

УДК621.867

І.Стойко

ВАТ «Тернопільський комбайновий завод»

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕТОДІВ ВРІВНОВАЖЕННЯ
ЗАТИСКНОГО ПРИСТРОЮ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ
ОБРОБЛЮВАЛЬНИХ КРИВОЛІНІЙНИХ ВІСЕЙ**

Подано методикау врівноваження системи верстат-присрій-інструмент-деталь при механічному оброблюванні криволінійних вісей у пристроях у процесі точіння з поданням результатів експериментів, виконаних за запропонованою методикою.

Умовні позначення

P - неврівноваженість системи ВПД, Нм;

Q - маса заготовки, кг;

q - маса готової деталі, кг;

L - сторона криволінійної вісі, мм;

l - довжина обробленого кінця вісі, мм;

γ - кут перегину вісі, град;

d - діаметр криволінійної вісі, мм

Найважливішим показником якості динамічної системи верстат-присрій-інструмент-деталь (ВПД) є жорсткість системи у процесі оброблювання, тобто необхідна стійкість проти вібрацій. Зміна величини сили різання, дисбаланс обертових частин верстата, пристрою, заготовки, інструмента та інші причини викликають появу коливань динамічної системи, що в свою чергу, породжують похибки геометричної форми і хвилястість оброблювальних поверхонь [1], [2].

При механічному оброблюванні криволінійних вісей головним збуджувачем вібрування системи ВПД є неврівноваження пристрою і заготовки. Вони разом є джерелом постійних негасних коливань динамічної системи у процесі роботи. Зменшення збудних сил шляхом ліпшого балансування є одним із методів боротьби з вібруванням. Конфігурація криволінійних вісей характерна несиметричністю конструкції в одній із площин, відповідно, несиметричним є весь пристрій. При цьому головна центральна вісь інерції не збігається з віссю обертання деталі під час оброблювання, що, внерівноважує систему і порушує її жорсткість.

Наприклад, при обробленні вісі КС6В-47643 на ВАТ "Тернопільський комбайновий завод" на токарних верстатах моделей 16А20Ф3 та 1М63 при швидкості різання $V=65$ м/хв і обертах шпинделя $n=400$ об/хв швидкість периферії пристрою, де в основному знаходяться неврівноважені маси, становить 350 м/хв, і навіть незначне неврівноваження викликає вібрування всієї системи, що приводить до зниження якості поверхонь деталі.

Питання врівноваження пристрою разом з встановленою для оброблення деталлю є дуже важливим та актуальним і безпосередньо зв'язане з якістю оброблення деталі. Специфіка пристрою, коли деталь базується у трьох центрах [3], не передбачає кріплення деталі безпосередньо в пристрої (рис.1). У ньому базується лише деталь на два центри 2 і 4, а затиск виконується за допомогою центру 3 задньої бабки верстата. Це виключає можливість врівноваження пристрою разом з деталлю поза верстатом.

Сам процес динамічного врівноваження системи за чинною методикою виконується на верстаті після закріплення деталі й увімкнення обертів шпинделя шляхом встановлення відповідних вантажів 1 у передбаченому місці їх кріплення.

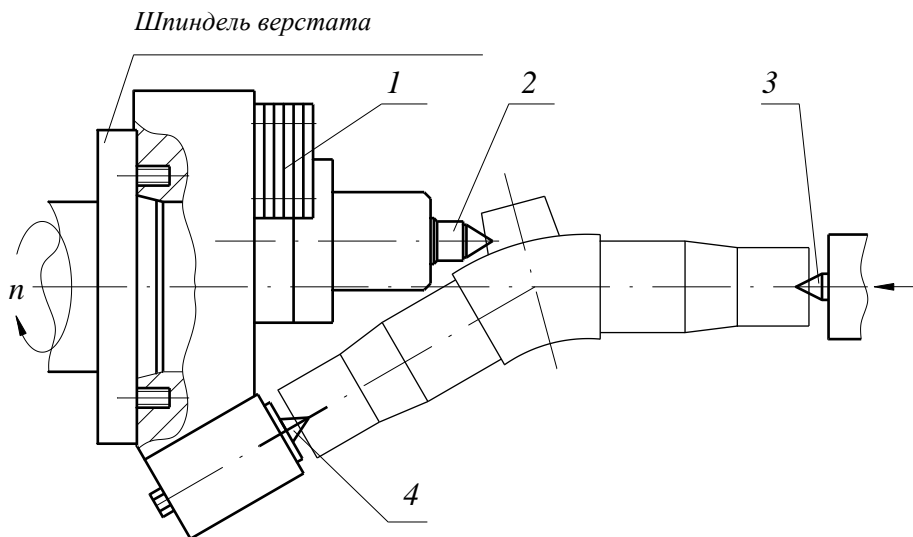


Рис.1. Базування і затиск криволінійної вісі у пристрої металорізального верстата.

Неврівноваженість контролює рукою працівник при відчутті вібрування системи ВПД з доведенням його до мінімальної величини. Але дана технологія є лише наближеним методом, побудованим на високій кваліфікації працівника та його інтуїції і не може забезпечити повного врівноваження системи, яке при великих обертах не створювало б достатньо великих моментів неврівноважених мас. Оброблення деталей при даному врівноваженні характеризується підвищеною порівняно з економічною шорст-

кістю обробленої поверхні, заниженими режимами різання, доведення яких до оптимальних не завжди можливе через різке зростання вібрування системи навіть до початку процесу різання, підвищеними витратами різального інструменту, зв'язаними із зниженням стійкості у даних режимах роботи. Вказаний недолік оброблення криволінійних вісей вимагає нового підходу до розв'язку питання жорсткості системи ВПД.

Запропоновані заходи і технологія зменшення невривноваження мас у системі, характерною особливістю яких є те, щоб врівноваження пристрою разом з оброблювальною деталлю зробити можливим поза верстатом.

Схема зміни пристрою, що дозволяє довести його дисбаланс до мінімальної величини, подана на рис.2. Для цього у пристрої передбачено чотири додаткових елементи в вигляді ребер 2 і 4 з супротивно розташованими у них затискними болтами 3 і 5. Пристрій з оброблювальною деталлю наперед врівноважується на верстаті за чинною методикою. Після цього деталь затискується у пристрої додатково передбаченими чотирма болтами у ребрах і знімається з верстата як єдиний механізм. У місці кріплення пристрою до шпинделя верстата встановлюється спеціальна оправа 1, діаметр якої d аналогічний діаметрові криволінійної вісі. Після цього пристрій встановлюється на опорні ножі 6, базовими елементами яких є круглі або призматичні напрямні, і виконується додаткове статичне балансування шляхом доведення пластин до необхідної маси, що знімає невривноваженість пристрою з деталлю і наближує головну центральну вісь інерції до вісі обертання. Далі оправа знімається, а пристрій встановлюється на верстат для виконання технологічної операції. Болти у ребрах фіксуються і у затиску деталі участі не беруть. Крім цього, специфіка технологічного процесу виготовлення криволінійної вісі, коли деталь після оброблення одного кінця перевстановлюється для оброблення другого і, відповідно, базовий кінець стає дещо легшим після оброблення, вимагає врахування цього моменту, тому врівноваження виконується двічі з використанням змінних компенсаторних мас.

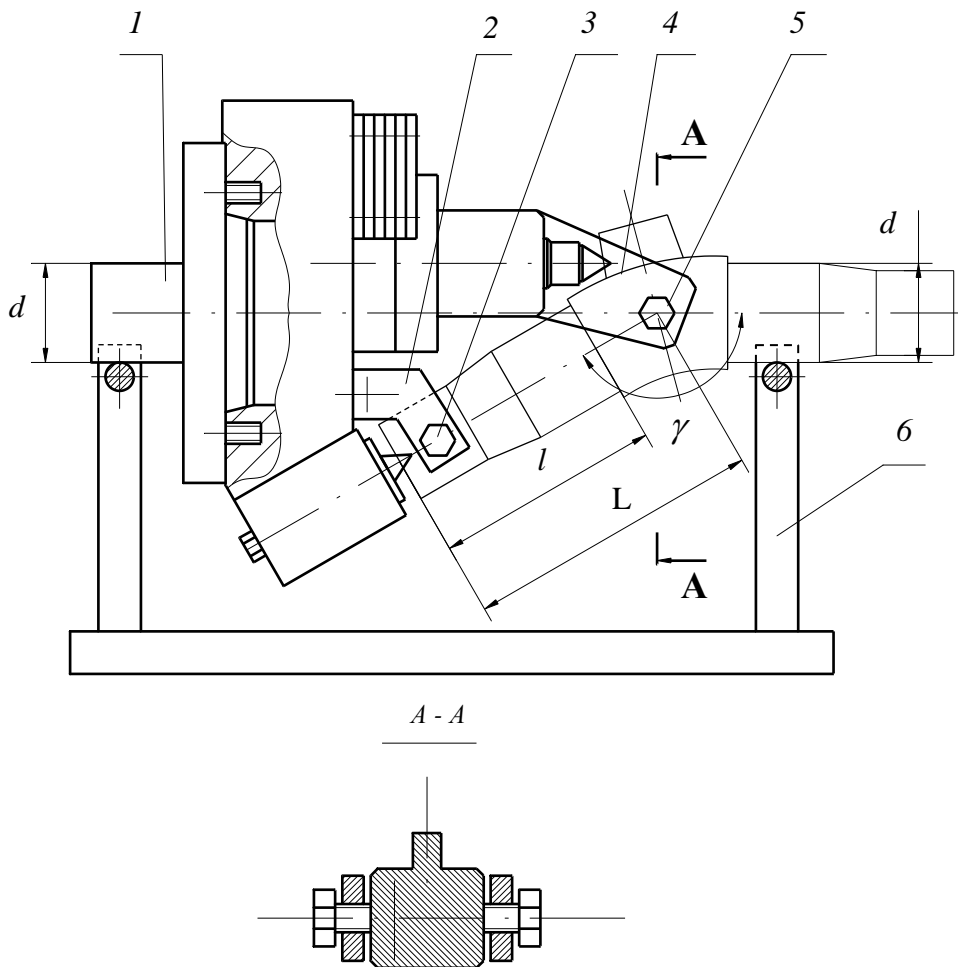


Рис.2.Схема врівноваження пристрою з деталлю поза верстатом

При незначних припусках для оброблення балансування можна виконувати один раз з такою умовою, щоб спеціально залишати невелике залишкове неврівноваження, тобто таке, вісь інерції якого перейшла б на протилежний бік відносно вісі обертання після оброблення одного кінця вісі і перевстановленні для оброблення другого кінця. Тоді і заготовка, і оброблена деталь у пристрої будуть мати однакове неврівноваження. Враховуючи достатньою мірою правильне допущення, що центр цієї різниці мас знаходиться на половині довжини обробленого кінця вісі l , неврівноваження p , що визначається добутком величини неврівноваження на відстань його відносно вісі обертання, повинно досягати:

$$p = \frac{1}{2} \cdot \frac{(Q - q)}{2} \cdot (L - \frac{l}{2}) \sin(180 - \gamma) = \frac{1}{4} (Q - q)(L - \frac{l}{2}) \sin \gamma, \text{ Нм} \quad (1)$$

Схематично різні методи врівноваження пристрою з криволінійною віссю подані на рис. 3.

Виконано порівняльний експеримент дії різних методів врівноваження пристрою на шорсткість поверхні при токарному обробленні.

У першому випадку обточувався круглий прокат Ф50 сталі 35 у центрах. Шорсткості оброблених поверхонь Ra обчислені за емпіричною залежністю (2) визначення параметра шорсткості [4,с.101,табл.5]. Дані результати служили еталоном порівняння шорсткості з результатами, отриманими при обробленні криволінійної вісі.

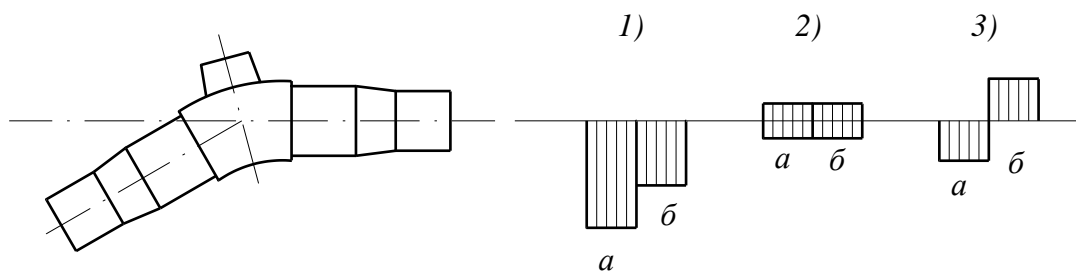


Рис.3. Схема розміщення неврівноваженості пристрою при різних методах врівноваження (а-оброблення першого кінця деталі, б-оброблення другого кінця):

- 1 – на верстаті з контролем вібрування на дотик,
- 2 – поза верстатом,
- 3 – з використанням залишкового неврівноваження.

$$Ra = k_0 \frac{S^{k_1} (90^\circ + \gamma)^{k_4}}{\rho^{k_2} V^{k_3}}. \quad (2)$$

У другому випадку оброблено криволінійну вісь із сталі 35 у пристрої, врівноваженому на верстаті за чинною методикою з контролем вібрування системи на дотик.

У третьому випадку оброблено криволінійну вісь у пристрої, врівноваженому за запропонованою методикою поза верстатом.

Четвертий експеримент виконано у пристрої, врівноваженому з залишковим неврівноваженням для оброблення обох кінців вісі.

Експерименти виконано при постійних значеннях подачі і глибини різання ($S=0,1\text{мм/об}$, $t=1\text{мм}$) і різних обертах шпинделя (315, 400, 500, 630, 800об/хв). Величина залишкового неврівноваження для даної деталі для четвертого варіанта експерименту буде складати, згідно (1) при параметрах вісі і заготовки:

$$Q=80 \text{ Н}; \quad q=54 \text{ Н}; \quad L=161 \text{ мм}; \quad l=127 \text{ мм}; \quad \gamma=150^\circ$$

$$P = 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot (80-54)(161-127/2)\sin 150^\circ = 0,31 \text{ Нм.}$$

Шорсткість оброблювальних поверхонь визначалася як обчислювальним методом, так і профілографуванням і порівнянням із зразками шорсткості. Результати експерименту подані у таблиці 1 та діаграмі на рис.4.

Таблиця 1

Варіанти досліджень	Результати експериментів				
	Частота обертання шпинделя (об/хв)/ швидкість різання (м/хв)				
	315 / 49,5	400 / 62,8	500 / 78,5	630/78,5	800/125,6
	<i>Ra</i>				
1.Прокат Сталь 35 Ø50	2,27*	1,95*	1,69*	1,45*	1,25*
2.Криволінійна вісь у пристрої, врівноваженому за чинним методом	3,5	3,5	4	6,3	8
3.Криволінійна вісь у пристрої, врівноваженому за запропонованим методом	3,2	2,5	2,5	2,5	3,2
4.Криволінійна вісь у пристрої з залишковим неврівноваженням	3,5	3,2	3,2	4	5

**Результати, обчислені за емпіричною залежністю*

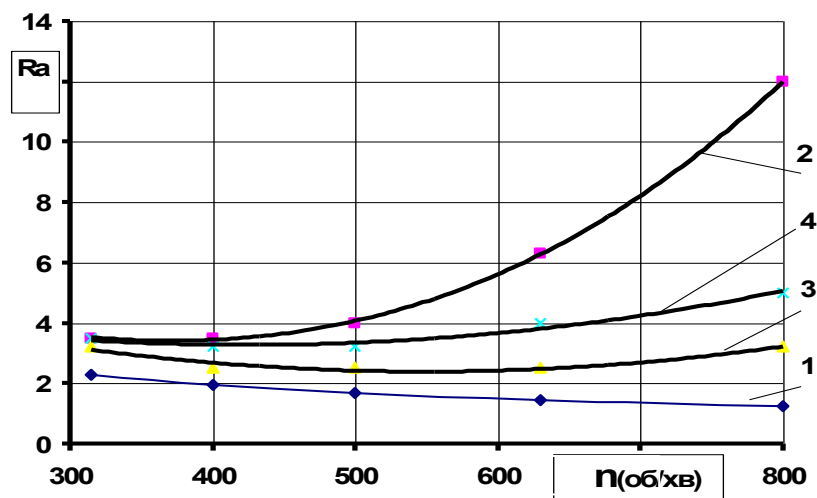


Рис.3. Діаграми шорсткості при різних способах врівноваження
1- варіант 1; 2 - варіант 2; 3 – варіант 3; 4 – варіант 4.

Як бачимо з рисунка 3, при використанні варіанта 1 зменшується шорсткість обробленої поверхні, що пояснюється поліпшенням умов різання із збільшенням швидкості різання при відсутності неврівноважених мас.

Варіант 2 характеризується різким збільшенням шорсткості обробленої поверхні через збільшення відцентрових сил неврівноваженої маси пристрою при збільшенні обертів шпинделя і швидкості різання.

Варіант 3 характеризується практично постійною шорсткістю поверхні при збільшенні швидкості різання. У даному випадку до поліпшення умов різання долучається незначне залишкове неврівноваження пристрою з деталлю.

Варіант 4 теж задовольняє вимогам шорсткості обробленої поверхні деталі, крім цього, його перевага у тому, що він є універсальним для оброблення обох кінців криволінійної вісі без застосування змінних врівноважувальних елементів.

Запропонована методологія врівноваження пристрою для оброблення криволінійних вісей і отримані експериментальні результати дозволили оптимізувати режими різання,

досягнути раціональної шорсткості оброблення поверхні, точності розмірів і геометричної форми.

Technique of dynamik balancing of machine-device-tool-component system at curved axes machining at turning and grinding is implemented. Results of experiments made according to the given technique are presented.

Література

1. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Книга 2.- М.; Машиностроение, 1982.- 365с.
2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений.-М: Машиностроение,1983.-277с.
2. Гевко Б.М., Стойко І.І. Особливості проектування технологічних процесів механічного оброблювання криволінійних вісей // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник Луцького державного технічного університету. Випуск 8, 2001.-С.84.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х Т. Т.1/Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.-4-е изд. перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1985.656с.,ил.

Одержано 21.11.2001 р.