допустимій величині Q_{02} (max).

Зважаючи на те, що при знятті амплітудно - частотної характеристики системи (АЧХ) можна зробити виміри ξ_{01} і Q_{01} , та при переході до робочих режимів вібростабілізуючої обробки Q_{02} і амплітудою ξ_{02} треба дотримуватися умови: $k_1 \xi_{02} \leq \sigma_T$.

Для управління процесом вібростабілізуючої обробки необхідно, щоб:

$$\left[\frac{Q_{02}}{\xi_{02}^2} \right]_t = \left[\frac{E}{\sigma_T} \right] \cdot \left[\frac{Q_{01}}{\xi_{01}} \right]_{t-\Delta t}, \quad (3).$$

де

Δt - проміжок часу між двома послідовними скануваннями системи.

Для практичних цілей характеристики $(Q_0 / \xi_{02})_{\max}$ представлені в табл. 1.

Таблиця № 1.

Порівняльні характеристики $(Q_0 / \xi_{02})_{\max}$ для різноманітних матеріалів заготовки та деталей

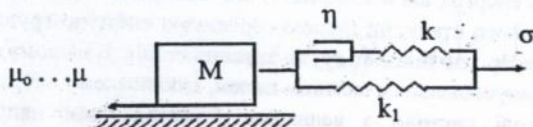
Матеріал заготовки та деталі	Значення $(Q_0 / \xi_{02})_{\max}$ при вихідних значеннях Q_0 / ξ_{02}			
	$1,0 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$3,0 \cdot 10^5$	$4,0 \cdot 10^5$
Чавун	$2,0 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^4$	$8,0 \cdot 10^4$
Сталь вуглецева	$2,5 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^4$	$7,5 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^5$
Сталь легована	$1,4 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^4$

Значення табл.1 можна характеризувати з позицій ефективності вібростабілізуючої обробки: ефективність вібростабілізуючої обробки чавунів нижче сталей вуглецевих, але вище сталей легованих. Тому треба бути особливо обережним в призначенні режимів для ВСО легованих сталей, оскільки ті режими, що і для чавуну спроможні зруйнувати заготовку. В середньому, значення збуджуючого зусилля Q_0 для сталей вуглецевих повинно бути на 15... 20 % вище граничних для чавуну, але для легованих сталей - на 30... 35 % нижче, ніж для чавуну.

Вирішення задачі оптимізації числа циклів (тривалості вібростабілізуючої обробки) здійснювалося на базі рішення рівняння руху вантажу масою M , зв'язаного із

узагальненою лінійною моделлю, яка має приведену жорсткість k^* . Коефіцієнти тертя вантажу масою M : покою - μ_0 , руху - μ .

Під впливом збуджуючого зусилля деформація ε^* системи, яка викликана залишковими напруженнями, повинна була б зменшитись. На підставі цього змодельована наступна умова задачі: потрібно визначити кількість циклів, необхідних для того, щоб припинився рух "вантаж" масою M , що відповідає кількості періодів гармонійних коливань, викликаних вібробудником.



Мал. 2. Модель задачі визначення кількості циклів ВСО
Рівняння руху вантажу буде мати наступний вид :

$$M \ddot{x} = -k^* x - \mu M a \operatorname{sign}(\dot{x}) \quad (4)$$

де функція $\operatorname{sign}(x)$ визначається наступним образом :

$$\operatorname{sign}(x) = \begin{cases} 1 \text{ при } X > 0 \\ 0 \text{ при } X = 0 \\ -1 \text{ при } X < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Позначивши $k^*/M = \omega^2$, число коливань n визначається із умови :

$$M \omega^2 |x(\tau_n)| = M \omega^2 \left[a - \frac{2n \mu a}{\omega^2} \right] < \mu_0 M g. \quad (6)$$

При достатньо великому n одержана формула для n визначення у вигляді :

$$n = \frac{\sigma_n}{E} \cdot \omega^2. \quad (7)$$

При розгляді дисипативних властивостей матеріальної системи необхідно враховувати те, що процеси, які вивчаються в дисертації в чималій мірі є марковськими.

Наближення до рівноваги марковських систем, які володіють дискретним набором "станів", що визначені нижче, описує наступне рівняння :

$$\frac{dp_j}{dt} = \sum_k (p_k q_k - p_j q_{jk}). \quad (8)$$

Тут p_j - числа заповнення "станів", q_{jk} - частоти переходів $j \rightarrow k$ (q_{jk} - середнє число переходів $j \rightarrow k$ в системі, що знаходиться в стані j , в одиницю часу). Процес має марковський характер, бо частоти переходів q_{jk} визначаються значеннями j і k незалежно від попередніх заповнень станів. S-система спмагається знаходитися в різноманітних станах j і з течією часу переходить з одного стану в інший. Кожному стану відповідає деяка енергія, що в залежності від конкретного завдання спмагається бути чи енергією власного стану, чи деякою середньою енергією групи власних станів, чи, нарешті, вільною енергією більшої групи власних станів. В нашому випадку вивчена взаємодія системи з синусоїдальним силовим полем, викликаною вібратором.

При переході системи з великими залишковими напругами в стан перерозподілу напруг кожний елементарний стан представляє як фаза переходу. Таким чином стан S-системи групи власних станів добре узгоджується з результатами досліджень механізму утворення залишкових напруг і їх зміни в часі при зовнішніх подіях на систему чи при їх відсутності (мал. 3).



Мал. 3. Графічна інтерпретація відкритої S-системи.

Використовуючи загальні властивості циклічних стохастичних матриць, одержано слідувачий вислів для $P_{jk}(\theta)$:

$$P_{jk}(\theta) = \frac{1}{v} \sum_{r=0}^{v-1} \exp \left[i \frac{2\pi}{v} r(i-k) - (q+q^1) \cdot \left(1 - \cos \frac{2\pi}{v} r \right) \theta + i (q-q^1) \left(\sin \frac{2\pi}{v} r \right) \theta \right] \quad (9)$$

При непарному значенні v для кореляційної функції одержаний вислів:

$$\phi(0) = 2 \left(\frac{\varepsilon}{v} \right)^{2^{(v-1)/2}} \sum_{r=1}^{(v-1)/2} \left(\exp \left[-(q-q^1) \left(1 - \cos \frac{2\pi}{v} r \right) \theta \right] \cdot \cos \left[(q-q^1) \left(\sin \frac{2\pi}{v} r \right) \theta \right] \right) \quad (10)$$

Коли v парне, $\phi(0)$ містить додатковий релаксаційний член $(\varepsilon/v)^2 \exp [-2(q+q^1)\theta]$. Коли $q=q^1$, кореляційна функція зводиться до суми матеріальних експонент.

Цього і слідувало очікувати, бо коли $q=q^1$, процес стає симетричним. Спектральна компактність $G(\omega)$ для v - парного і $v \gg 1$ одержана в наступному виді :

$$G(\omega) = \frac{2e^2}{\pi^2(q+q^1)} \left[\left(\frac{1}{1+(\omega+\omega_0)^2 \tau^2} + \frac{1}{1+(\omega-\omega_0)^2 \tau^2} \right) + \frac{1}{4} \left(\frac{1}{1+(\omega+\omega_0)^2 (\tau/4)^2} + \frac{1}{1+(\omega-2\omega_0)^2 (\tau/4)^2} \right) + \dots \right] \quad (11)$$

де

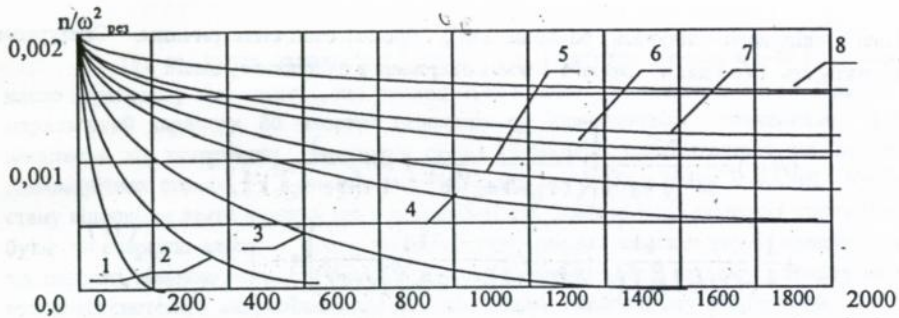
$$\tau = \frac{v^2}{2\pi^2(q+q^1)} \quad (12)$$

Резонанс при релаксації забезпечується на частоті:

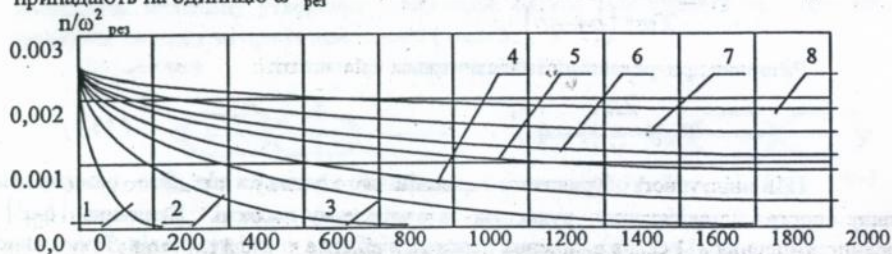
$$\omega_0 = \frac{2\pi}{v} |q - q^1| \quad (13)$$

При відсутності обурюючого гармонійного впливу чи під дією резонансного впливу система з течією часу рухається в виділеному напрямі. Величина $|q - q^1|$ є середнє зміщення в 1 сек, в виділеному напрямі, відбите в числі переходів. Таким чином найбільший резонансний ефект має місце тоді, коли період поля дорівнює $T_0 = 2\pi/\omega_0$, тобто середньому часу, витраченому системою на один цикл. Цей результат показує на стохастичний характер досліджуемого резонансу. Якщо ω_0 прагне до нуля, то T_0 прагне до нескінченності, так що виділений напрям руху деформації зникає і система стає нечутливою до течії часу. Отже, для дисипативної системи, що складається з багатоелементної конструкції, кількість переходів її із стану нерівноваги залишкових напруг і напруг, обмежуються періодом переходів, тобто чим більше кількість переходів, тим менш необхідний час обробки.

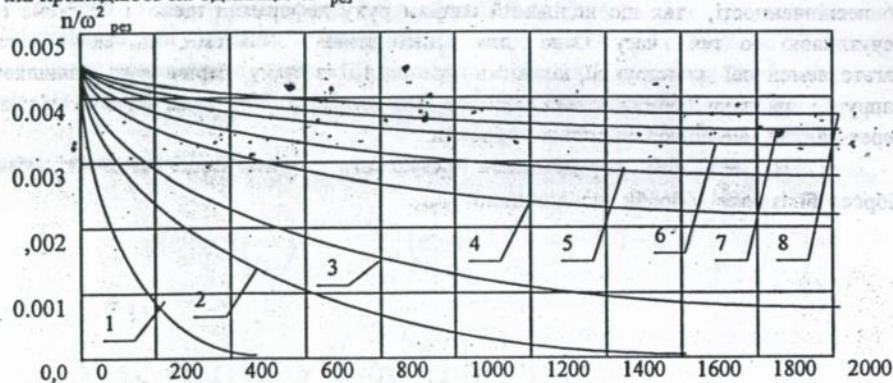
На мал. 4-6 представлені результати оптимізації кількості циклів вібростабілізуючої обробки на одиницю $\omega^2_{рез}$.



Мал. 4 Кількість циклів вібростабілізуючої обробки деталей з сталі 45, які припадають на одиницю $\omega^2_{рез}$



Мал. 5 Кількість циклів вібростабілізуючої обробки деталей з чавуну АЧС-5, які припадають на одиницю $\omega^2_{рез}$



Мал. 6 Кількість циклів вібростабілізуючої обробки деталей з сталі 40Х13, які припадають на одиницю $\omega^2_{рез}$.

Прийняті позначення кривих для Q_0/ξ , рівних відповідно :

1-1*10 ⁵	2-2*10 ⁵	3-3*10 ⁵	4-4*10 ⁵
5-5*10 ⁵	6-6*10 ⁵	7-7*10 ⁵	8-8*10 ⁵

У четвертій главі представлені результати експериментальних досліджень ефективності оптимізації вібростабілізуючої обробки. Приведений аналіз об'єкту досліджень і дана загальна метода експериментальних досліджень.

Встановлено, що межа міцності матеріалу знижується при збільшенні часу обробки і амплітуди коливань. Кількість циклів n не слід перевищувати розрахунковій по формулі :

$$n = \frac{\sigma_n}{E} \cdot \omega^2, \quad (14)$$

де

σ_n - нормальні напруги;

ω - частота коливань;

E - модуль пружності матеріалу.

Проведені дослідження рівняння гармонійного вібратору з врахуванням гіпотези Смирнова про комплексне внутрішнє тертя, показали, що процес обробки достатньо виконувати в найбільш напружених умовах, коли сумарні напруги в деталі наближаються до максимуму, при цьому тривалість і зусилля віброобробки повинні відповідати цьому стану. Результати експериментів приведені в табл. 2 і 3.

Відносні зміни залишкових напруг до віброобробки і після заміряли на приладі ВЗН-Ц. Вібростабілізація знижує рівень напруг до 30%.

Таблиця 2.

Залежність міцності матеріалів від кількості циклів

№ Серії	Кількості циклів «n»	Механічні властивості, кг/мм ² для марок матеріалів					
		СЧ-20		20 X		40XH	
		σ_s	σ_s^2	σ_s	σ_s^2	σ_s	σ_s^2
1	$n=6n_p$	20	20	80	80	160	160
2	$n=n_p$	-	20	-	80	-	160
3	$n>n_p$	-	10	-	75	-	140

Таблиця 3

№ Серії	Q_0/ϵ_0	Механічні властивості, кг/мм ² для марок матеріалів		
		СЧ-20	20 X	40XH
	$Q_0 \max/\epsilon_0 \max$			
1	1,0	20	80	160
2	1,5	18	75	165
3	2,0	15	60	180

Проведені дослідження технологічної спадковості погрішності форми деталей, що залежать від вихідної поверхневої твердості заготовів. Деталі з твердістю понад 200НВ мають тенденцію до меншої зміни вихідних параметрів точності (відхилення від прямолінійності) після віброобробки, що пов'язане з більшою їх релаксаційною стійкістю.

Металографічні дослідження дозволили установити, що віброобробка приводить до порушення суцільності пластин графітових включень в металі, що посвідчує про прискорення релаксації залишкових напруг і підвищення їх стабільності.

П'ята глава присвячена опису вібростабілізуючого технологічного комплексу ВСОН-2100/2500.

Для утворення обурюючих зусиль комплекс постачений вібробудником з умонтованим електродвигуном. Система контролю і управління (СКУ) призначена для зняття амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) виробів, які обробляються, автоматичного управління електроприводом вібробудника в процесі віброобробки, контролю за ходом процесу і оцінки його результатів.

Структурна схема системи включає в себе вібродатчики, блок комутатора, модуль АЦП-2, модуль мікропроцесора, модуль ОЗП, модуль управління, відеоконтрольне приладдя (ВКП) і модуль живлення.

Керуюча програма дозволяє автоматично знімати АЧХ виробів, що обробляються у 3-х взаємно перпендикулярних площинах і переглядати одержані АЧХ на екрані ВКП.

Описана система дозволила перевірити результати теоретичних досліджень, проведених в другій і третій половинах.

Крім переглянутого кола питань, в роботі запропоновані шляхи подальших досліджень по удосконаленню технології вібраційної обробки виробів, та представлені результати впровадження висловлених розробок в виробництво.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

1. Досліджені особливості вібростабілізуючої обробки при різноманітних технологічних параметрах і їх вплив на якість і надійність технології. В процесі пошукових досліджень було встановлено, що вібростабілізуюча обробка на резонансних частотах без обліку технологічних параметрів зусилля дебалансу і тривалості обробки викликає зруйнування виробів чи слабку ефективність процесу.

2. Розроблені і досліджені моделі середовища віброобробки. На основі феноменологічного аналізу виявлені моделі середовищ при навантаженні і деформації і показана доцільність використання узагальненої моделі пружно - пластичного середовища для надійного прогнозування параметрів процесу в зоні його допустимої якості. Розроблені методики визначення оптимальних, з позицій надійності процесу, режимів віброобробки: максимально допустимої величини обурюючої сили та тривалості обробки.

3. Виконані дослідження по оптимізації технологічних режимів вібростабілізуючої обробки з метою підвищення продуктивності процесу і якості оброблених деталей. В результаті встановлене слідує:

- аналітичні дослідження показали адекватність прийнятих моделей. Встановлені функціональні залежності максимальної обурюючої сили Q_{\max} та тривалості вібростабілізуючої обробки t з урахуванням оперативного контролюваних діагностичних параметрів;

- виконаний металографічний аналіз структури матеріалів показав, що при віброобробці порушується суцільність пластин графітових включень, а це дозволяє зробити висновок про скорення релаксації залишкових напруг при віброобробці, а також до підвищення стабільності, точності форми деталей та її стабільності;

- доказано, що збільшення Q_{\max} вимагає суворо дозованого зменшення t обробки. Зокрема встановлено, що для матеріалів з меншою σ_t тривалість обробки повинна скорочуватися;

- встановлено, що мають місце зони надійного проведення процесу і зони руйнування деталей. Облік цих фактів стає вкрай важливим для деталей з низькою жорсткістю. Розроблені відповідні цим зонам таблиці та номограми, що дозволять прогнозувати Q_{\max} і t ;

- проведені експериментальні дослідження АЧХ і робочих циклів ВСО з використанням базової моделі віброприладу, внаслідок чого підтверджені висновки теоретичних досліджень;

- розроблений і програмно реалізований алгоритм технологічного процесу вібростабілізуючої обробки в автоматичному режимі з уточненням Q_{\max} , t і параметрів АЧХ з використанням попередньої діагностики. Показано, що розроблений комплекс технологічних рішень забезпечує підвищення якості і надійності виробів.

Технологічний процес, інструкція по вібростабілізуючій обробці і довідкові таблиці впроваджені в АТ «СКМЗ» з загальним економічним ефектом понад 60000 гривень.

Основний зміст дисертації відбито в слідуючих роботах :

1. Ковалевский С. В., Колот А. В. Диагностика остаточных напряжений в детали.//Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем. -Сб. статей. Вып. 6, - Краматорск: ДГМА-1996. -с. 155-158.

2. Ковалевский С.В., Колот А.В. Проблемы вибростабилизирующей обработки и пути их рационального решения.// Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем. -Сб. статей, вып. 7, в 2-х томах. - Краматорск: ДГМА, Т1.-1997.-с.215-218.

3. Ковалевский С.В., Колот А.В. Разработка исследование и оптимизация технологических режимов вибростабилизирующей обработки.// Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем. -Сб. статей, вып. 7, в 2-х томах. - Краматорск: ДГМА, Т1.-1997.-с.218-221

4. А.с. 1757787 СССР, МКИ В23 с3/00. Способ односторонней механической обработки нежестких деталей /Л.П.Колот, Ю.Ф.Глазунов, В.А.Колот, А.В.Колот (СССР). - №4891576108; заявлено 17.12.90; опубл. 30.08.92, бюл.№32.- С.47.

5. Спосіб стабілізації залишкових напруг /В.О.Колот, С.В.Ковалевський, Л.П.Колот, О.В.Колот, О.В.Мозговий/ (Україна). - №94052839; заявлено 05.05.94;

пріоритет на вихід від 05.05.94.

6. Ковалевский С.В., Колот Л.П., Колот А.В., Технологическое обеспечение точности формы нежестких деталей. // Тезисы докладов международной научно-технической конференции. «Прогрессивная техника и технология машиностроения» - Донецк: ДонГТУ.-1995.-с.117-118.

7. Колот В.А., Азимов Б.А., Колот А.В. Энергосберегающая технология и оборудование для обработки нежестких деталей. //Тезисы докладов научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении», - Киев: ГКНТ Украины 1994. - с.57.

8. Колот В.А., Колот А.В. Методы технологического обеспечения качества нежестких деталей. // Тезисы докладов научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии в машиностроении», - Киев: ГКНТ Украины 1994. - с.58.

9. Колот В.А., Колот А.В., Азимов Б.А., Ксенофонтов Л.Я. Диагностика корпусных деталей в процессе вибрационного старения. // Тезисы докладов межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техники, технологии и экономики машиностроительного производства», - Краматорск: ДГМА. - 1996 г. - с.49.

10. Колот А.В. Разработка и исследование моделей виброобработки. // Тезисы докладов межвузовской республиканской научно-технической конференции «Новые экономические отношения и кадровое обеспечения производства». - Краматорск: ДГМА.- 1996 г. - с.56-57.

11. Колот А.В. Оптимизация технологических режимов вибростабилизирующей обработки. //Тезисы докладов межвузовской республиканской научно-технической конференции «Новые экономические отношения и кадровое обеспечения производства». - Краматорск: ДГМА.- 1996 г. - с.57-58.

Особистий внесок дисертанта в роботах, виконаних у співавторстві: в роботах [1,3,9] автору належать вибір та аналіз моделей середовищ, розробка метода комп'ютерної діагностики деталей за рахунок засобу спробних проходів, а також винахід алгоритму оптимізації режимів віброобробки; в роботах [2] висунута гіпотеза про шлях рішення задачі оптимізації режимів, а також запропоновано на підставі гіпотези про частотно незалежне внутрішнє тертя досліджувати математичну модель; в роботах [4,6,8] - розробка прийомів спробних проходів для компенсації жолоблення, а також противодеформації в роботах [5,7] - розробка й реалізація раціонального вибору вібробуджуючої сили при замірі амплітуди у 3-х взаємоперпендикулярних площинах.

Колот О.В. Підвищення надійності технології вібростабілізуючої обробки на основі оптимізації її режимів. -Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08-технологія машинобудування.-Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».Київ,1997.

Дисертацію присвячено рішення проблем підвищення надійності технології віброобробки динамічно нежорстких деталей в режимі їх резонансу, здійсненої з метою досягнення ефективної стабілізації залишкових напруг. В дисертації розроблений новий алгоритм управління технологічними режимами віброобробки на базі попередньої комп'ютерної діагностики деталей та засобі спробних проходів. Оптимізовані параметри вібростабілізації по критерію максимальної продуктивності, циклічної міцності та мінімального їх жолоблення.

Досліджена ефективність оптимізації технологічних режимів обробки деталей з чавуну, сталей, яка обґрунтована теоретично і підтверджена практично. Основні результати праці знайшли промислове впровадження з застосуванням комп'ютеризованого віброприладу мод.ВСОН-2100.

Ключові слова: віброобробка, жолоблення, динамічно нежорсткі, діагностика, спробні проходи, режими, циклічна міцність.

Колот А.В. Повышение надежности технологии вибростабилизирующей обработки на основе оптимизации ее режимов. -Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08.-технология машиностроения. -Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт».Киев,1997.

Диссертация посвящена решению проблемы повышения надежности технологии виброобработки динамически нежестких деталей в режиме их резонанса, осуществляемой с целью достижения эффективной стабилизации остаточных напряжений. В диссертации разработан новый алгоритм управления технологическими режимами на основе предварительной компьютерной диагностики деталей и методе пробных проходв. Оптимизированы параметры вибростабилизации по критериям максимальной производительности, циклической прочности и минимальному короблению.

Исследованы параметры оптимизации технологических режимов обработки деталей из чугуна, сталей, которые обоснованы теоретически и подтверждены практически. Основные результаты работы нашли промышленное внедрение с использованием компьютеризованной виброустановки мод.ВСОН 2100.

Ключевые слова: виброобработка, коробление, динамически нежесткие, диагностика, пробные проходв, режими, циклическая прочность.

Kolot A.V. Increase of reliability of technology vibration stabilizer of processing on the basis of optimization of its(her) modes. - Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.02.08 - " Technology of mechanical engineering. - National technical university of Ukraine " Kiev polytechnical institute ". Kiev, 1997.

The dissertation is devoted to the decision of a problem of increase of reliability of technology shakering dynamically of unrigid details in a mode of their resonance effective stabilization, carried out with the purpose of achievement, of residual pressure(voltage). In the dissertation the new algorithm of management of technological modes is developed on the basis

of preliminary computer diagnostics of details and method of trial passes. The parameters vibration stabilizer by criteria of the maximal productivity, cyclic durability and minimal buckle are optimized. The parameters of technological modes of processing of details from pig-iron, steel are investigated which are reasonable theoretically and are confirmed practically. The basic results of work have found industrial introduction with use computer aided shaker of styles. BCOH2100.

Key words: shakering, buckle, dynamically unrigid, diagnostics, trial passes, modes, cyclic durability.

Handwritten text at the top of the page, possibly "ABC" or similar characters.

Faint, illegible text located in the lower middle section of the page.

131201

AB 38.568
AB 38.568

Підготовлено до друку 06.10.97 р. Формат 60x90/16.Ксеродрук .

Умовно друк. л.1.0.Обл.видав.л.0,95. Тираж 100 прим. Безплатно.

АТ"МІНТЕК" 343913,м.Краматорськ,а/с,683