

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

УДК 621.9.62:62-229.324

Ю.Кузнєцов², докт.техн.наук, В.Кушик², канд.техн.наук,
В.Волошин¹

¹Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”

²Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

СХЕМИ ОХОПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК РІЗНИМИ ЗАТИСКНИМИ ПАТРОНАМИ

Розглянуті існуючі способи охоплення робочого діапазону діаметрів заготовок на токарних верстатах-автоматах різними типами затискних патронів. Запропоновані типові кінематичні структури затискних патронів з різними схемами охоплення. Приведені залежності для визначення кількості змінних затискних елементів та числа переналагоджень для різних схем охоплення діаметрів заготовок.

Умовні позначення

- D_{min} - мінімальний діаметр оброблюваної заготовки на верстаті;
 D_{max} - максимальний діаметр оброблюваної заготовки на верстаті;
 $\Delta\bar{D}$ - діапазон затиску заготовок, оброблених на верстаті;
 ΔD - діапазон діаметрів, що охоплюються патроном без переналагодження;
 $\Delta\bar{d}$ - діапазон діаметрів, що охоплюються без зміни затискних елементів;
 Δd - дискретність зміни затискних елементів;
 N - число змінних затискних елементів;
 N_{Π} - число переналагоджень затискного патрона;
 n_K - кількість комплектів затискних елементів;
 x_T - довжина ходу труби затиску;
 u_P - робочий хід затискного елемента;
 i_{Π} - передавальне відношення затискного патрона;
 δ - допуск на діаметр заготовки;
 Δ - мінімальний зазор для проходження заготовки з максимальним відхиленням діаметру між затискними елементами;
 h_K - величина контактного зближення затискного елемента із заготовкою.

У зв'язку з підвищенням продуктивності, точності, гнучкості, розширенням функціональних можливостей автоматизованого обладнання для токарної обробки, поряд з традиційними вимогами, що ставляться до затискних патронів, є ще й нові, такі як: широкодіапазонність, швидкопереналагоджуваність, багатofункціональність, можливість роботи на високих частотах обертання.

Створення затискних патронів, що відповідають вимогам широкодіапазонності та швидкопереналагоджуваності, обумовлено, передусім, наступними обставинами:

- необхідністю підвищення продуктивності в умовах порівняно частоті зміни об'єктів виробництва за рахунок скорочення часу, зв'язаного із зміною і регулюванням засобів завантаження і затиску при переході з одного діаметру на інший;

- зменшення витрат затискних цанг і патронів та їх номенклатури в умовах серійного та дрібносерійного виробництва.

Тому задачі синтезу широкодіапазонних затискних патронів (ШДЗП) та швидкопереналагоджуваних затискних патронів (ШПЗП) можна розглядати як частину проблеми забезпечення гнучкості виробництва.

Основна проблема при створенні ШДЗП та ШПЗП полягає в обмежених можливостях досягнення в рамках однієї конструкції двох суперечливих вимог. З одного боку, необхідно забезпечити порівняно високий рівень сил, що створюють ефект утримання однієї поверхні відносно іншої за присутності значних зовнішніх впливів, що обумовлюються силами різання та інерційними навантаженнями. З іншого боку, необхідно зберегти цей рівень сил при мінімальних затратах на переналагодження в широкому діапазоні зміни діаметрів [1].

В широкому розумінні широкодіапазонність і швидкопереналагоджуваність затискних патронів автоматизованого обладнання для токарної обробки може бути різна [2]:

- за розміром (діаметром, довжиною);
- за формою поверхні базування і закріплення (кругла, гранна, профільна);
- за чутливістю сили затиску;
- за жорсткістю затиску.

Існуючі способи охоплення розмірів заготовок затискними патронами на токарних автоматах, верстатах з ЧПК та верстатних модулях можна розділити на три основні:

- 1) дискретний (ступеневий);
- 2) неперервний (безступеневий);
- 3) дискретно-неперервний (ступенево-безступеневий).

На рис.1 приведені способи охоплення розмірів заготовок затискними механізмами і приклади їх реалізації.

Найбільш широке розповсюдження отримали автоматичні затискні патрони з дискретною та дискретно-неперервною схемою охоплення діаметрів заготовок (автоматична або ручна заміна патронів, кулачків, цанг, вставок або їх комплектів), які пропонують на ринку затискного оснащення фірми SMW Autoblok, Forkardt International, Schunk, Röhm, Kitagawa, Hardinge та ін. Точність повторного встановлення затискних елементів таких патронів <0,025 мм, а час зміни складає від декількох секунд до 1 хв.

Неперервний (безступеневий) спосіб охоплення є найбільш перспективним, але поки що не отримав широкого розповсюдження через складність вирішення завдань із забезпечення суперечливих вимог.

Охоплення робочого діапазону діаметрів заготовок можна подавати у вигляді кінематичних структурних схем аналогічно до структурних сіток коробок швидкостей з різними способами регулювання.

Кінематична структурна схема патронів з дискретним охопленням заготовок показана на рис.2. Робочий хід затискного елемента при такому способі охоплення (рис.3) залежить від мінімального зазору для проходження заготовки з максимальним відхиленням діаметра, допуску на діаметр заготовки та величини контактної зближення затискного елемента з заготовкою:

$$y_p \geq \frac{\delta}{2} + \Delta + h_k. \quad (1)$$

Робочий хід визначається також ходом труби затиску та конструктивним виконанням передавально-підсилюючих ланок, від яких залежить передавальне відношення патрона:

$$y_p = x_T \cdot i_{II}. \quad (2)$$

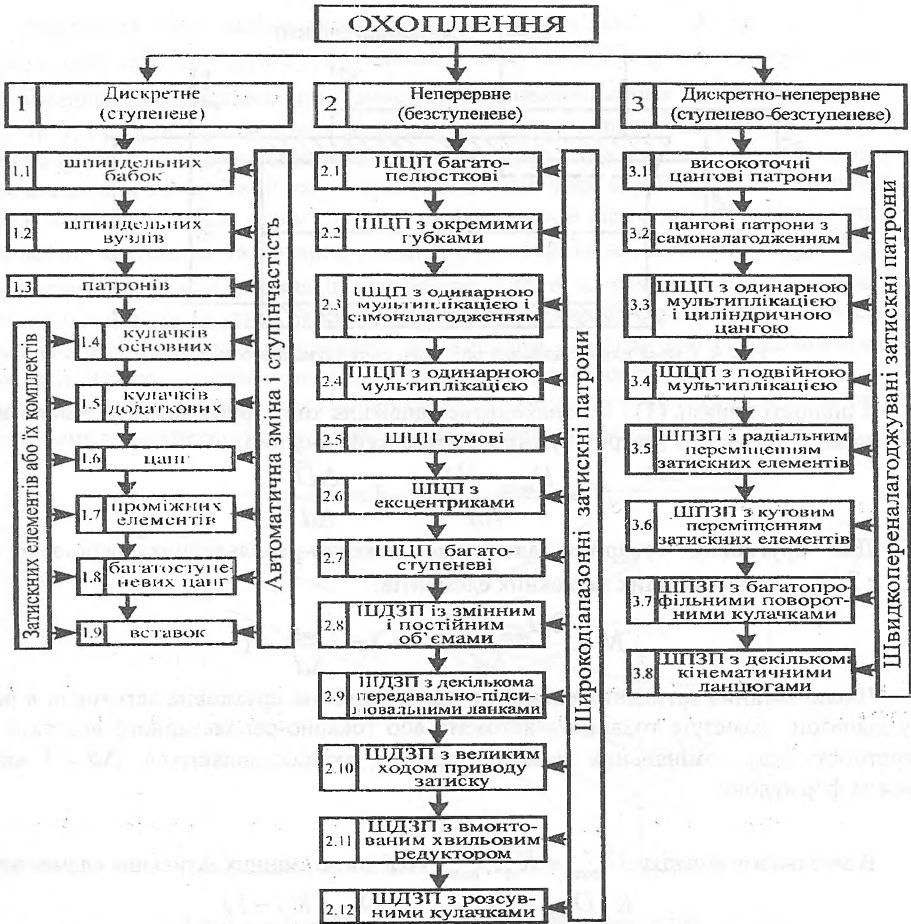


Рис. 1. Способи охоплення розмірів заготовок затисковими патронами

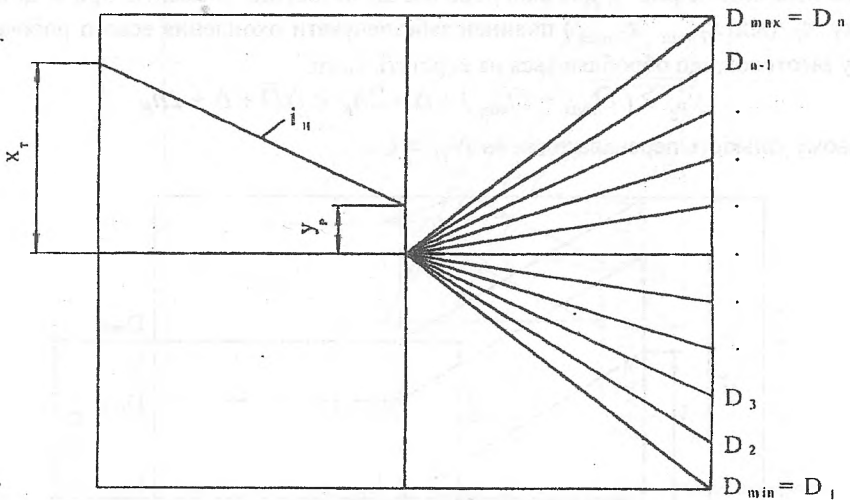


Рис. 2. Кінематична структура патронів з дискретним охопленням заготовок.

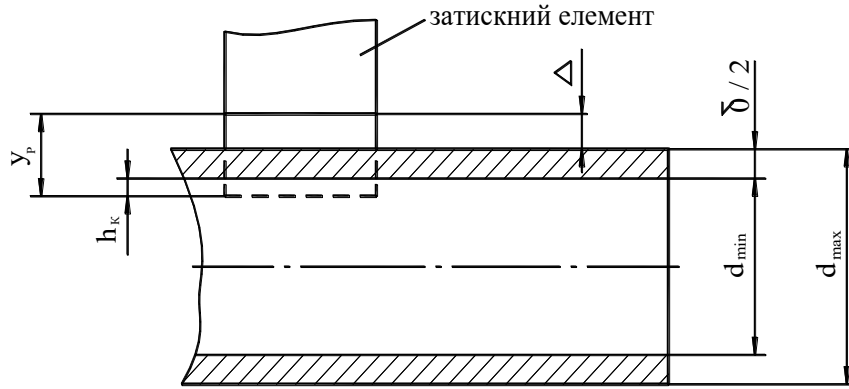


Рис. 3. Схема для визначення робочого ходу затискного елемента.

З рівності виразів (1) і (2) знаходиться довжина ходу труби затиску. Число змінних затискних елементів (патронів) визначається за формулою:

$$N = \frac{D_{max} - D_{min}}{\Delta d} + 1 = \frac{\Delta \bar{D}}{\Delta d} + 1. \quad (3)$$

Для пруткових токарних автоматів, токарно-револьверних верстатів при $D_{max} = 2D_{min}$ число змінних затискних елементів:

$$N = \frac{2D_{min} - D_{min}}{\Delta d} + 1 = \frac{D_{min}}{\Delta d} + 1. \quad (4)$$

Число змінних затискних елементів для охоплення пруткових заготовок в робочому діапазоні діаметрів токарного автомата або токарно-револьверного верстата при дискретності ряду номінальних діаметрів прутків, які поставляються, $\Delta d = 1$ визначиться за формулою:

$$N = D_{min} + 1 \quad (5)$$

В загальному випадку $D_{max} = K_d D_{min}$. Тоді число змінних затискних елементів:

$$N = \frac{K_d D_{min} - D_{min}}{\Delta d} + 1 = \frac{D_{min}(K_d - 1)}{\Delta d} + 1 \quad (6)$$

Кінематична структура затискних патронів з неперервною схемою охоплення заготовок показана на рис. 4, для якої робочий хід затискних елементів при ході приводу затиску X_T (від $X_{T_{min}}$ до $X_{T_{max}}$) повинен забезпечувати охоплення всього робочого діапазону заготовок, що обробляються на верстаті, тобто

$$y_{P_{\Sigma}} \geq (D_{max} - D_{min}) + \Delta + 2h_K \geq \Delta \bar{D} + \Delta + 2h_K \quad (7)$$

При цьому кількість переналаджень $N_{II} = 1$

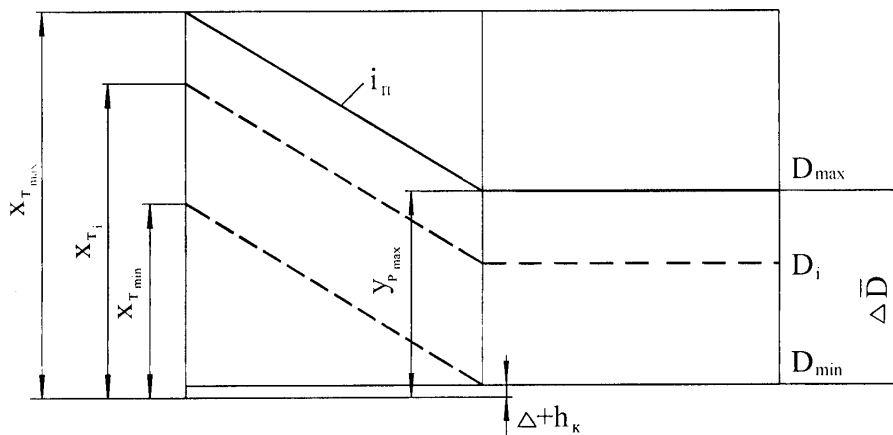


Рис. 4. Кінематична структура патронів з неперервною схемою охоплення.

Реалізація такої схеми можлива на основі декількох підходів: 1) збільшення осьового ходу приводу затиску; 2) підвищення i_{II} за рахунок використання двох і більше передавально-підсилюючих ланок [3], самоналадження та ефекту мультиплікації [2, 4]; 3) використання нових фізичних принципів і явищ. Збільшення осьового ходу приводу затиску веде до збільшення габаритів приводу затиску, зменшення швидкодії, ускладнення конструкції та погіршення динамічних характеристик. Використання другого підходу дозволяє охоплювати вузький діапазон діаметрів заготовок, наприклад, у пружкових автоматах та токарно-револьверних верстатах, для яких $D_{max}/D_{min} \leq 2$. Перспективним є забезпечення широкодіапазонності за рахунок використання нових фізичних принципів та явищ, наприклад, затискні елементи у вигляді камер постійного або змінного об'єму, наповнені рідким або сипучим середовищем [5], затискні елементи, які при затиску і розтиску знаходяться у різних фазових станах.

Комбінацією дискретної і неперервної структурних кінематичних схем охоплення заготовок є дискретно-неперервна, можливі варіанти якої показані на рис. 5.

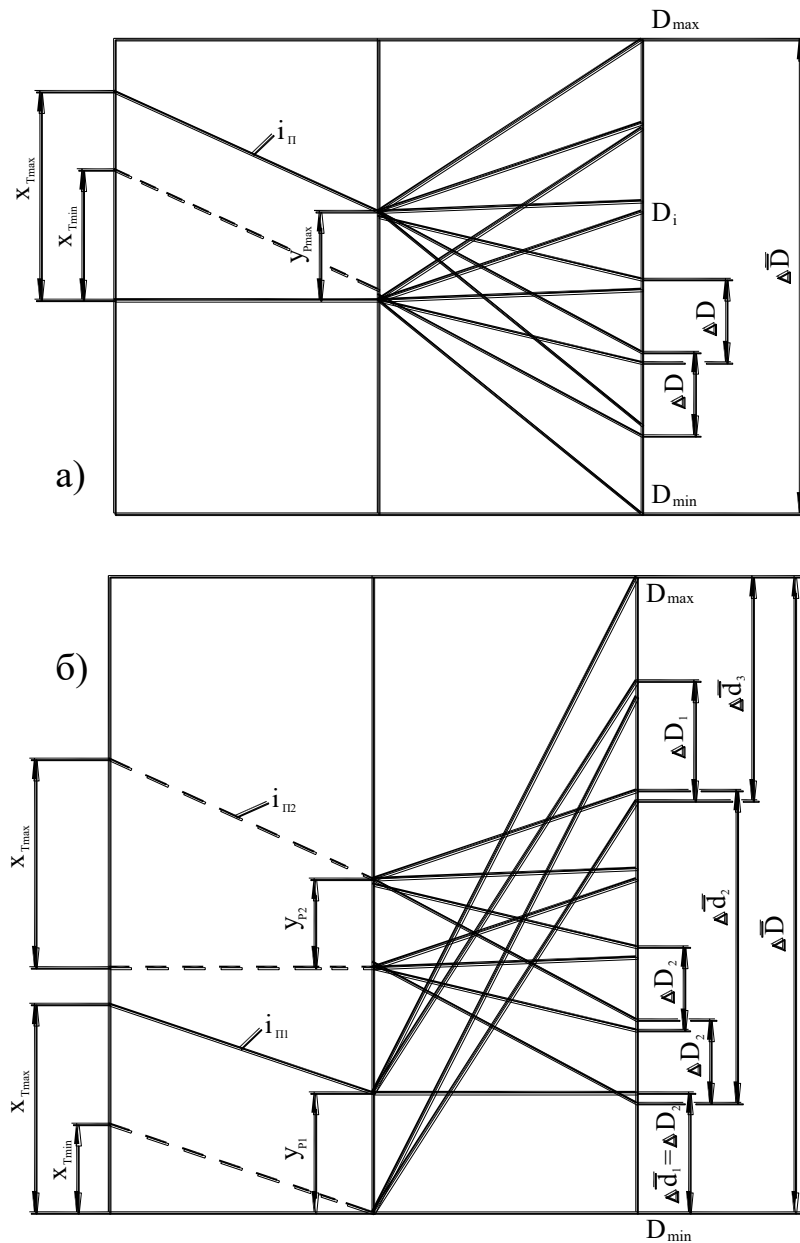


Рис. 5. Варіанти кінематичної структури затискних патронів з дискретно-неперервною схемою охоплення заготовок: а – з одним кінематичним ланцюгом; б – з двома кінематичними ланцюгами.

Охоплення діапазону заготовок патронами з одним кінематичним ланцюгом (рис. 5, а) реалізується за рахунок неперервного охоплення вузького діапазону ΔD та переходу на потрібний діапазон діаметрів маніпулюванням (заміна або перепозиціонування) затискними елементами або їх комплектами. Число переналагоджень при такій схемі

$$N_{\Pi} = \frac{D_{max} - D_{min}}{\Delta D} - 1 = \frac{\Delta \bar{D}}{\Delta D} - 1, \quad (8)$$

а кількість комплектів змінних затискних елементів

$$n_K = \frac{\Delta \bar{D}}{\Delta \bar{d}}. \quad (9)$$

При $\Delta \bar{d} = \Delta D$ (затискні елементи виконані з розточкою під відповідний діапазон охоплення) кількість комплектів

$$n_K = \frac{\Delta \bar{D}}{\Delta D} = N_{\Pi} + 1 \quad (10)$$

У випадку $\Delta \bar{d} = \Delta \bar{D}$, для якого $n_K = 1$, в одному затискному елементі повинні бути сконцентровані всі піддіапазони. Це досягається в затискних патронах з багатопрофільними та призматичними затискними елементами з розточуванням під різні діапазони діаметрів.

Охоплення заготовок патронами, кінематична структура яких приведена на рис.5,б, проходить за рахунок повного використання всіх кінематичних ланцюгів, кінцевими ланками яких є затискні елементи. Такі кінематичні структури мають, наприклад, широкоуніверсальні затискні патрони для охоплення пруткових і штучних заготовок різними затискними елементами

Приведені типові кінематичні структури затискних патронів несуть інформацію про послідовність розташування кінематичних пар (передавальні-підсилюючих ланок) їх кількість і передавальне відношення, а також про кількість виконавчих органів і число переналагоджень. За розробленою кінематичною структурою можна реалізувати вибраний принцип охоплення діапазону діаметрів заготовок, що обробляються на токарних верстатах-автоматах, конкретним типом затискного патрона.

Existing methods of operating range for billet diametres on turning machines using various types of power chucks are described in the article. Typical cinematic structures of power chucks with different involvement schemes are given by the author. Characteristics for determining the quantity of variable chuck elements and the number or readjustments for different involvement schemes are presented in the thesis.

Література

1. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник/ Ю.Н. Кузнецов, А.А. Вачев, С.П. Сяров, А.Й. Цървенков; под ред. Ю.Н. Кузнецова. – К.: Техника; София: Техника, 1988. – 222 с.
2. Кузнецов Ю.Н., Дементьев В.И. Широкодиапазонные цанговые патроны// Станки и инструмент, 1984. – №1. – С. 9 – 12.
3. Кузнецов Ю.Н., Ахрамович В.Н. Синтез широкодиапазонных зажимных патронов прутковых автоматов// СТИН, 1993. – №5. – С. 7 – 10.
4. Кузнецов Ю.Н., Кушик В.Г. Широкодиапазонный цанговый патрон для токарных автоматов// Технология и организация производства, 1987. – №3. – С. 32 – 34.
5. Кузнецов Ю.Н. Использование эвристических методов в работе конструктора станочной оснастки. – М.: УТПМ, 1992. – 86 с.

Одержано 17.03.2002 р.