

УДК 621.941-229

Ігор Луців¹, д.т.н., проф.; Віталій Волошин², к.т.н., доц.; Валерій Буховець², к.т.н.

¹Державний університет «Житомирська політехніка», Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАТИСКНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ З ІНТЕГРОВАНИМИ ПРУЖИННИМИ ПРИВОДАМИ ЗАТИСКУ

Анотація. Наведено розроблені малогабаритні конструкції швидкодіючих затискних пристроїв з інтегрованими пружинними приводами затиску та стаціонарними гідравлічними приводами розтиску, що дозволяють підвищити ефективність процесу токарної обробки на верстатах з ЧПК. На основі теоретичних досліджень встановлено вплив їх конструктивних та експлуатаційних параметрів на силові характеристики, а також на значення питомих тисків в зонах контакту сегментної затискної цанги.

Ключові слова. Затискний пристрій, токарна обробка, привод затиску, ефективність, силова характеристика

Ihor Lutsiv, Vitalij Voloshyn, Valeriy Buhovets

CLAMPING DEVICES FOR TURNING WITH INTEGRATED SPRING CLAMPING DRIVES

Abstract. Small-sized high-speed clamping devices with integrated spring clamping drives and stationary hydraulic clamping drives are presented, which increase the efficiency of the turning process on CNC machines. Based on theoretical studies, the influence of their design and operational parameters on the power characteristics and the specific pressures in the contact zones of the segmented clamping collet has been established.

Keywords. Clamping device, turning, clamping drive, efficiency, force characteristic

Сучасні технологічні системи для токарної обробки повинні забезпечувати високу продуктивність за умови відповідної точності та якості оброблюваних поверхонь [1]. У зв'язку із цим забезпечення скорочення часу обробки стає одним із важливих завдань. Продуктивність токарної обробки на сучасних токарних верстатах з ЧПК визначається їхніми структурними характеристиками та різальним інструментом, а також ступенем інтеграції між верстатом, заготовкою та інструментом. Тому важливу роль відіграє швидкодія затискного пристрою, встановленого на шпинделі токарного верстата з ЧПК, який також має забезпечувати точний і стабільний затиск заготовки [1, 2]. У зв'язку з цим розроблення швидкодіючих затискних пристроїв з автоматизованими функціями та інтегрованими приводами затиску для надійного затиску заготовок, які зможуть підвищити ефективність процесу токарної обробки шляхом максимального скорочення часу налагодження та затиску заготовок (в тому числі і без зупинки шпинделя), є актуальною науково-практичною задачею.

Проведений аналіз конструкцій затискних пристроїв для токарної обробки показав, що вони можуть мати інтегровані в корпус пневматичні та гідравлічні приводи затиску, що живляться робочим середовищем від розподільних кілець під час зупинки шпинделя [1, 3]. Також на ринку затискного оснащення пропонуються затискні пристрої з інтегрованими в їх корпус пружинними приводами затиску і пневматичними або гідравлічними циліндрами для розтиску [4]. Суттєвим недоліком затискних пристроїв із такими приводами є наявність пристроїв для підводу робочого середовища, які в процесі обертання затискного пристрою із ним контактують.

Цього недоліку немає у розроблених затискних пристроях з інтегрованими пружинними приводами затиску та стаціонарними гідравлічними приводами розтиску,

які призначені для забезпечення зовнішнього затиску заготовок. Їх перевагами є малі радіальні габарити, простота конструкції, можливість працювати на високих частотах обертання та можливість деяких із них здійснювати затиск (розтиск) в процесі обертання шпинделя.

На рис. 1,а приведений цанговий затискний пристрій з інтегрованим пружинним приводом затиску та вмонтованим у шпиндельну бабку гідравлічним приводом розтиску. Затиск прутка відбувається від пружинного приводу, що складається з пакетів тарілчастих пружин 6, які через штоки 5, втулку 2 із гайкою 3 переміщують в осьовому напрямку затискну цангу 4, що встановлена у конічному отворі корпусу 1. Розтиск здійснюється від гідравлічного циліндра 7, змонтованого на передньому торці шпиндельної бабки, шляхом переміщення плунжерів 8, які переміщують рухому втулку 2 із гайкою 3, стискаючи пакет тарілчастих пружин 6.

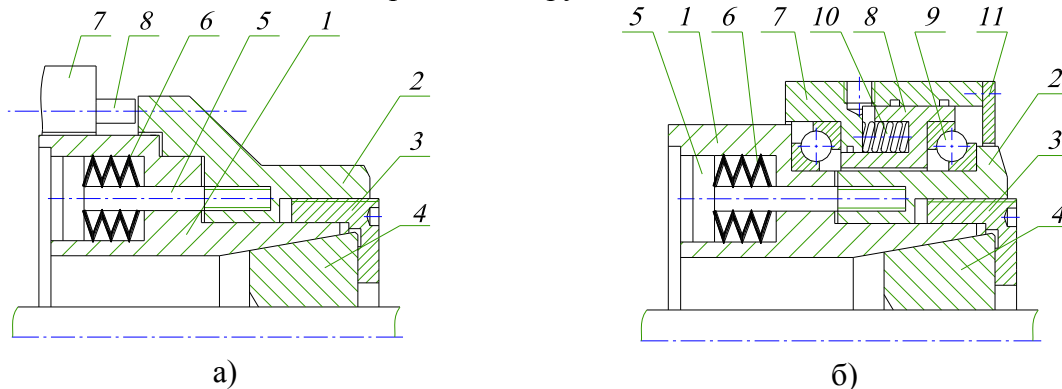


Рисунок 1 – Затискні пристрої цангового типу для токарної обробки з інтегрованими пружинними приводами затиску та гідравлічними приводами розтиску

На відміну від затискних пристроїв, які вимагають зупинки шпинделя під час затиску-розтиску, розроблений цанговий затискний пристрій, приведений на рис. 1,б, можна використовувати під час обертання шпинделя, що скорочує допоміжний час. Затиск прутка відбувається від пружинного приводу так само, як у затискному пристрої зображеному на рис.1,а. Розтиск здійснюється від жорстко приєднаного до шпиндельної бабки необертового гідравлічного циліндра, який складається з корпусу 7 та поршня 8, встановлених на упорно-радіальних підшипниках 9.

Шляхом теоретичних досліджень встановлено силові характеристики розроблених затискних пристроїв залежно від конструктивних та експлуатаційних параметрів.

На основі розробленої розрахункової схеми передачі сил при затиску розроблено математичну модель для визначення сили затиску в статиці та процесі усталеного обертання. В результаті теоретичних досліджень встановлено вплив на сумарну статичну радіальну силу затиску заготовки коефіцієнтів тертя в стиках затискного пристрою, кута конуса сегментної цанги та осьової сили пружинного приводу затиску. Збільшення коефіцієнта тертя між конусною поверхнею корпусу цангового патрона та сегментами затискної цанги від 0,1 до 0,15 призводить до зменшення сумарної радіальної сили затиску у 1,51 раз при куті конуса сегментної цанги 15°. При збільшенні кута нахилу сегментної цанги від 10° до 15° сумарна максимальна статична радіальна сила затиску зменшується у 1,36 раза.

Результати моделювання сумарної динамічної радіальної сили затиску заготовки від частоти обертання затискного пристрою при різних осьових силах пружинного приводу затиску наведені на рис. 2. За його результатами встановлено, що збільшення частоти обертання від 0 до 4000 об/хв призводить до зменшення сумарної динамічної радіальної сили затиску у 1,26 раз при $S_{\Sigma max} = 9$ кН та у 2,5 рази при $S_{\Sigma min} = 3$ кН.

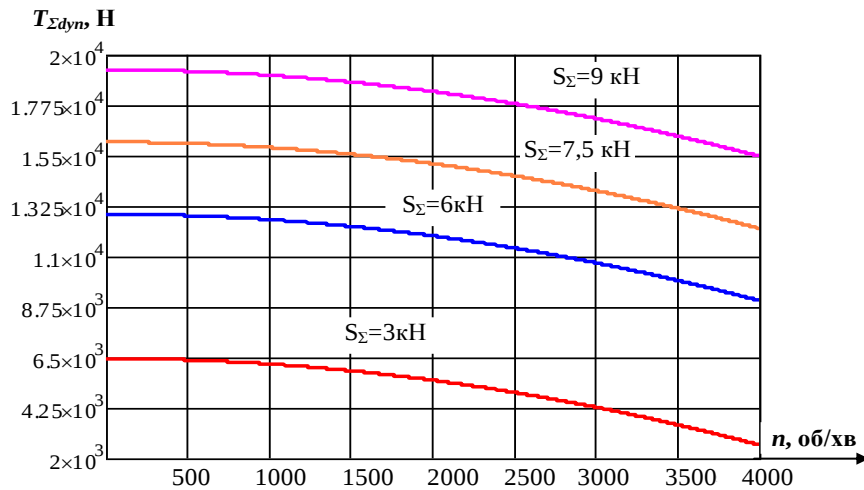


Рисунок 2 – Графічні залежності сумарної динамічної радіальної сили затиску $T_{\Sigma dyn}$ від частоти обертання затискного пристрою n при різних осьових силах пружинного приводу затиску S_{Σ}

На основі розроблених розрахункових схем розроблено математичні моделі для визначення питомих тисків в зоні контакту заготовки та конусної поверхні корпусу із сегментами затискної цанги в статиці. Отримані результати моделювання показують, що із збільшенням діаметра затиску від 20 до 52 мм питомий тиск на зовнішній поверхні заготовки зменшується у 2,6 рази. Максимальний питомий тиск на зовнішню поверхню заготовки одного сегменту затискної цанги становить 9,66 МПа при мінімальному діаметрі затиску 20 мм та максимальній радіальній силі затиску, що припадає на один сегмент, яка становить 7 кН.

За проведеними теоретичними дослідженнями розподілу питомого тиску по конічній поверхні сегменту затискної цанги від осьової сили приводу затиску встановлено, що максимальний питомий тиск буде виникати на ділянці конічної поверхні із мінімальним радіусом, а мінімальний – на ділянці конічної поверхні із максимальним радіусом. Для розробленої конструкції цангового затискного пристрою з інтегрованим пружинним приводом затиску (рис. 1,б) максимальний питомий тиск становить 1,42 МПа, який у 1,43 рази більший за мінімальний.

Перелік посилань

1. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ Ю.М. Кузнецов, І.В. Луців, О.В. Шевченко, В.Н. Волошин. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
2. Lutsiv I. Computer simulation of clamping jaws with elastic compensating links for thin-walled parts clamping/ I. Lutsiv, V. Voloshyn, I. Los. // Professional studies: Theory and Practice. – 2021 – №9(24) – pp. 70-74.
3. Pneumatic/hydraulic front-end chucks. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.smwautoblok.com/us/en/catalogs/turning/pneumatic-hydraulic-front-end-chucks-control-units/>.
4. FB6-20 Full bore mechanical grip, air released chuck [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.lexairinc.com/machine-tool/chucks/fb6-20>.