

## ПЕРЕДУМОВИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ ЗОНИ ВІДРІЗАННЯ ЗАГОТОВОК

*Теоретично обґрунтовано можливість підвищення ефективності відрізання труб на токарних автоматах при зменшенні поперечних пружних відтискань і коливань труби за рахунок застосування нової схеми обробки, яка передбачає розташування відрізного інструменту в центрі пружно-фрикційного шарніру цангового затискного патрона.*

При проектуванні токарних автоматів важливим питанням є покращення динамічних характеристик їх основних вузлів, зокрема затискних механізмів. Від їх жорсткості в значній мірі залежить вібростійкість і точність обробки деталей. Підвищення жорсткості затискних механізмів особливо важливе при відрізанні коротких високоточних деталей, наприклад, кілець підшипників.

При відрізанні прокату (труб) на одно- і багатошпindelних токарних автоматах завжди присутній його кутовий поворот навколо центру затискного патрона шпинделя під впливом моментів сил різання [1, 2]. Величина такого повороту, в основному, залежить від поворотної жорсткості  $c_{\Pi}$  пружно-фрикційної шарнірної опори, якою є затискний патрон. Як показує практика, для цангових затискних патронів поворотна жорсткість набагато менша від відповідної радіальної жорсткості  $c_p$ , тобто  $c_{\Pi} \ll c_p$  [1-4]. Наявність зазначених кутових переміщень може приводити до затирання по бічній поверхні різального інструменту, його перекосу, защемленню, і, як наслідок, поломці. Особливо це характерне при відрізанні дисковими фрезами та пилами, і чим менша ширина інструменту, тим більша ймовірність його поломки внаслідок кутових переміщень заготовки [5, 6]. Також при збільшенні кутових переміщень прутка зростатимуть його динамічні коливання, що, в свою чергу, відбиватиметься на погіршенні умов відрізання.

Підвищення динамічної якості системи патрон-деталь вивчається в роботах [1-4]. Тут розглядаються можливі шляхи підвищення жорсткості затискного патрона. Особлива увага приділяється збільшенню його поворотної жорсткості та зменшенню радіальних пружних відтискань. Серед можливих напрямів вирішення даних проблем розглядаються питання конструктивного вдосконалення затискних механізмів та підтримуючих пристроїв [2], а також застосування цангових патронів подвійного затиску або самоналагоджувальних [1].

У роботі [1] для виключення резонансу і забезпечення процесу різання при обробці прокату на одно- і багатошпindelних токарних автоматах (наприклад, процесу відрізання) наведена формула для визначення поворотної жорсткості патрона:

$$C_{\Pi} = \omega^2 m \left( \frac{L_{\Pi}}{2} - l_0 \right)^2 (0,025z^2 + 0,5), \quad (1)$$

де  $C_{\Pi}$  – поворотна жорсткість патрона;

$\omega$  – частота обертання заготовки;

$m$  – маса заготовки;

$L_{\Pi}$  – довжина заготовки;

$l_0$  – відстань від точки прикладання сили різання до центру пружно-фрикційного шарніру затискного патрона;

$z$  – кількість затискних елементів патрона.

Також у цій роботі наведена залежність для визначення поперечних динамічних пружних відтискань заготовок:

$$Y_{\Sigma D} = Y_{\Sigma} + \Delta Y_P + \Delta Y_M, \quad (2)$$

де  $Y_{\Sigma D}$  – динамічні пружні відтискання;

$Y_{\Sigma}$  – пружні відтискання деталі в точці прикладання сили різання;

$\Delta Y_P$  – динамічна складова відтискань від коливання радіальної сили різання;

$\Delta Y_M = \Delta \nu_n l_0$  – динамічна складова відтискань від коливання моменту сил різання при згині.

У згаданих роботах не розглядається можливість покращення динамічної якості системи патрон-деталь за рахунок зміни схеми обробки деталі. Враховуючи це, метою даного дослідження є підвищення ефективності відрізання труб на токарних автоматах при зменшенні поперечних пружних відтискань і коливань труби за рахунок застосування нової схеми обробки, яка передбачає розташування відрізного інструменту в центрі пружно-фрикційного шарніру цангового затискного патрона.

Аналіз формули (1) показує, що зменшення відстані від точки прикладання сили різання до центру затискного патрона  $l_0$  дозволить зменшити вимоги до необхідної величини його поворотної жорсткості, а при  $l_0 = 0$  – виключити кутові переміщення прутка (труби) взагалі. Також зменшення величини  $l_0$  дозволить зменшити динамічну складову відтискань від коливання моменту сил різання, а при  $l_0 = 0$  – виключити її вплив на величину поперечних динамічних пружних відтискань (2).

Вище було зазначено, що при відрізанні прокату завжди присутній його кутовий поворот навколо центру  $O$  пружно-фрикційного шарніру цангового затискного патрона шпинделя. Величина кута повороту залежить від сили різання  $P_Z$  і відстані  $l_0$  від точки її прикладання до центру патрона (рис. 1).

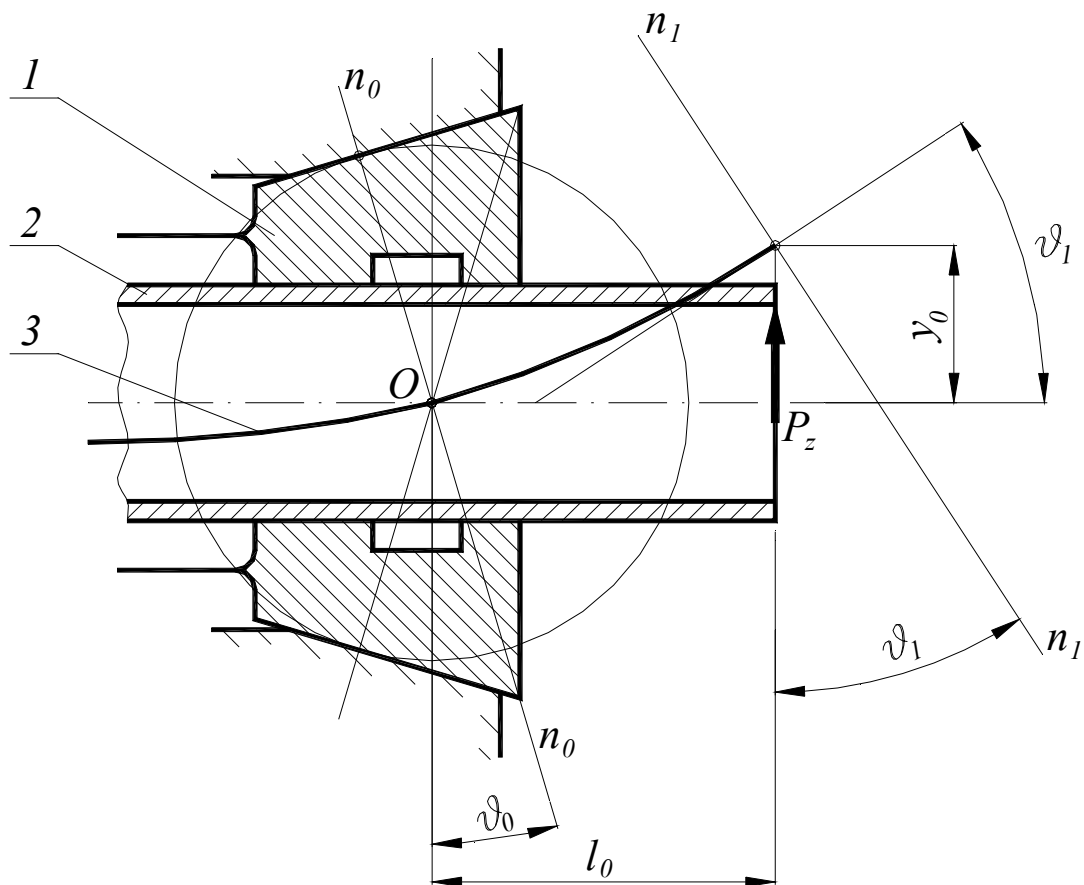


Рисунок 1 - Кутовий поворот труби навколо центру пружно-фрикційного шарніру затискного патрона: 1 – пелюстки цангового патрона; 2 – труба, що відрізається; 3 – осьова лінія повернутої труби.

Із рис. 1 видно, що із збільшенням сили різання  $P_Z$  чи відстані  $l_0$  від т.  $O$  до точки прикладання сили  $P_Z$  кут повороту труби  $\nu_1$  зростатиме. При значеннях  $\nu_1 \geq \phi_1$  ( $\phi_1$  – допоміжний кут в плані інструменту) буде відбуватися затирання по бічній поверхні інструменту, що приведе до збільшення сил тертя і навантаження на нього.

Для зменшення сил тертя і навантаження на інструмент (відрізний різець чи дискову фрезу) необхідно, щоб  $l_0 \rightarrow \min$  (або  $l_0 \rightarrow 0$ ).

Аналіз формул для визначення поворотної жорсткості патрона (1) і динамічних пружних відтискань заготовки (2) показав, що для зменшення вимог щодо необхідної величини поворотної жорсткості патрона і зменшення динамічних пружних відтискань також необхідно, щоб  $l_0 \rightarrow \min$  (або  $l_0 \rightarrow 0$ ).

Для забезпечення умови  $l_0 = 0$  відрізання необхідно проводити в т.  $O$  – центрі пружно-фрикційного шарніру затискного патрона шпинделя. При відрізанні ззовні труби різальний інструмент може бути розташований не ближче, ніж на 5 мм від краю губок цанги. У такому випадку не забезпечуватимуться жодна із наведених умов:  $l_0 \rightarrow \min$  ( $l_0 \rightarrow 0$ ). Відрізання в т.  $O$  можливе лише при розташуванні інструменту всередині труби. Для забезпечення вільного виходу інструменту із тіла труби в кінці процесу відрізання пелюстки цанги повинні мати кільцеві пази, як показано на рис. 1.

Із зменшенням відстані  $l_0$  зменшуватимуться вимоги до необхідної величини поворотної жорсткості цангового затискного патрона. Використовуючи формулу (1), можна визначити відносне зменшення поворотної жорсткості в залежності від відстані  $l_0$  для різних значень загальної довжини труби. У табл. 1 наведені числові значення відносного зменшення поворотної жорсткості цангового патрона при збільшенні відстані  $l_0$ . На рис. 2 наведені графіки, які ілюструють відносну зміну поворотної жорсткості в залежності від величини  $l_0$  для значень довжини труби: 1 –  $L_{\text{тр}} = 1$  м, 2 –  $L_{\text{тр}} = 2$  м, 3 –  $L_{\text{тр}} = 3$  м, 4 –  $L_{\text{тр}} = 4$  м, 5 –  $L_{\text{тр}} = 5$  м і 6 –  $L_{\text{тр}} = 6$  м відповідно.

Таблиця 1 - Відносне зменшення поворотної жорсткості цангового патрона  $C_{II}$  при загальній довжині труби, %

Відстань від точки прикладання $P_Z$ до центру пружно-фрикційного шарніру, $l_0$ , м	Довжина труби, м					
	1	2	3	4	5	6
0,00	36,00	19,00	12,89	9,75	7,84	6,56
0,01	32,04	17,01	11,56	8,75	7,04	5,89
0,02	28,16	15,04	10,24	7,76	6,25	5,23
0,03	24,36	13,09	8,93	6,77	5,45	4,57
0,04	20,64	11,16	7,63	5,79	4,67	3,91
0,05	17,00	9,25	6,33	4,81	3,88	3,25
0,06	13,44	7,36	5,05	3,84	3,10	2,60
0,07	9,96	5,49	3,77	2,87	2,32	1,94
0,08	6,56	3,64	2,51	1,91	1,54	1,29
0,09	3,24	1,81	1,25	0,95	0,77	0,65
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Аналіз графіків (рис. 2) показує, що при відстані від точки прикладання сили різання до центру пружно-фрикційного шарніру цангового затискного патрона  $l_0 = 0,1$  м відбувається відносне зменшення його поворотної жорсткості від 6,6% до 36% в залежності від довжини труби в порівнянні із відстанню  $l_0 = 0$  (тобто при відрізанні в т.  $O$  із середини труби).

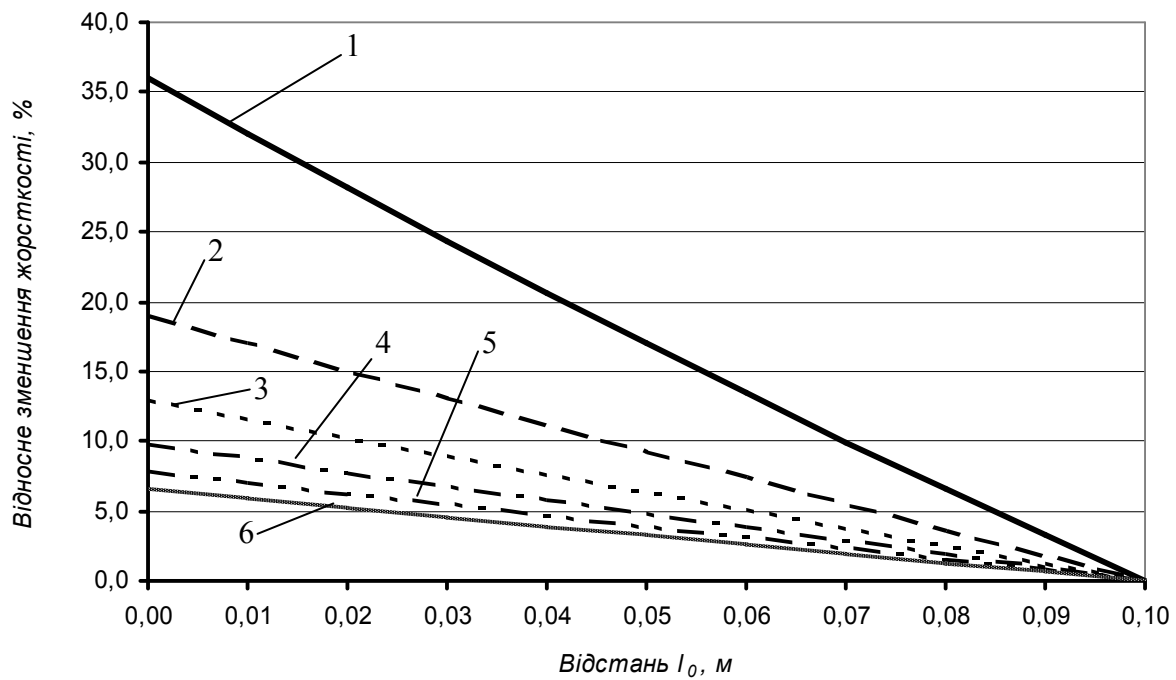


Рисунок 2 - Відносна зміна поворотної жорсткості цангового затискного патрона.

**Висновок.** Для покращення динамічної якості системи патрон-деталь та підвищення ефективності відрізання труб на токарних автоматах при зменшенні поперечних пружних відтискань і коливань труби відрізання деталі необхідно проводити із середини труби в т.  $O$  – центрі пружно-фрикційного шарніру цангового затискного патрона. З врахуванням цього процес відрізання із середини труби (наприклад, фрезами) є доцільним, а його подальше дослідження – перспективним.

*It is theoretically justified an opportunity of a heightening of efficiency cuts of pipes on turning automatic machines at an abatement of transversal elastic releases and oscillations of a pipe at the expense of application of the new scheme of machining, at which detachable instrument it is placed in the center of an elastic-frictional joint of a gripping socket.*

### Література

1. Кузнецов Ю.Н. Анализ динамической системы шпиндель-патрон-деталь токарного автомата // Вестник машиностроения. – 1990. – № 8. – С. 42-47.
2. Кузнецов Ю.Н., Сидорко В.И., Вачев А.А. Повышение динамического качества системы патрон-деталь пруткового автомата // Станки и инструмент. – 1987. – № 12. – С. 13-15.
3. Сидорко В.И. Динамическое качество системы патрон-деталь прутковых автоматов. Дис... канд. техн. наук. – К., 1986. – 139 с.
4. Кузнецов Ю.Н. Предельная жесткость одинарного зажима консольно закрепленной заготовки // Технология и автоматизация машиностроения: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1979. – Вып. 24. – С. 46-49.
5. Чикин С.В. Отрезка вращающихся деталей фрезами на прутковых токарных автоматах: Дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01. – К., 1990. – 144 с.
6. Верба И.И. Методы и механизмы отрезки деталей резцами на токарных автоматах: Дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01. – К., 1986. – 210 с.

Одержано 05.10.2005 р.