

УДК 621.941.23

П.П. Мельничук, д.т.н., проф.

В.Ю. Лосєв, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНИХ ВЕРСТАТІВ

В статті надані рекомендації щодо підвищення продуктивності обробки деталей на токарно-револьверних верстатах, а також виконані розробки, які забезпечують розширення технологічних можливостей їх використання.

Постановка проблеми. Високопродуктивне використання токарно-револьверних верстатів різного ступеню автоматизації залежить в першу чергу від поглибленого знання технологічних можливостей, закладених при їх розробці, а також володіння різноманітними навичками і технологічними засобами в токарній обробці деталей.

На жаль, як і в багатьох інших складних виробках (комп'ютери, стільниковий зв'язок, верстати з ЧПК, складні вимірювальні прилади та інше), під час експлуатації залишається невикористаними ціла низка закладених можливостей. Насамперед це стосується недостатньої інформаційної сторони у супроводжувальній експлуатаційній документації токарно-револьверних верстатів.

Багаторічний досвід експлуатації верстатів, проведення опитування більш ніж трьохсот підприємств різних металообробних галузей промисловості підтверджують низьку експлуатаційну культуру обробки деталей, незадіяність до 30 % технологічних можливостей техніки і технології.

Ця робота присвячена окремим напрямкам удосконалення верстата, підвищенню продуктивності праці без великих попередніх витрат, тобто раціональному використанню того, що вже має Володар техніки.

Скорочення часу підготовчих і налагоджувальних робіт на токарно-револьверних верстатах з горизонтальною віссю револьверної головки (ТРВ). Відомо, що економічно обґрунтоване використання токарно-револьверних верстатів знаходиться в межах малосерійного, серійного і великосерійного виробництва, тобто там, де обробка деталей здійснюється партіями.

Однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій K_{30} [1].

K_{30} характеризується кількістю різних операцій, що приходяться, в середньому, на одне робоче місце за місяць або ступінню спеціалізації робочих місць:

$$K_{30} = \frac{\sum P_o}{P_y} = \frac{K_B \cdot \Phi \cdot \sum P_o}{\sum N_i \cdot T_i}, \quad (1)$$

де $\sum P_o$ – сумарна кількість операцій;

P_y – явочна кількість робітників, що виконують різні операції;

K_B – коефіцієнт використання норм, ($K_B = 1,3$);

Φ – місячний фонд часу робітника при роботі в одну зміну, год.;

$\sum N_i \cdot T_i$ – сумарна тривалість програми випуску, год.;

N_i – програма випуску кожної i -ої позиції номенклатури, шт.;

T_i – трудомісткість i -ої позиції, шт.;

Умовна кількість однотипних операцій, що виконуються на одному робочому місці, може бути визначена, як

$$P_{oi} = \frac{z_H}{z_\Phi}, \quad (2)$$

де z_H – нормативний коефіцієнт завантаження робочого місця всіма, закріпленими за ним операціями, ($\eta_n = 0,8$);

z_Φ – фактичний коефіцієнт завантаження даної операції.

$$z_\Phi = \frac{T_{ш.к} \cdot N_p}{60 \cdot F_d \cdot K_B}, \quad (3)$$

де K_B – коефіцієнт виконання норм, ($K_B = 1,3$)\$

F_d – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, год., ($F_d = 4015$ год.)\$

$$\Pi_{Oi} = \frac{z_H \cdot 60 \cdot F_D \cdot K_B}{N_P \cdot T_{Ш.К}};$$

$$K_{30} = \frac{250536}{N_P \cdot T_{P.M}} \cdot \sum_{i=1}^{P_{ш}} \frac{1}{T_{Ш.Кi}}.$$
(4)

Якщо $K_{30} \leq 1$ – виробництво масове;
 $1 < K_{30} \leq 10$ – багатосерійне;
 $10 < K_{30} \leq 20$ – середньосерійне;
 $20 < K_{30} \leq 40$ – малосерійне.

В одиничному виробництві K_{30} не регламентується.

У разі, коли $10 < K_{30} \leq 20$, є економічне підґрунтя використання змінних револьверних головок на верстатах мод. 1Г340П, 1Г340ПЦ і 1Г340ПФЦ.

Змінна револьверна головка являє собою диск 1 з розточеними інструментальними отворами (14 шт. Ø30H7 і 2 отв. спарені Ø40H7) (рис. 1).

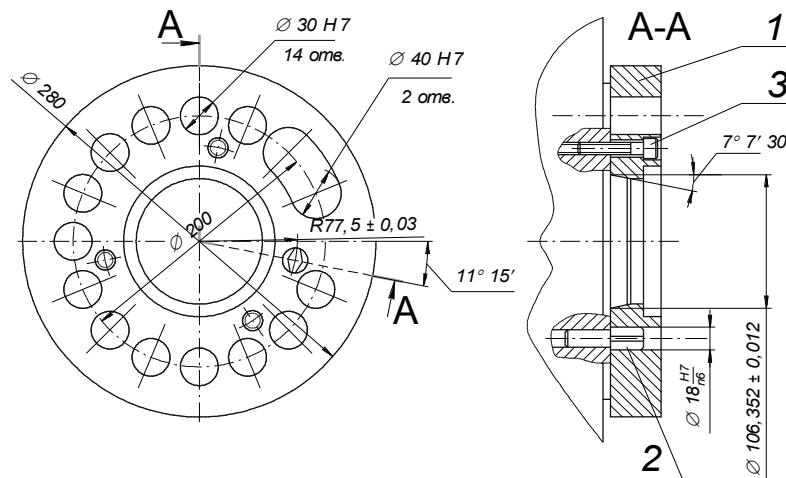


Рис. 1. Змінна револьверна головка

Базовими поверхнями змінних револьверних головок є конусна поверхня центрального отвору Ø106,352_{-0,012} з кутом 7°7'30'' і зрізаний штифт Ø18n6.

Закріплення здійснюється трьома гвинтами М12×45.6605 ГОСТ 11738-72.

На головці залишаються закріплені всі державки з інструментом, а також упори її поперечних (колових) переміщень.

Похибка базування револьверної головки розраховується наступним чином.

Отвори Ø30H7 і Ø40H7 розточуються безпосередньо на верстаті, на якому встановлюються револьверні головки, тобто всі головки можуть використовуватись тільки на верстатах, де їх розточували.

Вимоги до взаємного розташування отворів під інструмент і утримувачі викладені в нормах точності на верстат:

- незбіг осей отворів і шпинделя на довжині 50 мм не більше 0,016 мм;
- неперпендикулярність торця головки до осі шпинделя на Ø150 не більше 0,02 мм;
- непаралельність осей отворів до переміщення супорта не більше 0,012 мм.

В зв'язку з тим, що револьверна головка закріплюється на конусній поверхні 7°7'30'' (аналогічно базуванню на шпинделі верстата затискного патрона) похибка базування буде залежати тільки від похибок отвору Ø18H7 у револьверній головці і зрізаного пальця Ø18n6.

Похибка базування буде дорівнювати:

$$\Delta_{\theta_{\max}} = \frac{R_i}{r_n} (\Delta_{H7_{\max}} - \Delta_{n6_{\min}}),$$
(5)

де $\Delta_{\theta_{\max}}$ – похибка зміни положення інструмента в револьверній головці при її заміні (незбіг осей),

R_i – радіус розташування отворів в револьверній головці $R_i = \frac{200}{2} = 100$ мм;

r_n – радіус розташування отвору під штифт в револьверній головці, $r_n = 77,5$ мм;

$\Delta_{H7_{max}}$ – верхнє відхилення діаметра отвору $\text{Ø}18H7$, $\Delta_{H7_{max}} = 0,018$ мм;

$\Delta_{h6_{min}}$ – нижнє відхилення діаметра пальця, $\Delta_{h6_{min}} = 0,012$ мм,

$$\Delta_{\delta_{max}} = \frac{100}{77,5} (0,018 - 0,012) = 0,008 \text{ мм.}$$

В інструментальних позиціях револьверної головки, де необхідно отримувати відносно точні розміри оброблюваних поверхонь (в межах $\pm 0,02$ мм) слід використовувати регульовані різцетримачі, які входять в комплект поставки верстатів або застосовувати оригінальні, наведені на рис. 2.

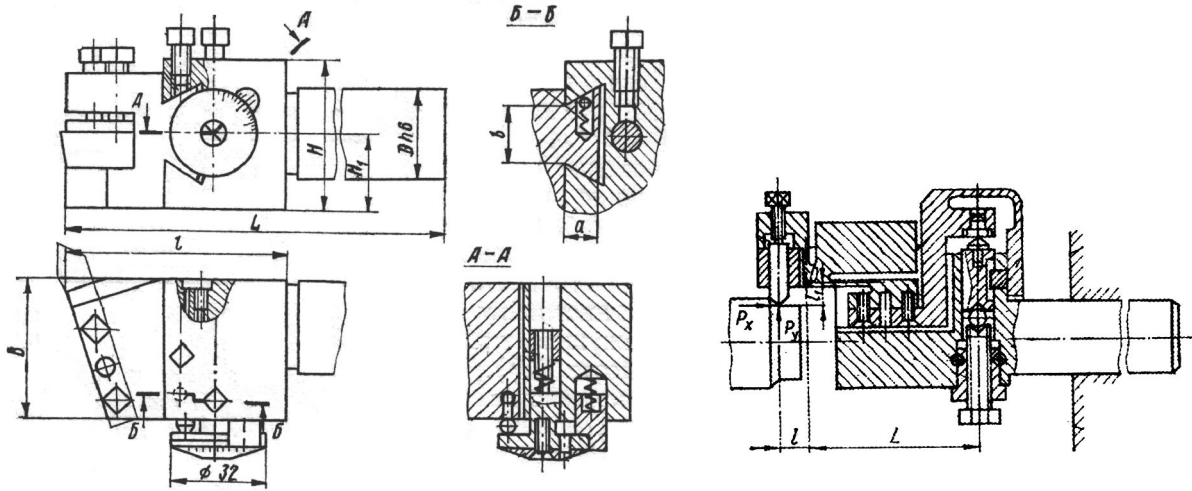


Рис. 2. Різцетримачі з можливістю регулювання

Після заміни головки і налагодження повздовжніх упорів проводиться пробна обробка однієї деталі і здійснюється її вимірювання.

При необхідності здійснюються відповідні підрегулювання.

Якщо час на налагодження токарно-револьверного верстата з горизонтальною віссю головки на деталь середньої складності (5 ÷ 8 розмірів) складає 40 ÷ 60 хвилин, то з застосуванням змінних револьверних головок він не перевищує 10 ÷ 15 хвилин.

Також з'являється можливість налагодження інструмента в револьверній головці поза верстатом із застосуванням приладів і методики, наведеної в експлуатаційній документації на верстаті, а також в роботі [2].

Скорочення часу обробки. Наступною можливістю скорочення часу виготовлення деталей на верстатах мод. 1Г340П є виконання обробки поверхонь при кругових переміщеннях револьверної головки (канавки зовнішні та внутрішні, підрізка торців й інше) з використанням механізму автоматичного відключення приводу колових переміщень револьверної головки [3, 5].

Револьверна головка

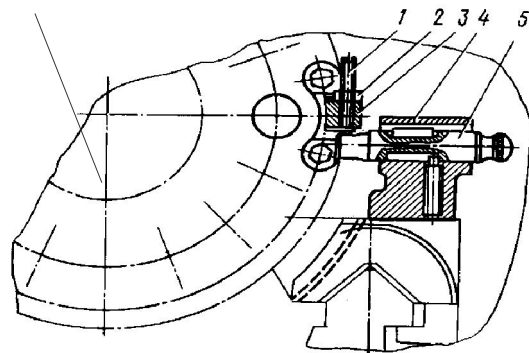


Рис. 3. Обмеження колових подач револьверної головки

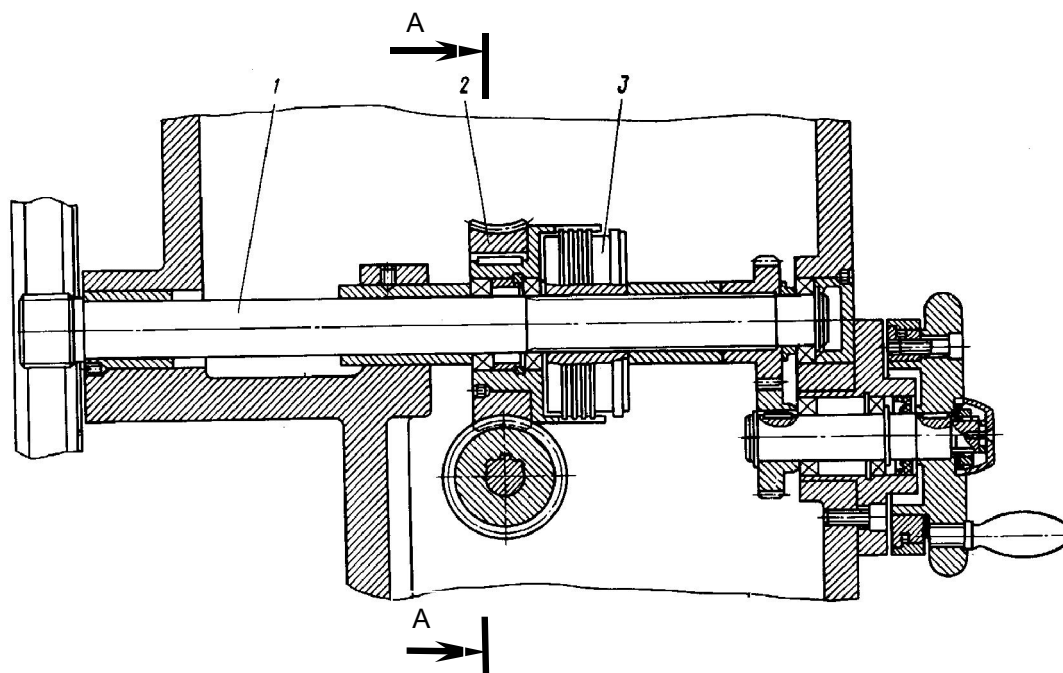


Рис. 4. Механізм колового руху револьверної головки

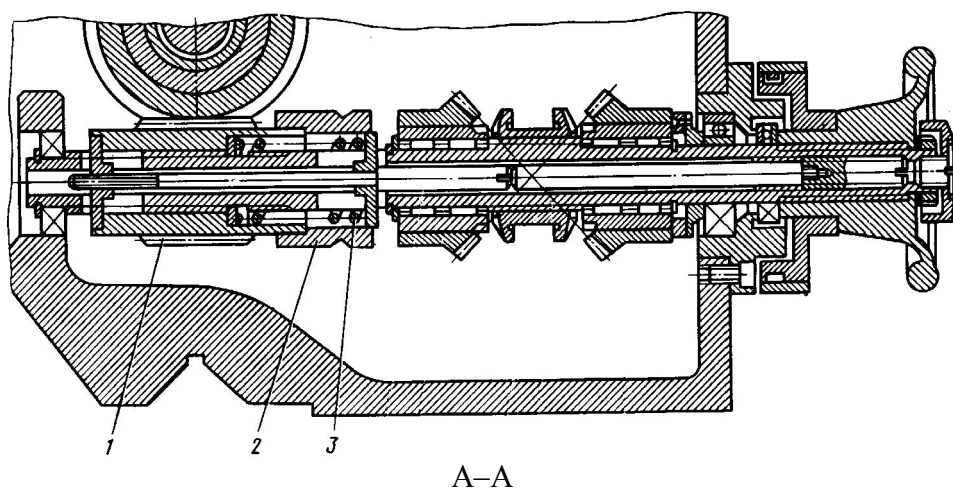


Рис. 5. Рухомий черв'як колових подач револьверної головки

Коли револьверна головка повертається до необхідного положення, гвинт 1 упору 3 (рис. 3), закріпленого на торці головки (гвинт 1 контрується гайкою 2) впирається у висувний упор 5, розташований в корпусі 4, жорстко закріпленого на салазках супорту, рух її припиняється. Припиняється і рух вал-шестерні 1 приводу колових переміщень головки і черв'ячного колеса 2 з електромuftою 3 (рис. 4). В той же час черв'як 1 (рис. 5) продовжує обертатись, за рахунок чого переміщується в осьовому напрямку вліво чи вправо, стискаючи пружину 3. Разом із черв'яком рухається втулка 2, яка має V-подібний паз, що взаємодіє через систему рычагів 6 (рис. 6) з кінцевим вимикачем 7, даючи команду на відключення муфти 3 (рис. 4). Привід колової подачі револьверної головки відключається.

На підприємстві-виготівачі цей механізм відлагоджений таким чином, що точність кінцевого колового положення головки забезпечується в межах 0,02 мм.

Виграш в часі, а також в точності обробки забезпечується за рахунок відсутності потреби оператора по лімбу виконувати кругове переміщення револьверної головки, запам'ятовуючи положення лімбу, а також виключається можливість помилки.

Особлива ефективність отримується при розточці внутрішніх і складних зовнішніх канавок.

Необхідно зазначити, що у виготовлених раніше верстатах мод. 1341 і 1К341 такого механізму не існувало, так само, як і у іноземних верстатах.

Тому більшість операторів звикли до ручного виконання описаної роботи.

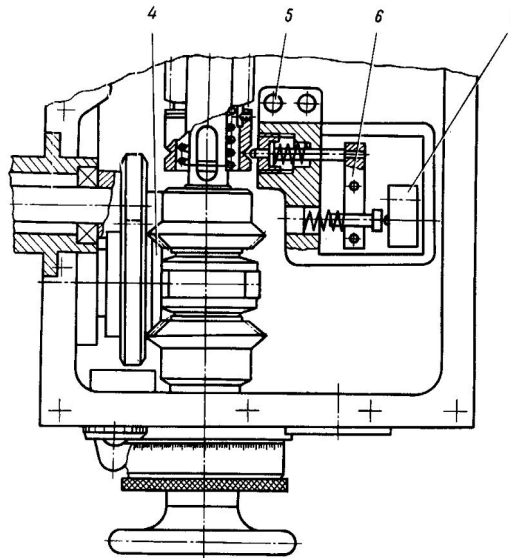


Рис. 6. Механізм відключення колових подач

Врахування зміни кутів різання при підрізці торців, відрізці і проточці глибоких канавок. З метою ефективного використання різального інструмента, зменшення його зносу, впровадження прогресивних режимів при підрізці торців, відрізці, проточці глибоких канавок на токарно-револьверних верстатах з горизонтальними осями револьверної головки необхідно при налагоджуванні враховувати зміну кутів різання, яка супроводжує ці процеси через кінематичні особливості верстатів [2]. Перераховані операції здійснюються завдяки коловому руху револьверної головки (рух подачі). На рис. 7 показані зміни кутів при повороті револьверної головки,

де O_{pr} – вісь повороту револьверної головки;

R_i – радіус розташування інструмента на головці;

$\overline{V_{pr}}$ – вектор повороту головки;

R_d – початковий (максимальний) радіус деталі;

r_d – мінімальний радіус проточки (може дорівнювати нулю);

$\overline{V_{шк}}$ – вектор швидкості шпинделя;

ϕ_b – кут установки різця відносно револьверної головки.

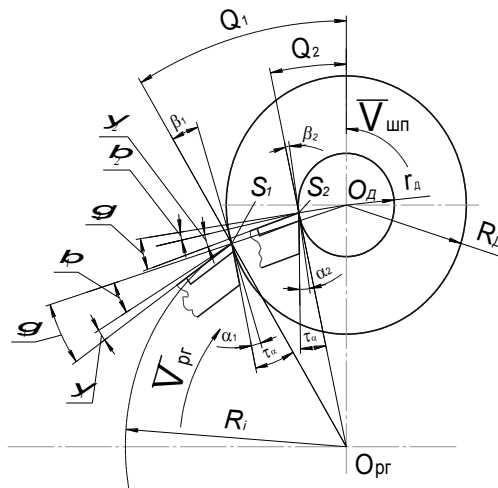


Рис. 7. Зміна кутів різання при коловому русі револьверної головки

Згідно із схемою взаємного розташування заготовки (радіусом R_d) і різального інструмента кути визначаються за формулами:

$$b_1 = \phi_b - \epsilon_1; \tag{6}$$

$$z_1 = u_1 + v_1; \tag{7}$$

$$v_1 = \arcsin \frac{R_d}{2R_i}; \tag{8}$$

$$b_1 = \phi_b - \arcsin \frac{R_d}{2R_i}; \tag{9}$$

$$z_1 = u_1 + \arcsin \frac{R_d}{2R_i}; \tag{10}$$

$$v_2 = \phi_b - \arcsin \frac{r_d}{2R_i}; \tag{11}$$

$$z_2 = u_2 + \arcsin \frac{r_d}{2R_i}. \tag{12}$$

Суттєві зміни переднього і заднього кутів різання значно впливають на процес різання і можуть призвести до негативних наслідків.

Необхідно при установці різців в утримувачах передбачати ці суттєві зміни і запобігати виходу параметрів за межі допустимих величин.

Можуть бути запропоновані наступні кроки у запобіганні негативних явищ:

1. При установці різців у державках для обробки торців з великим перепадом діаметрів, при глибоких канавках або відрізці деталей значних діаметрів передбачити мінімальний задній кут α_1 і мінімально допустимий передній кут γ_1 . Тоді при досягненні свого крайнього положення (поперечного) умови різання будуть відповідати існуючим вимогам.

2. Провести відповідну заточку інструмента з врахуванням змін кутів:

$$\delta_\sigma = \sigma_1 - \sigma_2 = \phi_b - \arcsin \frac{R_d}{2R_i} - \phi_b + \arcsin \frac{r_d}{2R_i} = \arcsin \frac{r_d}{2R_i} - \arcsin \frac{R_d}{2R_i} \tag{13}$$

$$\delta_z = \varphi_1 - \varphi_2 = z_1 + \arcsin \frac{R_d}{2R_i} - z_2 - \arcsin \frac{r_d}{2R_i} = \arcsin \frac{R_d}{2R_i} - \arcsin \frac{r_d}{2R_i} \tag{14}$$

Рекомендується розділити величини змін кутів на дві рівні частини і заточити відповідно інструмент.

3. Зменшити головний кут в плані ϕ для підрізних різців.

Кути різання в напрямку подачі (від периферії до центру деталі) збільшуються зі зменшенням кута ϕ в плані (рис. 8), де S_{kp} – вектор колової подачі револьверної головки.

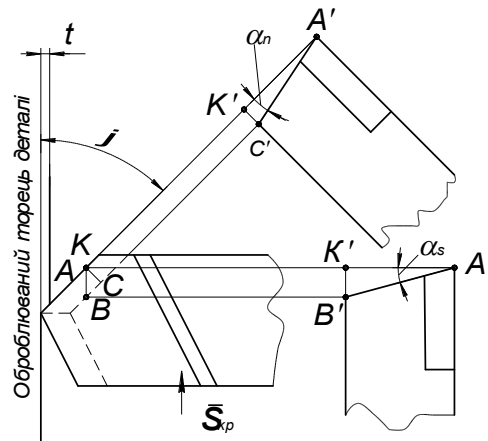


Рис. 8. Вплив кута в плані на процес різання:

S_{kp} – вектор кругової подачі револьверної головки; ϕ – головний кут в плані.

З $\Delta A'K'C'$ і $\Delta A'K'B'$

$$A'K' = \frac{K'C'}{tg\alpha_n}; A'K' = \frac{K'B'}{tg\alpha_s} \tag{15}$$

Звідси $\frac{K'C'}{tg\alpha_n} = \frac{K'B'}{tg\alpha_s}$.

$$\triangle KBC \quad KC = AB \cdot \sin \varphi.$$

У зв'язку з тим, що $KC = K'C'$ і $K'B = KB$, то

$$\operatorname{tg} \alpha_s = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\sin \varphi}. \quad (16)$$

В таблиці наведені значення α_s при заданих α_n і φ .

Таблиця 1

α_n°	Головний кут в плані φ°				
	15	30	45	60	75
5	18° 40'	9° 50'	7°	5° 45'	5° 10'
10	34° 30'	19° 25'	14°	11° 30'	10° 20'
15	45° 50'	28° 30'	20° 50'	17° 10'	15° 30'
20	54° 30'	36°	27° 30'	23°	20° 30'

Як видно з таблиці, при підрізці торців з великою різницею діаметрів необхідно вибирати можливо менший кут φ .

Врахування зміни кутів різання при налагодженні ТРВ дозволяє застосовувати оптимальні режими обробки і збільшувати стійкість інструмента.

Розширення діапазону розмірів і профілю оброблюваних пруткових матеріалів. Відомо, що токарно-револьверні верстати використовуються, крім обробки деталей з штучних заготовок, також для обробки деталей з круглих, шестигранних і квадратних прутків. Для токарно-револьверних верстатів середнього типорозміру – це максимальний $\varnothing 40$ мм, шестигранник $S = 32$ мм, де S – розмір під ключ.

Для цього вони оснащені універсальними затискними змінними вкладишами, подавальними, механізмами і цангами. Мінімальні розміри прутків у стандартному виконанні верстатів дорівнюють:

$$d_{\min} = 20 \text{ мм}; S_{\min} = 19 \text{ мм}.$$

Особливих труднощів у зменшенні мінімальних розмірів оброблюваних прутків не існує, крім обмежень, пов'язаних з ефективністю використання самих верстатів і максимальних обертів шпинделя, що не перевищують $2000 \div 2500$ об./хв.

За спеціалізацією можлива поставка затискних вкладишів і подаючих цанг, забезпечують обробку прутків від

$$d_{\min} = 10 \text{ мм}; S_{\min} = 8 \text{ мм}.$$

Значно складніша справа міститься у збільшенні розмірів оброблюваних прутків і введення обробки прутків квадратного профілю перерізу.

Для останніх розроблені комплекти затискних вкладишів з чотирьох штук у комплекті, затискна цанга і цанги подачі прутків чотирипелюсткові.

Максимальний розмір квадрата 28×28 мм, мінімальний – 8×8 мм, які поставляються за замовленням споживачів.

Збільшення діаметрів або розмірів під ключ прутків стримано механізмом їх подачі, який знаходиться в отворі шпинделя (труба і цанга подачі).

Вихід був знайдений через ліквідацію традиційного механізму подачі прутків з заміною його на оригінальний зовнішній механізм (рис. 9), призначений для подачі прутків діаметром до 55 мм [3].

Механізм працює таким чином: револьверна головка 5 разом зі супортом підводяться до шпинделя 8, звідки виглядає певної довжини прутковий матеріал 9 і цанга 1 наїжджає на цей пруток, торець прутка впирається в шток 2, який, зміщуючись вправо, взаємодіє через шток 7 з кінцевим вимикачем, який подає сигнал про наявність прутка і можливість продовження циклу.

Далі, за командою від системи ЧПК, відбувається розтиск прутка, і супорт відходить назад на відстань, яка дорівнює довжині прутка, необхідній для обробки деталі (задається програмою обробки). Після зупинки супорта проводиться затиск прутка і далі супорт продовжує рухатись назад у вихідне положення.

Головка повертається на наступні позиції і відбувається обробка деталі аж до її відрізки.

Далі цикл повторюється.

Як видно з конструкції механізму, подача (витягування) прутка відбувається за рахунок зусилля пружності цанги 1, встановленої на підшипниках 3, що дає можливість здійснювати цикл без зупинки шпинделя.

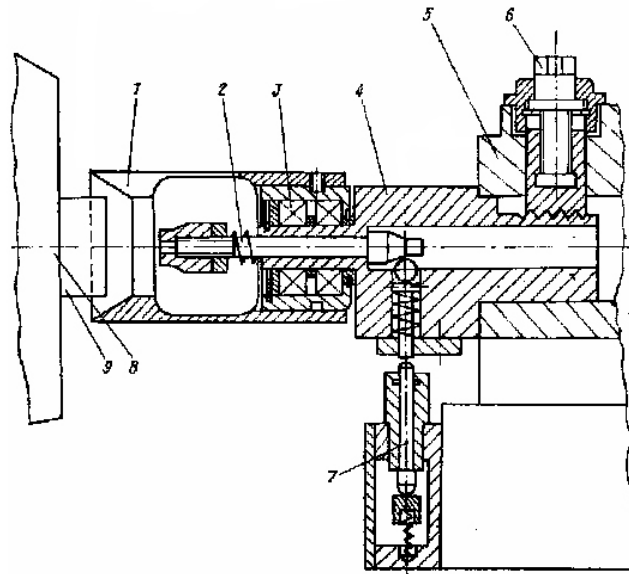


Рис. 9. Зовнішній механізм подачі прутка

Підшипники 3 встановлені на оправці 4, закріпленій механізмом 6 в одному з отворів головки. Цанги 1 змінні залежно від діаметра пруткового матеріалу.

Недоліком такого механізму є те, що через відсутність на верстатах мод. 1Г340П, 1Г340ПЦ, 1В340Ф30 і 1Г340ПФЦ орієнтованої зупинки шпинделю, ним не можливо подавати шестигранні або квадратні прутки.

Цей недолік на всіх наведених моделях верстатів можливо ліквідувати різними способами залежно від форми оброблюваної деталі. Часто це штуцера, втулки, болти, фігурні гайки та інше (рис. 10).

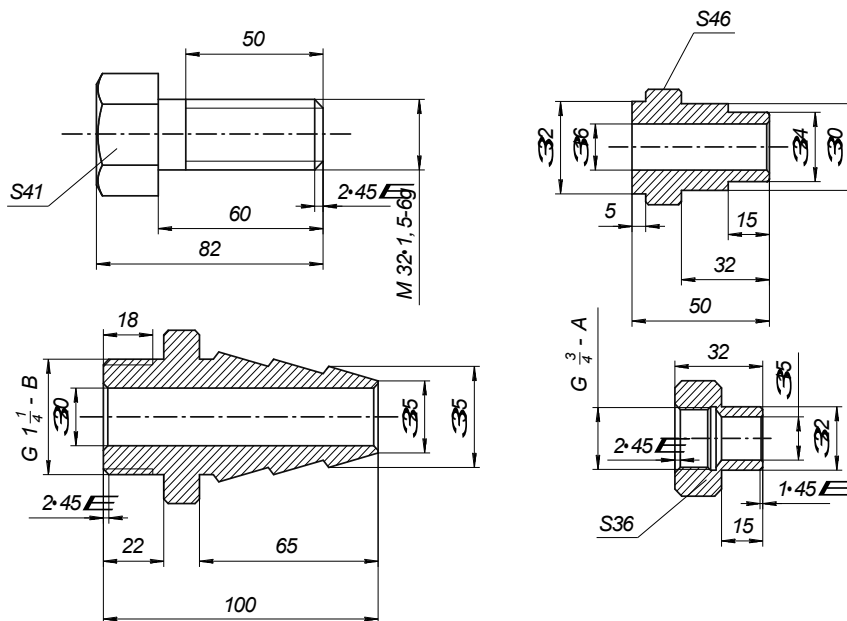


Рис. 10. Типові деталі

Після обробки попередньої деталі, не розтискаючи пруток, на ньому виконують заточку під захват коловою подаючою цангою і далі діють, як при обробці прутка круглого профілю.

На верстатах 1В340Ф30 і 1П420ПФ40 можливий інший варіант, теж залежно від конфігурації оброблюваної деталі.

Після обробки попередньої деталі на залишку прутка, що "виглядає" за торець затискного механізму (його залишають спеціально не менше 20 ÷ 30 мм завдовжки), роблять внутрішню або зовнішню проточку канавки, яка не буде в подальшому впливати на обробку деталі.

В одну з позицій револьверної головки (так само, як ставиться упор або зовнішній механізм подачі прутка) встановлюють спеціальний захват, який по команді з системи ЧПК підводиться до прутка і зачеплює його. Проводиться розтиск прутка і супорт витягує його на потрібну довжину (рис. 11).

Змінні захвати можуть бути спеціальними для конкретних розмірів як зовнішніх, так і внутрішніх канавок.

Далі проводиться затиск прутка і розчеплення з захватом. В такому варіанті можливе суттєве збільшення довжини оброблюваного прутка з умовою його “підтримки” спеціальним пристроєм (направляючі труби, інше).

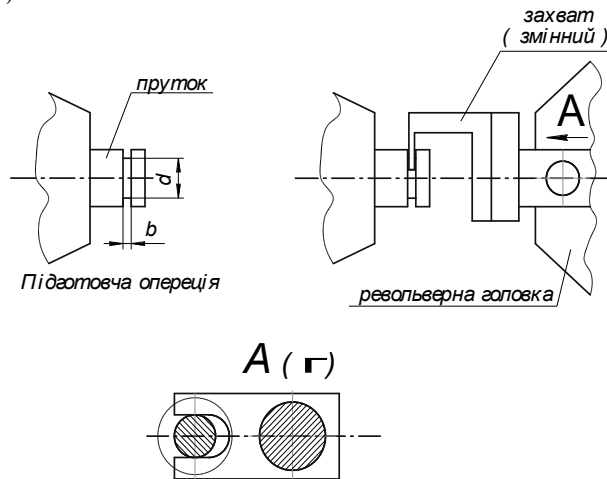


Рис. 11. Схема подачі пруткового матеріалу методом “захвату” (зовнішній варіант)

Розроблений також універсальний механізм для зовнішньої подачі прутків з регульованими захватами (рис. 12), який може замінити механізми, зображені на рис. 9 і рис. 11.

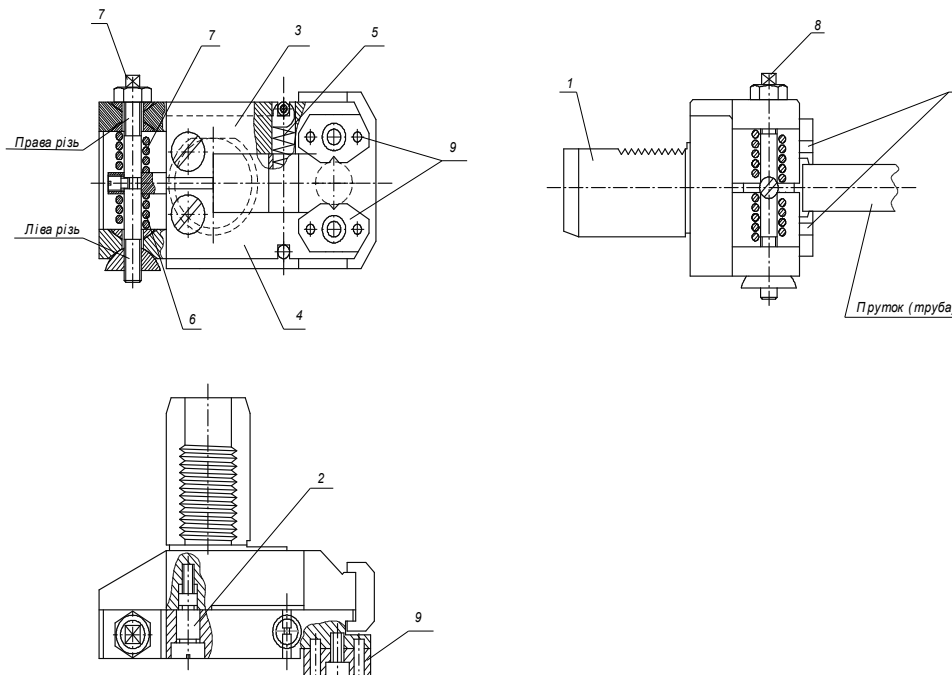


Рис. 12. Пристрій для подачі прутка

Представлений на рис. 12 пристрій для зовнішньої подачі пруткового матеріалу і труб устанавлюється в револьверній головці, як звичайні різцеутримувачі. Він складається з корпусу 1, на якому на осях 2, встановлені два важелі 3 і 4, стягнуті пружиною розтягнення 5, а також пружинами 6 і 7. Затиск матеріалу відбувається “губками” 9, якими пристрій “наїжджає” на нього. Регулювання діаметра захвата матеріалу проводиться гвинтом 8, який має праву і ліву різь.

При обертанні гвинта 8 “губки” 9 сходяться або розходяться на потрібний розмір.

Так само, як і в попередньо описаних механізмах, в затискному патроні залишають певної довжини залишок після відрізки попередньо обробленої деталі. Супорт верстатів (мод.1В340Ф30, 1П420ПФ40 й інші) з револьверною головкою, в якій закріплено механізм, підводиться до шпинделя і “наїжджає” так само, як показано на рис. 11, на пруток скосами захватів.

Далі відбувається розтискання прутка і супорт переміщується на величину, яка дорівнює необхідній довжині для обробки наступної деталі. Відбувається затиск прутка в патроні, а супорт рухається у зворотному напрямку у вихідне положення.

Зусилля на захватах розраховується таким чином:

$$P \geq \frac{Q}{f_T}, H$$

де Q – вага прутка; f_T – коефіцієнт тертя ковзання. Для круглого прутка

$$P_{\text{пр}} \geq \frac{p \cdot d^2 \cdot l \cdot \gamma}{4 \cdot f_T},$$

де $P_{\text{пр}}$ – зусилля пружини;

d – діаметр прутка;

l – довжина прутка;

γ – питома вага матеріалу прутка.

Для шестигранного прутка:

$$P_{\text{пр}} \geq \frac{\sqrt{3} \cdot S^2 \cdot l \cdot \gamma}{4 \cdot f_T},$$

де S – розмір “під ключ” шестигранного прутка.

Рекомендується розрахункове зусилля збільшувати на 30÷50 % для забезпечення відсутності прослизання.

Коефіцієнт тертя з умовою можливого попадання на його поверхню мастильної рідини рекомендується приймати $f_T = 0,15 \div 0,18$.

Нові схеми обробки. На ТРВ з цанговим механізмом затиску пруткових матеріалів часто виконують операцію з порізки прутків на заготовки (це ж стосується і порізки труб). Неминучим наслідком порізки є наявність на торцях прутків залишків, що вимагає виконання операції з їх видалення (підрізка торців, зачистка на заточних верстатах).

Усунення цього недоліку з одночасним підвищенням продуктивності можливе за рахунок використання нової схеми виконання операції порізки (рис. 13) коли одночасно обробляються три або чотири (можливо й більше) прутків.

При порізці трьох прутків використовуються цанги (або вкладиші в цангу) для обробки шестигранних прутків.

Співвідношення розмірів:

$$1,577d = S, \text{ або } d = \frac{S}{1,577}, \quad (17)$$

де d – діаметр прутків; S – розмір “під ключ” шестигранного прутка.

Подача трьох прутків до упору на заданий розмір по довжині здійснюється шестигранними цангами подачі або круглими, в яких отвір (d_{on}) дорівнює:

$$d_{on} = 2,155d = \sqrt[3]{10}d. \quad (18)$$

В загальному вигляді для ТРВ середнього типорозміру в затискній цанзі під вкладиші Ø50Н7 товщина b плоского вкладиша дорівнює:

$$b \approx 25 - 0,8d = 25 - \frac{S}{2}. \quad (19)$$

Для затиску чотирьох прутків використовується чотирепелюсткова цанга (рис. 13), в якій

$$S = 2d, \text{ а } b = \frac{D - S}{2}. \quad (20)$$

Подавальна цанга кругла діаметром $d_{on} = 2,41d$.

Застосування запропонованих способів порізки прутків і труб дозволяє підвищити продуктивність праці в 2 ÷ 2,5 рази.

3 прутки (труби)

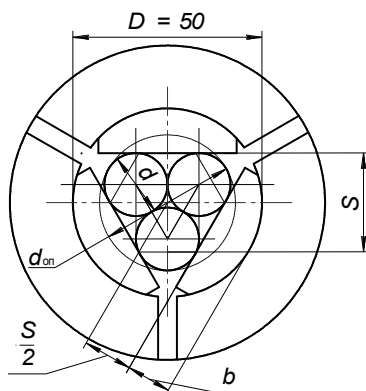


Рис. 13. Схема затиску 3-х прутків (труб)

Для 4-х прутків (труб)

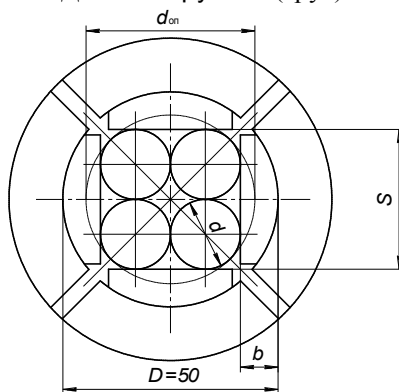


Рис. 14. Схема затиску 4-х круглих прутків

$$b = \frac{D-S}{2}; S = 2d; \sqrt{2}d + d = d_{on};$$

$$d_{on} = 2,41d.$$

(21)

Для 3-х шестигранних прутків

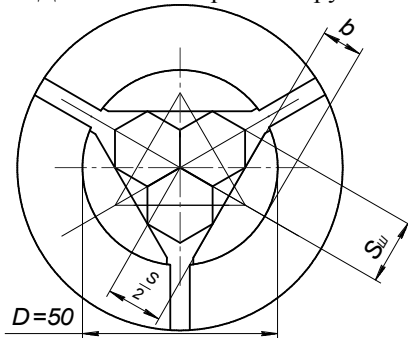


Рис. 15. Схема затиску 3-х шестигранних прутків

S – розмір “під ключ” при затиску одного шестигранного прутка;

S_{III} – розмір “під ключ” при затиску трьох шестигранних прутків.

$$b = \frac{D-S}{2}; S = 1,732 S_{III}; S_{III} = 0,577S; \left(\frac{d \cdot \cos 30^\circ}{3} + \frac{d}{2} \right) \cdot 2 = S$$

$$\frac{(\sqrt{3}+3)d}{3} = S = 1,577d; \tag{22}$$

$$d_{on} = \left(\frac{2 \cdot d \cdot \cos 30^\circ}{3} + \frac{d}{2} \right) \cdot 2 = \left(\frac{d \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot 2} + \frac{d}{2} \right) \cdot 2 = \frac{(2 \cdot \sqrt{3} + 3)d}{3} = 2,155d = \sqrt[3]{10}d; \tag{23}$$

$$b = \frac{D-S}{2} = \frac{50-1,577 \cdot d}{2} = 25 - 0,8 \cdot d. \quad (24)$$

де d_{on} – описаний діаметр, b – товщина вкладиша, D – діаметр отвору під вкладиші, S – розмір “під ключ”.

Існуючі вкладиші для затиску шестигранних прутків:

$$S = 19, 20, 22, 24, 27, 32.$$

В разі

$S = 19$ мм	–	$d = 12$ мм	–	діаметр кожного з трьох прутків
$S = 20$ мм	–	$d = 12,7$ мм	–	–//–
$S = 22$ мм	–	$d = 14$ мм	–	–//–
$S = 24$ мм	–	$d = 15,2$ мм	–	–//–
$S = 27$ мм	–	$d = 17$ мм	–	–//–
$S = 32$ мм	–	$d = 20,3$ мм	–	–//–.

Для стандартних прутків:

$d = 10$ мм	$S = 15,8$ мм;
$d = 12$ мм	$S = 19$ мм;
$d = 14$ мм	$S = 22$ мм;
$d = 16$ мм	$S = 25,2$ мм;
$d = 18$ мм	$S = 28,4$ мм;
$d = 20$ мм	$S = 31,5$ мм.

Для шестигранних прутків під цанги і вкладиші, що входять в комплект поставки верстатів:

При

Одному прутку	Трьох прутках
$S = 19$ мм	$S_{uu} = 11$ мм;
$S = 20$ мм	$S_{uu} = 11,54$ мм;
$S = 22$ мм	$S_{uu} = 12,7$ мм;
$S = 24$ мм	$S_{uu} = 13,85$ мм;
$S = 27$ мм	$S_{uu} = 15,58$ мм;
$S = 32$ мм	$S_{uu} = 18,46$ мм.

Для стандартних шестигранних прутків:

Три прутки	Необхідні цанги або вкладиші
$S_{uu} = 10$ мм	$S = 17,32$ мм;
$S_{uu} = 11$ мм	$S = 19,00$ мм;
$S_{uu} = 12$ мм	$S = 20,78$ мм;
$S_{uu} = 13$ мм	$S = 22,52$ мм;
$S_{uu} = 14$ мм	$S = 24,25$ мм;
$S_{uu} = 17$ мм	$S = 29,44$ мм;
$S_{uu} = 19$ мм	$S = 32,90$ мм.

Обробка деталей типу хрестовин, кутників у автоматичному поворотному патроні. До вказаної групи деталей належать такі зразки (рис. 16).

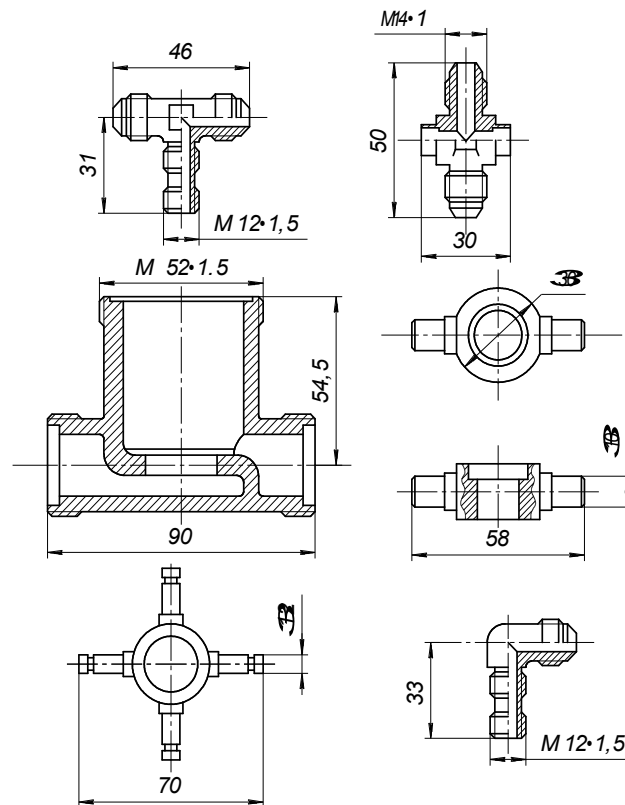


Рис. 16. Типові деталі

Це хрестовини карданних валів, кутники гідро- та пневмо-з'єднань, корпуси вентилів, короткі вали, траверси кранових підвісок, інше.

Розроблена і випробувана гама автоматичних поворотних патронів, які забезпечують обробку подібних деталей в автоматичному циклі з однієї установки заготовки.

Автоматичні поворотні патрони розділяються за габаритами оброблюваних деталей, а також за способами їх закріплення: з однією рухомою затискною призмою, чи з двома рухомими затискними призмами.

Перші застосовуються тоді, коли похибка базових поверхонь заготовки не впливає на якість оброблюваної деталі. Як правило, це – заготовки, отримані способом точного литва за виплавлюваними моделями, центробіжним литвом, чи штамповкою [7].

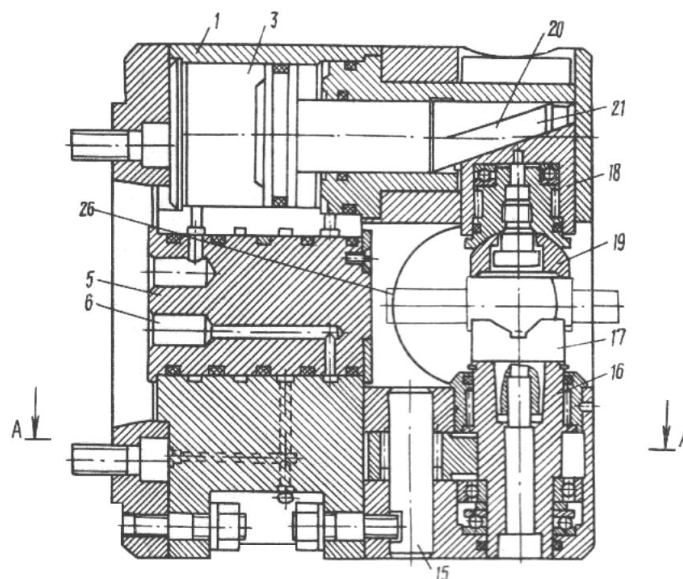


Рис. 17. Поздовжній розріз патрона

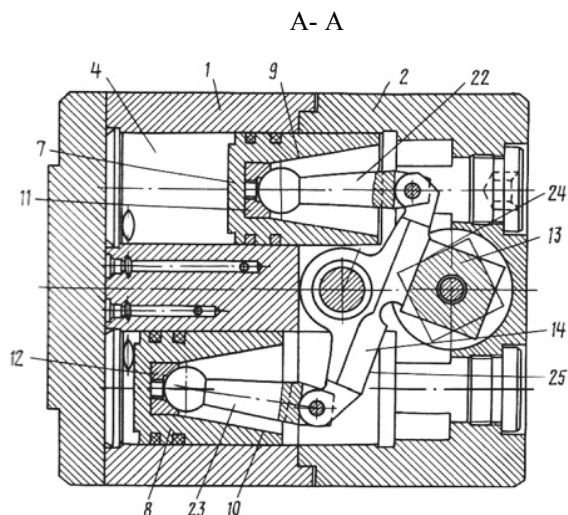


Рис. 18 Розріз по механізму повороту і фіксації

На рис. 17 і 18 наведена конструкція автоматичного поворотного патрона з однією рухомою (затискною) і однією нерухомою в осьовому напрямку призмами.

Патрон закріплюється на конусній поверхні шпинделя верстата (рис. 17). Він містить корпус, виконаний з постійної 1 і змінної 2 частин. В постійній частині корпуса 1 розташовані силові циліндри 3 і 4, розподільчий колектор 5 і підвідні канали 6. Поршні 7 і 8 силових циліндрів 4 виконані з порожнинами 9 і 10, в середині яких встановлені сферичні підп'ятники 11 і 12.

У змінній частині 2 корпуса (рис. 18) розташовані механізм ділення, який складається з багатогранника 13 і хитного важеля 14, шарнірно закріпленого на осі 15. Багатогранник може бути виконано у вигляді квадрата або трикутника на поворотній цапфі 16, яка несе на собі установочний кулак 17 і забезпечує ділення на кути, відповідно 45° і 60°. Протилежно установочному кулаку 17 розташований повзун 18 із затискним кулачком 19.

Верхня частина повзуна 18 виконана у вигляді нахиленого Т-подібного паза, всередині якого розташований клин 20, виконаний на штоці 21 поршня силового циліндра 3. На хитному важелі 14 шарнірно закріплені шатуни 22 і 23, які взаємодіють зі сферичними підп'ятниками 11 і 12, і виконані робочі поверхні 24 і 25, що контактують з гранями багатогранника 13. Заготовка 26 базується на площині установочного кулачка 17. По підвідним каналам 6 подається рідина під тиском у безштокову порожнину силового циліндра 3, шток 21 поршня якого взаємодіє через клинову пару на повзун 18 завдяки затискному кулачку 19, проводячи притиснення заготовки 26 до площин установочного кулачка 17.

Після обробки однієї із сторін заготовки 26 проводиться підвід тиску по відповідним каналам 6 до одного з силових циліндрів 4, поршень якого знаходиться у крайньому лівому положенні. Робоча порожнина другого силового циліндра 4 по відповідним каналам з'єднується зі зливом.

Відбувається переміщення поршнів 7 і 8, розташованих в силових циліндрах 4 і взаємодіючих, в свою чергу, за допомогою шатунів 22 і 23 на хитний важіль 14, який своєю площиною взаємодіє з площиною багатогранника 13, забезпечуючи тим самим поворот на кут, рівний 45° і 60° залежновід числа граней багатогранника 13 і фіксацію останнього.

При необхідності виконати додатковий поворот відбувається переключення каналів у зворотному порядку.

Похибка базування поверхонь буде прямо впливати на зміщення осі оброблюваної поверхні відносно бази.

При установці заготовки в призмі похибка дорівнює:

$$e_u = \frac{\partial_n}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}, \tag{25}$$

де ∂_n – похибка базових поверхонь,

α – кут призми, на яку ставиться заготовка,

e_u – зміщення центру оброблюваної поверхні.

Другий тип патронів – це самоцентруючі затискні, в яких обидві затискні призми рухомі [8]. В них похибка базових поверхонь не впливає на зміщення осі оброблюваної поверхні.

На рис. 19, 20, 21, 22 наведена конструкція автоматичного патрона з двома рухомими затискними призмами, що дозволяє забезпечити самоцентрування затискного і установочного елементів, і за рахунок цього підвищується точність обробки деталі.

Поворотний затискний патрон вміщує корпус 1 (рис. 20) з розміщеними в ньому затискним механізмом і механізмом повороту заготовки. Затискний механізм має розташований паралельно осі обертання патрона клиновий шток 2 з поршнем 3, зв'язаний з затискним кулачком 4, установочний кулачок 5 і механізм радіального переміщення установочного кулачка 5, який включає в себе дугоподібні тяги 6 з осями 7, що зв'язують тяги 6 із затискним кулачком 4, двоплечі важелі 8 з осями 9, жорстко закріплені на щоках 10 (рис. 21) і осі 11, які зв'язують дугоподібні тяги 6 з двоплечними важелями 8, одні кінці яких розміщені у виконаних в бокових сторонах установочного кулачка 5 пазах (рис. 19).

Механізм повороту деталі (рис. 19) налічує цапфу 12 з ділильним елементом 13, розміщену в розточці установочного кулачка, маятниковий важіль 14 з робочими поверхнями 15 і 16, розділеними виїмкою 17, поршні гідроприводу 18 і 19 з шатунами 20 і 21, відповідно здійснюючими зв'язок гідроприводу з маятниковим важелем.

Підвід робочої рідини до гідроциліндрів здійснюється через патрубки 22 по каналах, передбачених у корпусі патрона (рис. 20).

При подачі робочої рідини у безштокову порожнину гідроциліндра з поршнем 3 клиновий шток 2 діє на кулачок 4 і примушує його переміщуватись в радіальному напрямі. Кулачок 4 через вісь 7 приводить в рух дугоподібні тяги 6, взаємозв'язаних з двоплечними важелями 8, які, обертаючись навколо осей 9, приводять до зустрічного затискному кулачку 4 руху устано-вочного кулачка 5, виводячи заготовку 23 у точно центроване положення. Заготовка затиска-ється між кулачками 4 і 5. Після цього робоча рідина поступає у порожнину поршня 19, який через патрон 21 і маятниковий важіль 14 фіксує робочою поверхнею 16 ділильний елемент 13. На рис. 23 наведено фотографію автоматичного поворотного патрону зі знятим захисним кожухом.

Після обробки однієї із сторін заготовки (не скидаючи тиск із затиску заготовки) переключается управляючий золотник механізму повороту і робоча рідина починає поступати в порожнину поршня 18 (рис. 21), а порожнина поршня 19 з'єднується зі зливом. В результаті цього відбувається попередній поворот заготовки. Для остаточного повороту необхідно знов змінити напрям робочої рідини. В порожнину поршня 19 дати тиск, а порожнину поршня 18 з'єднати зі зливом. Під час зміни заготовки, тобто при розтисканні і затиску дві порожнини поршнем 18 і 19 повинні бути з'єднані зі зливом.

Застосування таких затискних автоматично-поворотних патронів забезпечує обробку заготовок, отриманих литвом у земляні форми й іншими неточними методами.

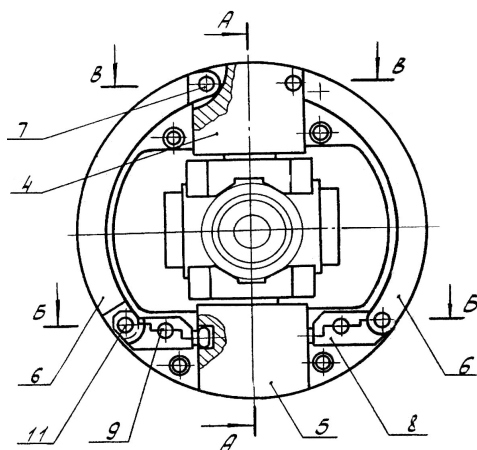


Рис. 19. Загальний вигляд патрона

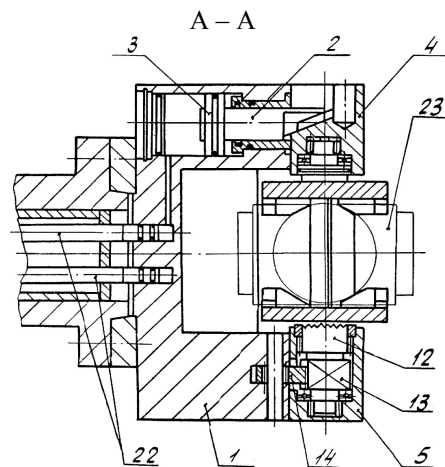


Рис. 20. Поздовжній розріз патрона

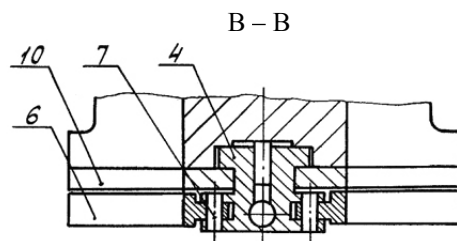
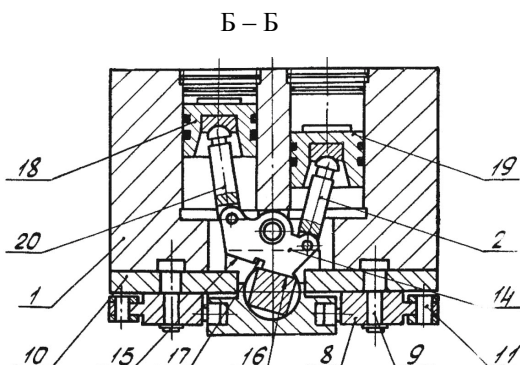


Рис. 21. Розріз по циліндрам

Рис. 22. З'єднання затискного кулачка з дугоподібними тягами

Сила затиску заготовки в загальному вигляді залежить від тиску мастила в гідросистемі (як правило $2,5 \div 3,0$ МПа). При цьому тиску максимальна сила затиску деталі буде дорівнювати ~ 15000 Н.

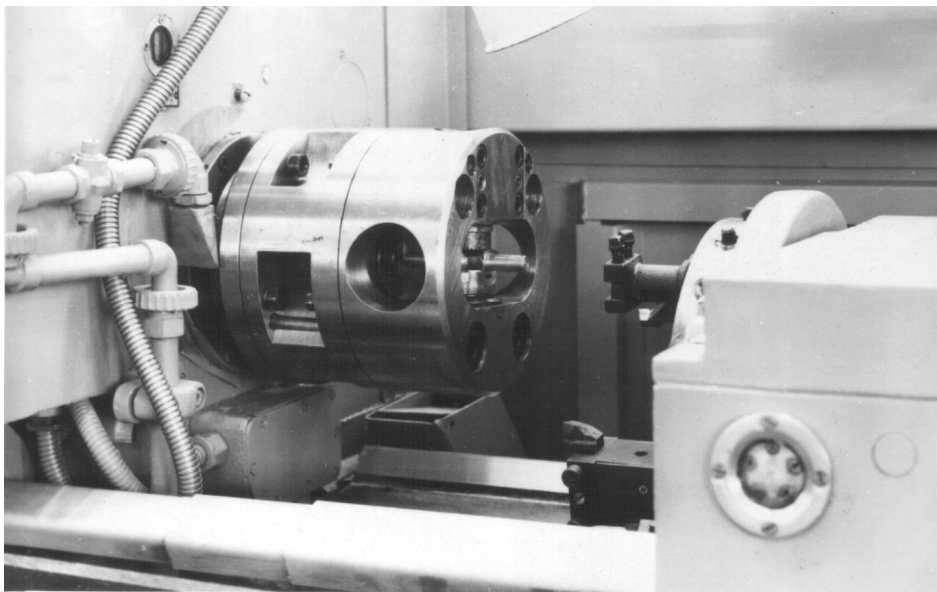


Рис. 23. Робоча зона верстата з поворотним патроном

Застосування автоматичних поворотних патронів підвищує точність і продуктивність обробки на $20 \div 30$ %.

Висновки. Рациональне використання токарно-револьверних верстатів у першу чергу стосується впровадження у виробництво закладених при їх розробці технологічних можливостей, крім загальновідомих методів і засобів обробки. Додаткові незначні витрати на придбання або виготовлення описаних в статті пристроїв і елементів значно розширяють технологічні можливості верстатів і окупляться в короткий час. З'являється можливість обробки деталей значно ширшої номенклатури без великих капітальних витрат.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Аверченко В.І., Горленко О.О., Ільцький В.Б. та ін Збірник задач і вправ з технології машинобудування. – ЖІПІ. – 2001. – 316 с.
2. Драгун А.П. Вспомогательный инструмент для токарно-револьверных станков. Ленинград: Машиностроение, 1979. – 192 с.
3. Дальский А.М., Леценко Н.Ц., Василюк Г.Д., Лоев В.Е. Размерная настройка элементов технологических систем в машиностроении. – Киев: Техніка, 1991. – 173 с.
4. Шшикин В.И., Лоев В.Е., Новицкий Л.И., Шевченко А.В. Повышение производительности и надёжности токарно-револьверных станков. – Киев: Техніка, 1986. – 96 с.
5. Авторське свідоцтво СРСР № 560701 М. Кл. ² В5/00 / С.Б. Магіденко, В.Ю. Лоев, М.І. Каганер.
6. Керівництво по експлуатації верстатів мод. 1Г340П, 1В340Ф3О і 1П420ПФ40 виробництва. ВАТ фірма "Беверс".
7. Авторське свідоцтво СРСР № 1593787 М. Кл. В23В31/34 / М.Ф. Кисельов, В.І. Мельник, А.М. Родін, В.Ю. Лоев.
8. Патент України ІА 3520 С1 кл. В23 В31/34 / В.Ю. Лоев, Н.Ф. Кисельов, В.П. Закржевський. – Поворотний затискний патрон. – 1994.
9. Патент України ІА 3518 С1 кл. В23 В31/34 / Н.Ф. Кисельов, В.Ю. Лоев, В.П. Закржевський. – Автоматичний патрон для багатосторонньої обробки деталей. – 1994.

МЕЛЬНИЧУК Петро Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем, ректор Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

ЛОЄВ Володимир Юхимович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- технологія машинобудування;
- комплексні та комбіновані методи обробки плоских поверхонь деталей машин;
- конструювання металообробних верстатів та інструментів.

Подано 22.05.2006

Мельничук П.П., Лоев В.Ю. Підвищення продуктивності та розширення технологічних можливостей токарно-револьверних верстатів

Мельничук П.П., Лоев В.Ю. Повышение продуктивности и расширение технологических возможностей токарно-револьверных станков

УДК 621.941.23

Підвищення продуктивності та розширення технологічних можливостей токарно-револьверних верстатів / П.П. Мельничук, В.Ю. Лоев

В статті надані рекомендації щодо підвищення продуктивності обробки деталей на токарно-револьверних верстатах, а також виконані розробки, які забезпечують розширення технологічних можливостей їх використання.

УДК 621.941.23

Повышение продуктивности и расширение технологических возможностей токарно-револьверных станков / П.П. Мельничук, В.Ю. Лоев

В статье приведены рекомендации относительно повышения продуктивности обработки деталей на токарно-револьверных станках, а также выполнены разработки, обеспечивающие расширение технологических возможностей их использования.