



УДК 621.941.2

Експериментальні дослідження впливу конструкції хвостовика інструменту на характеристики затискного патрону

В. А. Недобой¹⁾, Ю. М. Кузнецов²⁾, Гера Жоаким Аугушто Хамуйела³⁾

^{1), 2)} Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут», пр-т. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

³⁾ University Agostinho Neto, Avenida 4 de Fevereiro 7, Luanda, Angola, 3350

Article info:

Paper received:

The final version of the paper received:

Paper accepted online:

11 November 2014

14 December 2014

08 January 2015

Correspondent Author's Address:

¹⁾ vadim_kpi@mail.ru

²⁾ info@zmok.kiev.ua

³⁾ info@uan-angola.org

Розглянуто вплив конструкції хвостовика інструменту й відхилення діаметра на характеристики інструментального затискного патрона в залежності від тиску затиску та коефіцієнта зчеплення. Був проведений огляд робіт інших авторів, з яких видно, що проблема або не розглядалася, або вирішена не повністю. Проведений експеримент в статті на визначення сили проштовхування та моменту прокручування оправок затиснутих в інструментальному затискному патроні з різними параметрами хвостовика: оправки номінального діаметру з відхиленнями; оправки з отворами в хвостовику різного діаметра. Пораховані коефіцієнти підсилення патрону для обох випадків та побудовані графіки залежності. Встановлено залежність характеристик інструментального затискного патрона від величини діаметра з відхиленнями та товщини стінки хвостовика оправки.

Ключові слова: інструментальний затискний патрон, оправка, тиск, коефіцієнт підсилення, момент прокручування, сила проштовхування

1. ВСТУП

Точність та надійність затискання інструмента в інструментальному затискному патроні (ІЗП) є одним із головних вимог для дотримання точності обробки на верстаті. Тому доцільним є дослідження впливу конструкції хвостовика інструменту (оправки) на характеристики ІЗП.

В раніше проведених дослідженнях автори висвітлюють зокрема проблеми пов'язані з пружно-напруженим станом ІЗП [1], дослідженням жорсткості патронів [2, 5] методами синтезу та принципами створення патронів [3] або ж проблемам, пов'язаним з конструкцією [4]. В роботі [6] було проведено однофакторний експеримент з дослідженням силових характеристик патрона, з використанням оправки одного діаметра (12 мм), що є недостатнім для отримання всіх характеристик патрона.

2. ПРОБЛЕМА

Забезпечення потрібної сили затиску ІЗП для високошвидкісної обробки для різної конструкції хвостовика інструмента

Метою роботи є дослідження залежності характеристик високошвидкісного ІЗП з затиском у вигляді кінцевої пружної втулки від відхилень діаметра і зміни конструкції хвостовика інструмента.

Щоб дослідити вплив конструкції хвостовика інструмента на силові характеристики потрібно провести експерименти в статті на визначення моменту прокручування і сили проштовхування.

3. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Проведено експеримент в статті з визначення моменту прокручування M_{np} та сили проштовхування P_{np} оправки в ІЗП.

Тиск затиску p_3 створювався насосом (рис. 1) і становив 40, 50 та 60 МПа. Всі експерименти проводилися з повторенням три рази для отримання більш точних даних. Для експерименту використовувалися оправки з номінальними діаметрами $d_n = 8, 10$ та 12 мм з відхиленнями $\Delta = 0; -0,02$ та $-0,04$. Оправки діаметром 8 та 10 мм затискалися з використанням 4-х пелюсткової циліндричної цанги.

Визначення моменту прокручування M_{np} відбувалося на токарному верстаті з використанням динамометричної рукоятки і оправки з квадратом на кінці [6].

Для моменту прокручування був порахований коефіцієнт підсилення патрона K_{II}' за формулою [6]:

$$K_{II}' = \frac{2 \cdot M_{np}}{\mu_1 \cdot d \cdot p_3 \cdot F}, \quad (1)$$

де μ_1 – коефіцієнт зчеплення (тертя) (0,1; 0,15 та 0,2); F – площа гідроциліндра; d – діаметр оправки; p_3 – тиск затиску оправки.

Встановлено, що M_{np} , а отже і K_{II}' в першу чергу залежать від тиску затиску (сили затискання) оправки.

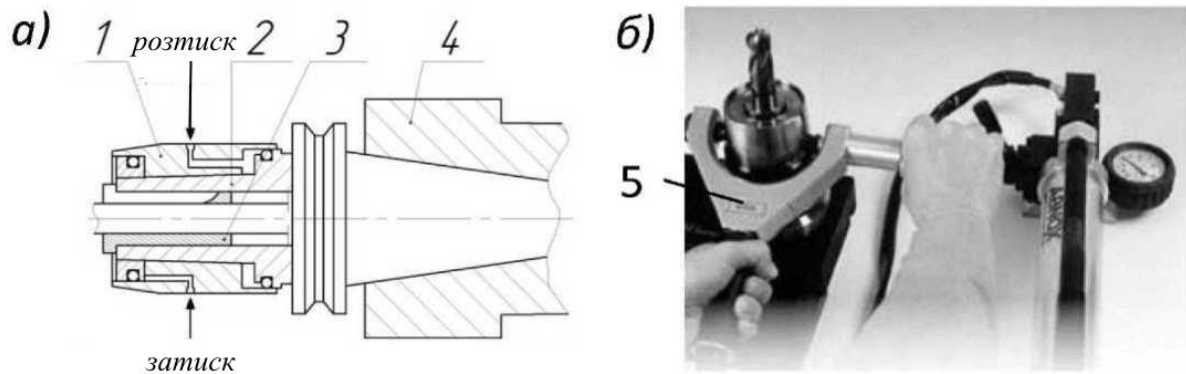


Рис. 1. Розріз (а) і фото (б) інструментального затискного патрону типу CoroGrip в комплекті зі скобою і насосом високого тиску: 1 – рухома конусна втулка; 2 – нерухома упорна конусна втулка; 3 – змінна циліндрична цанга; 4 – шпиндель; 5 – скоба підведення рідини під тиском

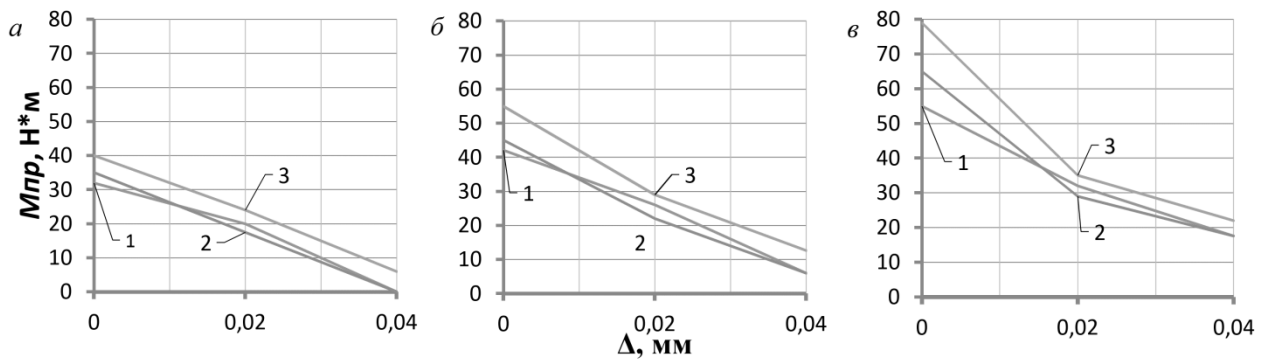


Рис. 2. Вплив зазору між затискним елементом і хвостовиком інструменту на моменту прокручування $M_{пр}$ при затисканні оправок діаметром d_n : 1 – 8 мм; 2 – 10 мм; 3 – 12 мм з відхиленнями $\Delta = 0; -0,02$ та $-0,04$ для тисків p_z : а – 40 МПа; б – 50 МПа; в – 60 МПа

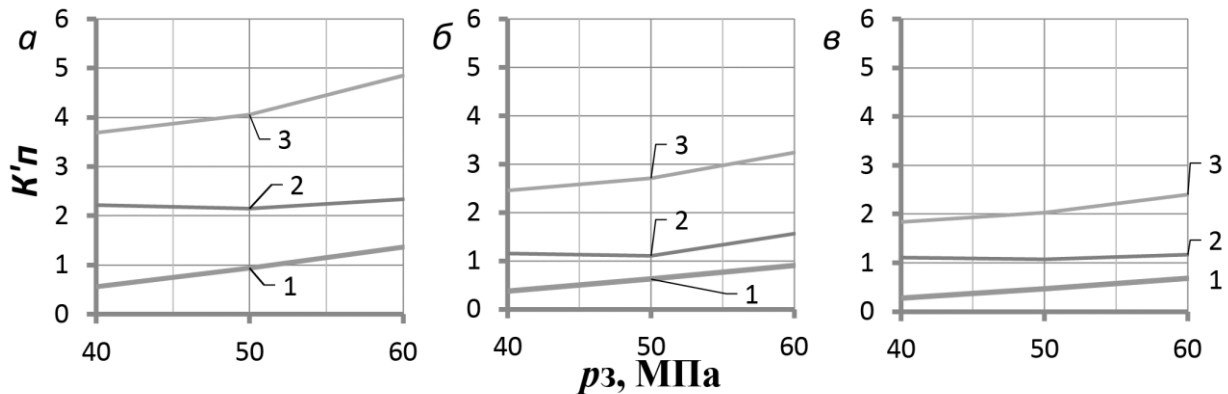


Рис. 3. Вплив тиску затиску на коефіцієнт підсилення $K'_п$ оправки номінального діаметрів $d_n = 12$ з відхиленнями: 1 – $\Delta = -0,04$ мм; 2 – $\Delta = -0,02$ мм; 3 – $\Delta = 0$ для $M_{пр}$ при різних тисках затиску та коефіцієнтах зчеплення $\mu_1 = 0,1; 0,15$ та $0,2$

ки в патроні (рис. 2, 3), але й суттєвий вплив чинить конструкція хвостовика оправки – величина відхилення, адже чим більше значення відхилення тим важче вибрати зазор та створити натяг між хвостовиком оправки та конічною втулкою патрону [6]. Також зазначимо, що найбільшу силу затискування має оправка без використання 4-х пелюсткової циліндричної цанги, тобто – $\varnothing 12$ мм.

Вимірювання сили прошивування проводилося на токарному верстаті при навантаженні осью силою за допомогою переміщення пінолі задньої

бабаки через динамометр стиску [6].

Експеримент показав, що сила прошивування $P_{пр}$ більша для оправки максимального діаметру без використання змінної циліндричної цанги (рис. 4). Отже патрон краще працює без перехідних елементів (цанг), а цанги використовуються тільки для збільшення номенклатури інструменту або ж універсальності патрону.

Визначення моменту прокручування та сили прошивування з використанням тонкостінних оправок (рис. 5).

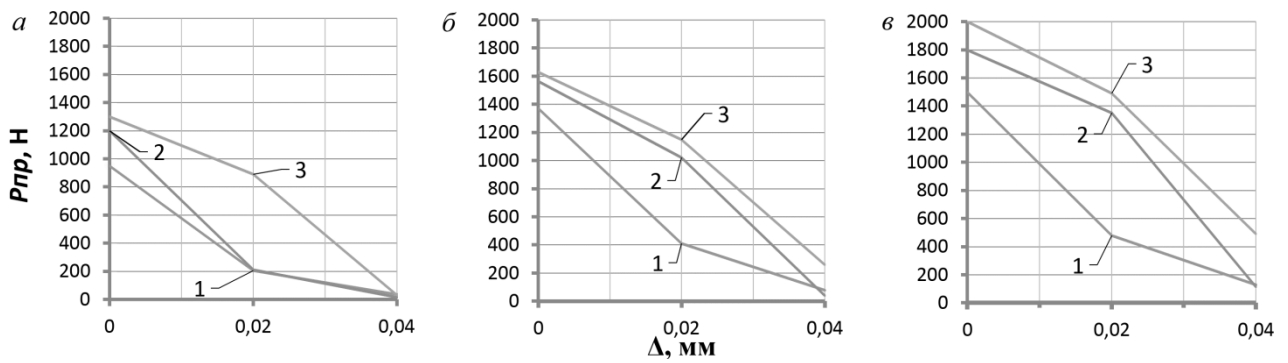


Рис. 4. Вплив зазору між затискним елементом і хвостовиком інструменту на силу прошивування $P_{пр}$ при затисканні оправок діаметром d_n : 1 – 8 мм; 2 – 10 мм; 3 – 12 мм з відхиленнями $\Delta = 0; -0,02$ та $-0,04$ для тисків $p_з$: а – 40 МПа; б – 50 МПа; в – 60 МПа

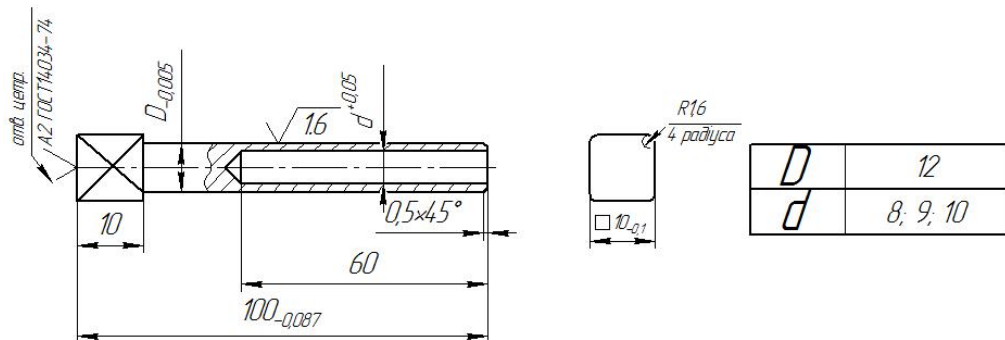


Рис. 5. Оправки з отворами відповідно до таблиці

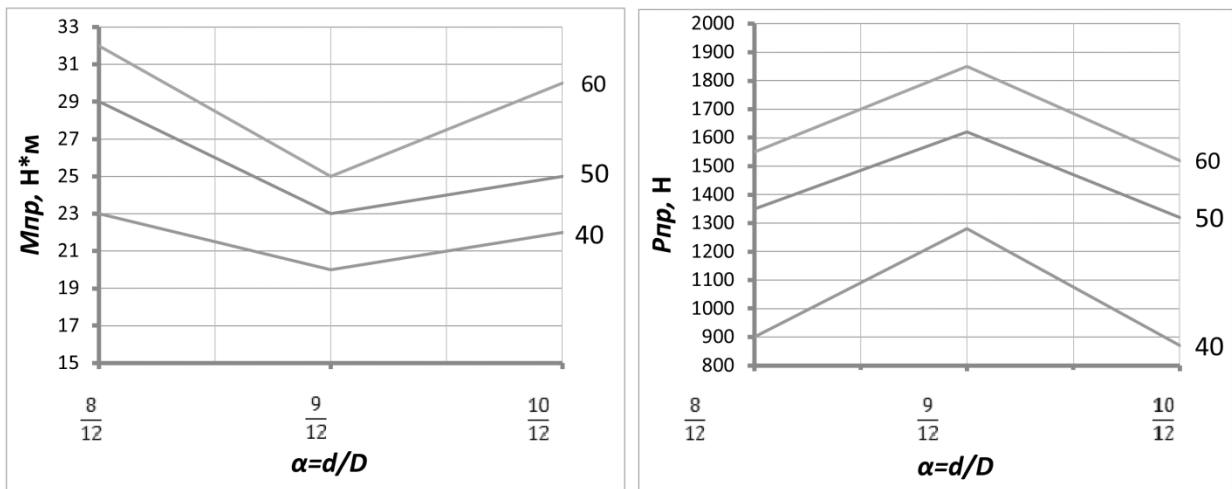


Рис. 6. Вплив співвідношення $\alpha = d/D$ на $M_{пр}$ і $P_{пр}$ при різних тисках затискання

Коефіцієнт підсилення K'_{II_0} розраховується за виведеною для даного випадка формулою (1), K''_{II_0} – за формулою (2) [6]:

$$K''_{II_0} = \frac{P_{пр}}{\mu_2 \cdot p_з \cdot F}, \quad (2)$$

де μ_2 – коефіцієнт зчеплення (тертя) (0,1; 0,15 та 0,2); F – площа гідроциліндра; d – діаметр оправок; $p_з$ – тиск затиску оправки.

З експеримента видно, що коефіцієнт підсилення вищий при прокручуванні для оправки з отвором

$d_{оме} = 8$ мм (рис. 7, $M_{пр}$), тобто там де стінка хвостовика має більшу товщину. Це є прийнятним варіантом для інструментів, які сприймають торцеве навантаження (торцевий інструмент – фрези торцеві). А при прошивуванні коефіцієнт підсилення вищий для оправки з отвором $d_{оме} = 10$ мм (рис. 7, $P_{пр}$), тобто з меншою товщиною стінки. Таке конструктивне рішення оправки є прийнятним для сприйняття осевих навантажень, тобто інструмента типу – свердло.

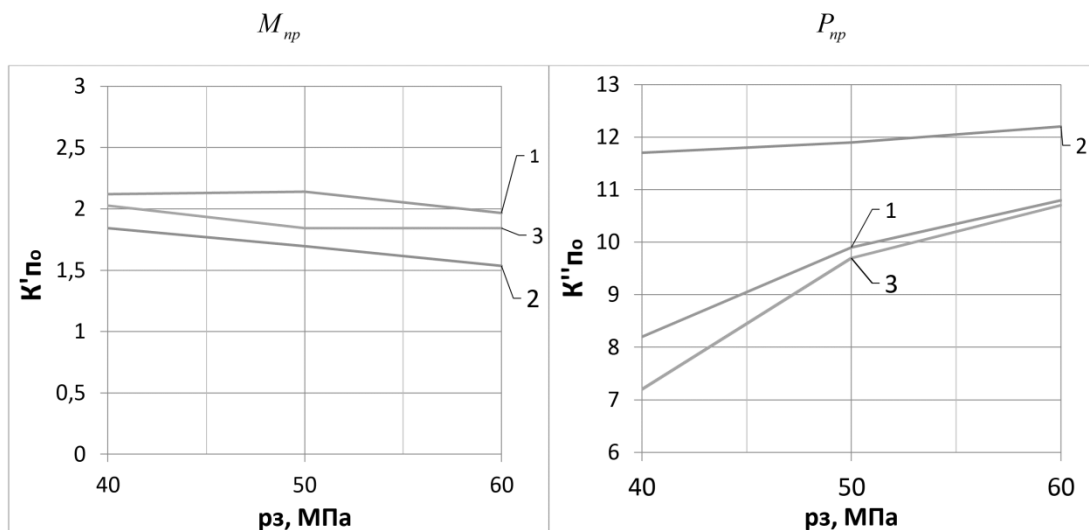


Рис. 7. Вплив тиску затискання p_3 на коефіцієнти підсилення K'_{II_0} та K''_{II_0} правки $d=12$ мм з отворами 8 (1), 9 (2) та 10 (3) мм для M_{np} і P_{np} при $\mu_2=0,2$

4. ВИСНОВИ

В роботі вперше представлені результати багатофакторного експерименту з дослідження силових характеристик ІЗП, з використанням оправок з різними параметрами хвостовика. З експеримента видно, що при збільшенні зазору між конічною втулкою та хвостовиком інструмента стає складніше вибрати зазор між ними та створити натяг, а отже потрібно задавати більший тиск на вході у патрон, а також при використанні оправки 12 мм, без цанги, вона має більшу

силу затиску при однакових тисках p_3 ніж оправки 8 та 10 мм з використанням цанг. Також з експерименту з тонкостінними оправками можна зробити висновок про доцільність використання інструментів з такою ж конструкцією хвостовика, але для цього потрібно правильно вибрати співвідношення між діаметром оправки та параметрами отвору та операції на яких вони будуть використовуватися. Результати цих досліджень впровадженні в навчальний процес НТУУ «КПІ».

Experimental study of the effect on the structural characteristics of the tool shank chuck

V. A. Nedoboi¹⁾, Yu. N. Kuznetsov²⁾, Guerra Hamuyela³⁾

^{1), 2)} National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», 37, Peremogy ave., Kyiv, Ukraine, 03056

³⁾ University Agostinho Neto, Avenida 4 de Fevereiro 7, Luanda, Angola, 3350

The article considers the influence of the parameters of the tool on the characteristics of the tool chuck, depending on the clamp pressure and friction. The purpose it's study the characteristics of high-speed tool chuck to form tapered elastic sleeve deviations of the diameter and stiffness of the shank of the tool. Was analyzed the works of other scholars and found that the problem was not resolved completely, and in some cases are not considered. For this was conducting experiments to determine the force pushing and scrolling moment mandrel nominal diameters and deviations. Were calculated gain factor chuck for both cases. Built graphs of dependencies moment the scroll and force push from the gap between the clamping element and the shank of the tool clamping mandrels of different diameters at different pressures clamp, as well as graphs gain factor chuck from the clamp pressure at various ratios clutch for coin scroll. From the dependency graph we can say that the moment the scroll and force push in the first place depends on the pressure of the clamp (clamp force) of the mandrel in the Chuck, but also and essentially depends on the design of the mandrel - the deviation, the larger the deviation, the more difficult it is to choose the gap and create tension between the mandrel shank and a tapered sleeve of the Chuck. Also note that the greatest force of the clamp has a mandrel without the use of a 4-petal cylindrical collet, i.e. with a diameter of 12 mm, which allows to conclude that the chuck works better without transition elements, and used collets only to increase the range of the instrument or of the universality of the chuck. The same experiment was conducted for mandrel with holes of different diameter in the shank of the mandrel. Were also built graphics dependency of scrolling moment and force push on the ratio of hole diameter to the diameter of the shank of the mandrel. Were calculated gain factor chuck in two cases and built graphs of the dependency. It is seen that the gain factor chuck is higher when scrolling to the mandrel with a hole 8 mm, i.e. where the wall of the shank has a greater thickness. This is an acceptable option for tools that perceive the end load. And when pushing the gain factor chuck is higher for a pot with a hole 9 mm, i.e. with a smaller wall thickness. This design mandrel is acceptable for axial loads.

Key words: tool clamping chuck, mandrel, pressure, gain, time scrolling, force pushing

Експериментальные исследования влияния конструкций хвостовика инструмента на характеристики зажимного патрона

В. А. Недобой¹⁾, Ю. Н. Кузнецов²⁾, Герра Жоаким Аугушто Хамуйела³⁾

^{1), 2)} *Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут», пр-т. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056*

³⁾ *University Agostinho Neto, Avenida 4 de Fevereiro 7, Luanda, Angola, 3350*

В статье рассматривается влияние параметров хвостовика инструмента на характеристики инструментального зажимного патрона в зависимости от давления зажима и коэффициента сцепления. Цель работы это исследование характеристик высокоскоростного инструментального зажимного патрона с зажимом в виде конической упругой втулки от отклонений диаметра и жесткости хвостовика инструмента. Сначала было проанализировано труда других ученых и установлено, что данная проблема была решена не полностью, а в некоторых случаях совсем не рассматривается. Для этого были проведены эксперименты на определение силы проталкивания и момента прокрутки оправок номинального диаметра и с отклонениями. Были посчитаны коэффициенты усиления патрона для обоих случаев. Построены графики зависимости момента прокручивания и силы проталкивания от зазора между зажимным элементом и хвостовиком инструмента при зажиме оправок разного диаметра при различных давлениях зажима, а также графики зависимости коэффициента усиления от давления зажима при различных коэффициентах сцепления монета прокручивания. Из графиков зависимости можно сказать, что момент прокручивания и сила проталкивания в первую очередь зависит от давления зажима (силы зажима) оправки в патроне, но и существенное влияние оказывает конструкция хвостовика оправки - величина отклонения, ведь чем больше значение отклонения тем труднее выбрать зазор и создать натяжение между хвостовиком оправки и конической втулкой патрона. Также отметим, что наибольшую силу зажима имеет оправка без использования 4-х лепестковой цилиндрической канги, т.е. диаметром 12 мм. Такой же эксперимент был проведен для оправок с отверстиями разного диаметра в хвостовике оправки. Также были построены графики зависимости момента прокручивания и силы проталкивания от соотношения диаметра отверстия к диаметру хвостовика оправки. Были сопоставимы характеристики в двух случаях. Посчитаны коэффициенты усиления патрона для обоих случаев и построены графики зависимости.

Ключевые слова: инструментальный патрон, оправка, давление, коэффициент усиления, момент прокручивания, сила проталкивания

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фіранський В. Б. Пружно-напружений стан інструментально затискних патронів нової конструкції. / В. Б. Фіранський // Збірник наукових праць «Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», серія машинобудування. – 2010. – Вип. 59. – С. 19–23.
2. Hasan Al Dabbas. A Study of Efficiency Eccentric Drilling-Milling Chuck / Hasan Al Dabbas // International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing. – Vol. 3. – Issue 1. – pp. 5–8.
3. Кузнецов Ю. М. Принципи створення інструментальних прецизійних затискних патронів для високошвидкісної обробки / Кузнецов Ю. М., Гуменюк О. А., Рудковський А. М., Хасан Аль-Дабас // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2006. – Вип. 17. – С. 134–141.
4. Кузнецов Ю. М. Системно-морфологический подход при синтезе высокоскоростных зажимных патронов / Ю. М. Кузнецов, Аль-Дахаби Фарук // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного ун-ту, - 2004. – № 15. – С. 388–398.
5. Кузнецов Ю. М. Експериментальні дослідження високошвидкісного інструментального затискного патрону з пружним елементом затиску / Кузнецов Ю. М., Фіранський В. Б., Грисюк О. В., Волошин В. Н. // Вісник ХНТУСГ. – 2008. – № 45. – С. 294 – 299.
6. Кузнецов Ю. Н. Расчет и экспериментальные исследования силовых характеристик высокоскоростного инструментального зажимного патрона. / Ю. Н. Кузнецов, В. А. Недобой, Герра Ж. А. Хамуйела // International Scientific Conference «UNITECH '13». – Gabrovo, UNITECH-2013.

REFERENCES

1. Firanskij V. B. (2010). Zbirnik naukovix prac «Visnik nacionalnogo texnichnogo universitetu ukraini «Kijvskij politexnichnij institut», Seriya mashinobuduvannya. Vol. 59, pp. 19–23. [in Ukrainian].
2. Hasan Al Dabbas. International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing. – Vol. 3. – Issue 1. – pp. 5–8.
3. Kuznecov Yu. M., Gumenyuk O. A., Rudkovskij A. M., Hasan Al Dabbas (2006). Zbirnik naukovix prac Kirovogradskogo nacionalnogo texnichnogo universitetu. Vol. 17. pp. 134–141. [in Ukrainian].
4. Kuznecov Yu. M., Hasan Al Dabbas (2004). Zbirnik naukovix prac Kirovogradskogo nacionalnogo texnichnogo un-tu. Vol. 15. pp. 388–398. [in Ukrainian].
5. Kuznecov Yu. M., Firanskij V. B., Grisyuk O. V., Voloshin V. N. (2008). Visnik XNTUSG. Vol. 45. pp. 294 – 299. [in Ukrainian].
6. Kuznecov Yu. N., Nedoboj V. A., Hasan Al Dabbas (2013). International scientific conference «Unitech '13». – Gabrovo, UNITECH-2013. [in Bulgarian].