

УДК 621.9.01
ББК 34.630.01

Людмила Сергеевна Романова,
кандидат технических наук, доцент,
Забайкальский государственный университет,
642039, Россия, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30,
e-mail: Kurlser@yandex.ru

Исследование влияния компенсирующих способностей резьбонарезных патронов на устойчивость метчиков

Исследовано влияние компенсирующих способностей патронов на устойчивость метчиков для четырех типов патронов – жесткого, плавающего, качающегося, переменной структуры. Представлен регрессионный анализ и графическое изображение экспериментальных данных, определяющие влияние компенсирующих способностей патронов на устойчивость инструмента при нарезании резьбы в начальные моменты операции. Установлено, что патрон переменной структуры обеспечивает метчику на фазах ориентирования и наживления высокую степень устойчивости, и, следовательно, более высокое качество обработанного отверстия.

Ключевые слова: компенсирующая способность, патрон, метчик, нарезание резьбы, регрессионный анализ, график, матрица, угол перекоса, изгибающее усилие.

Lyudmila Sergeyevna Romanova,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Transbaikal state University,
30 Alexandro-Zavodskaya Str., Chita, 642039, Russia,
e-mail: Kurlser@yandex.ru

Study on the Effect of Compensating Abilities of Screw-Forming Tapping on the Stability of Tapes

The influence of compensatory abilities of cartridges on the sustainability of taps for the four-screw forming cartridges — rigid, floating, swinging, variable structure is investigated. The author presents the regression analysis and graphic representation of experimental data, determining the influence of the compensating abilities of ammo on the stability of the tool when cutting threads in the initial moments of the operation. It is established that the tape of variable structure provides the tap on the orientation phases the high degree of stability, and, consequently, higher quality of the processed holes.

Keywords: compensating capacity, cartridge, screw tap, thread cutting, regression analysis, graph, matrix, skew angle, bending force.

Повышение качества выпускаемой продукции и эффективности производства является важнейшей задачей современного машиностроения, решение которой возможно лишь при использовании современных технологий обработки деталей и сборки соединений и узлов машин.

Наибольшее распространение среди разъемных соединений деталей машин имеют резьбовые соединения, которые характеризуются высокими конструктивными и технологическими показателями.

Точность и качество образования внутренних резьб в значительной степени зависит от возможностей применяемой вспомогательной оснастки, её свойств и особенностей технологического процесса. Выбор конструкции резьбонарезного патрона связан с обоснованием его конструкции и свойств многофункциональности, обрабатываемой массы показателей: предохранение от предельных нагрузок, копирование шага резьбы, реверс вращения, выключение, переключение механики и т. д. [6; 7].

При разработке конструкций патронов одним из определяющих факторов является избежание возможных бракоопасных ситуаций при операциях резьбообразования и причин их возникновения.

Проектирование патронов с компенсирующей механикой связано с решением вопроса о величине компенсирующих смещений подвижной части патрона (инструментодержателя) относительно его базы, в качестве которой принимается хвостовик или корпус. Основной задачей компенсирующей механики является поглощение погрешностей от радиальных, осевых и угловых смещений по осям отверстия детали и шпинделя заворачивающей машины. Наличие подобных поглотителей стабилизирует процессы обработки или сборки, делает его более устойчивым.

Теоретические принципы работы компенсирующей механики жестких, качающихся, плавающих и с переменной структурой патронов описываются такими параметрами как, габариты компенсирующе-удерживающего блока, система подвижностей его механики, жесткость подвески патрона в замкнутом состоянии. Так как каждый из патронов обладает собственными показателями, эффективность их работы в процессе операции оценивается некоторыми общими формами [1].

Устойчивость режущего инструмента при нарезании внутренней резьбы определяется значениями угла перекося γ и изгибающих усилий $P_{из}$, которые определяются такими факторами как угловая скорость и радиальное смещение [2; 3]. То есть для определения данных показателей варьируются только эти факторы, поскольку угол заборного конуса постоянный, а допуск берется рекомендуемый. Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$(P_{из}) = a_0 + a_1v + a_2v_2 + a_3e_{пр} + a_4e_2 + a_5e_{пр}v, \quad (1)$$

где $a_0...a_5$ — коэффициенты регрессии второго порядка.

Исходная матрица уровней определяющих факторов для жесткого, качающегося, плавающего и с переменной структурой патрона представляет собой следующий вид:

a	v	e	y
1	+	+	
1	+	-	
1	-	+	
1	-	-	
1	0	+	
1	0	-	
1	0	0	
1	+	0	
1	-	0	

где +, -, 0 — соответственно верхний, нижний и средний уровни значений определяющих факторов.

Таким образом, составлено 8 матриц (по 2 для каждого патрона). Например, матрица для жесткого патрона при $\gamma = f(e_{пр}, \omega)$ представляет собой:

a	x1	x2	x3	x4	x5	γ
1	0,12	0,014	0,8	0,64	0,096	18,59
1	0,12	0,014	0,3	0,09	0,036	14,52
1	0,07	0,0049	0,8	0,64	0,056	15,07
1	0,07	0,0049	0,3	0,09	0,0063	12,24
1	0,09	0,0081	0,8	0,64	0,072	16,28
1	0,09	0,0081	0,3	0,09	0,027	13,53
1	0,09	0,0081	0,5	0,25	0,045	14,59
1	0,12	0,014	0,5	0,25	0,06	16,22
1	0,07	0,0049	0,5	0,25	0,035	13,55

Уравнения регрессии:

$$\gamma = 13,77 - 45,03 \times v + 327,7 \times v^2 - 2,69 \times e_{\text{пр}} + 2,1 \times e_{\text{пр}}^2 + 66 - 28 \times e_{\text{пр}}v, \quad (2)$$

$$P_{\text{из}} = 63,18 + 194,53 \times v - 40,73 \times v^2 + 47,2 \times e - 30,72 \times e_{\text{пр}}^2 - 4,73 \times e_{\text{пр}}v. \quad (3)$$

Распределение значений углов перекоса γ и изгибающих сил $P_{\text{из}}$ для различных патронов при нарезании резьбы метчиками представлено на рис. 1–4.

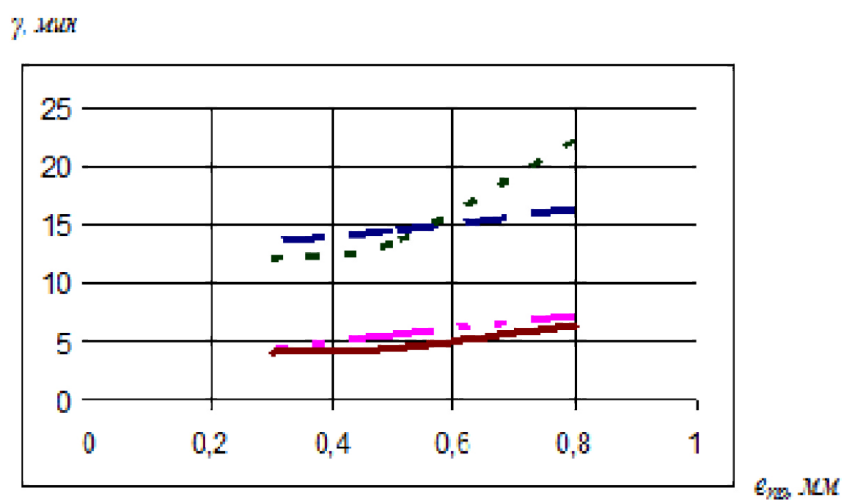


Рис. 1. Графики зависимостей угла перекоса от радиального смещения осей

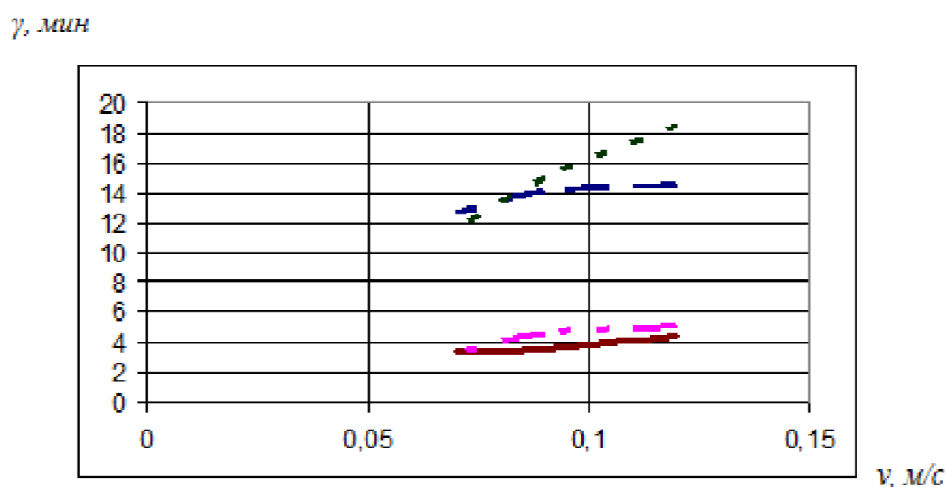


Рис. 2. График зависимостей угла перекоса от скорости смещения осей

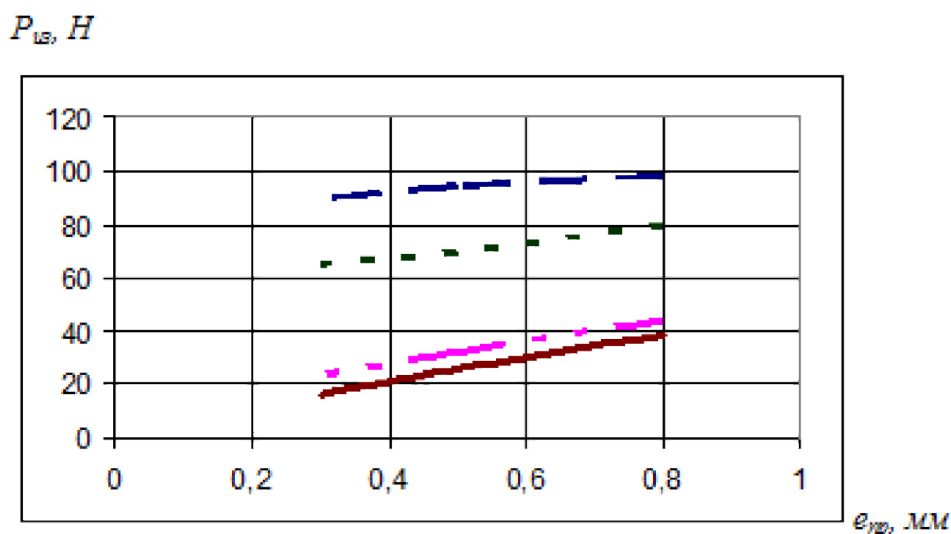


Рис. 3. Графики зависимостей изгибающих сил от радиального смещения осей

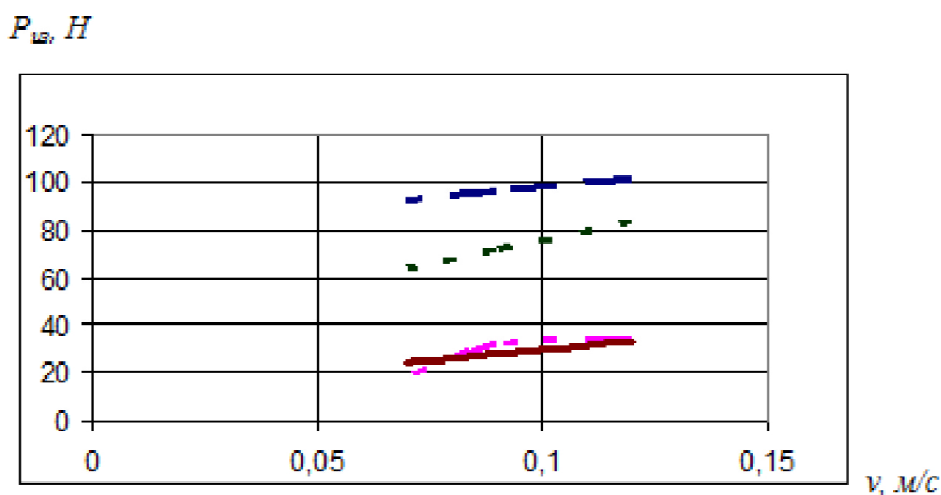


Рис. 4. Графики зависимостей изгибающих сил от скорости смещения осей
 - - - - - жесткий; ····· качающийся;
 ———— — переменной структуры; — · — · — плавающий

Графики показывают, что значения углов перекося у качающегося патрона имеют значительный разброс данных, характеризую его низкую устойчивость в начальные моменты операции. Значения патрона переменной структуры и плавающего на верхних точках различаются на 11% в пользу первого, а на нижних точках примерно одинаковые. Жесткий патрон превышает значения γ на 60 % по сравнению с патроном переменной структуры.

Изгибающие силы изменяются равномерно у каждого патрона. По сравнению с патроном переменной структуры значения у плавающего больше на 13 %, у качающегося на 53 %, у жесткого — на 62 %.

Таким образом, патрон переменной структуры обеспечивает метчику на фазах ориентирования и наживления высокую степень устойчивости, и, следовательно, более высокое качество обработанного отверстия. Построим поля распределения средних значений γ и $R_{из}$ (рис. 5–6) в зависимости от значений скорости и радиального смещения осей. Матрицы для построения будут выглядеть следующим образом:

$\gamma = f(v)$ при $e=0,5$ мм (z2)

ω				
0,12	14,5	4,37	18,51	5
0,09	14,09	3,53	15,03	4,51
0,07	12,7	3,33	11,59	3,25
	0	1	2	3

$\gamma = f(e)$ при $v=0,09$ м/с (z1)

e				
0,8	16,33	7,19	22,29	6,42
0,5	14,51	5,55	13,47	4,48
0,3	13,55	4,38	12,07	4,14
	0	1	2	3

$P_{uz} = f(v)$ (z4)

ω				
0,12	101,3	33,2	83,92	32,95
0,09	96,06	31,43	71,9	24,74
0,07	92,36	18,34	63,96	24,17
	0	1	2	3

$P_{uz} = f()$ (z3)

e				
0,8	98,11	43,8	80,1	38,15
0,5	94,12	31,65	69,82	25,56
0,3	89,78	22,9	65,08	16,27
	0	1	2	3

где 0 – жесткий патрон (ПЖ);
 1 – плавающий патрон (ПР);
 2 – качающийся патрон (ПУ);
 3 – переменной структуры патрон (ПС).

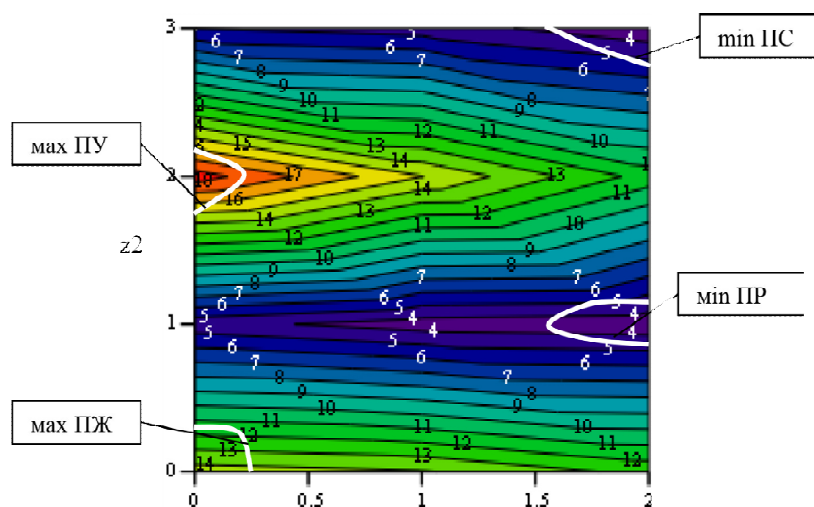
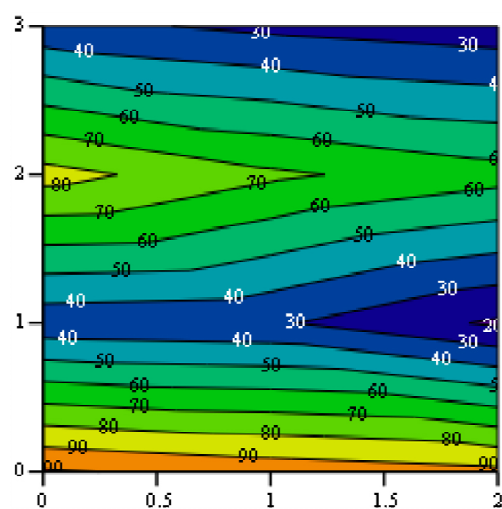


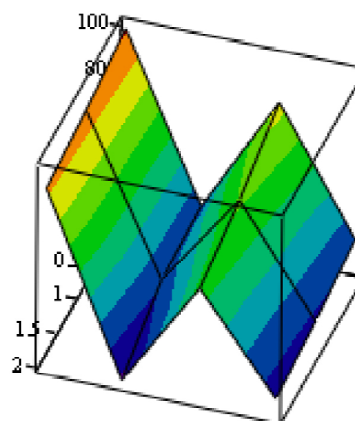
Рис. 5. Поля распределения средних значений γ

$$P_{из} = f(v)$$



z4

а)



z4

б)

Рис. 6. Поля (а) и поверхности (б) распределения средних значений изгибающих сил

Регрессионный анализ и графическое представление экспериментальных данных позволили установить влияние компенсирующих способностей патронов на устойчивость инструмента при нарезании резьбы в начальные моменты операции. Установлено также, что наиболее высокими компенсирующими способностями обладает патрон с переменной структурой механики и эффективность его работы в среднем на 42,6 % выше по сравнению с другими исследуемыми патронами. Подтверждена способность патрона с переменной структурой компенсирующей механики наиболее качественно обеспечивать процессы резьбонарезания и сборки.

Список литературы

1. Березин С. Я., Курбатова Л. С. Анализ принципа действия компенсирующих механизмов завинчивающих патронов // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2009. № 10. С. 21–29.
2. Березин С. Я., Курбатова Л. С. Классификация резьбонарезных патронов по конструктивным и технологическим признакам // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2005. № 10. С. 16–19.
3. Березин С. Я. Современные инструментальные системы для резьбосборочных и нарезных операций // Материалы научно-практической конференции «Технические науки, технологии и экономика». Ч. I. Чита: ЧитГТУ, 2002. С. 14–21.
4. Касьянов О. Н., Никулин И. К., Страшко Ю. Г. Патрон для нарезания точных резьб // Станки и инструменты. 1977. № 4.
5. Якухин В. Г., Ставров В. А. Изготовление резьбы: справочник. М.: Машиностроение, 1989. 192 с.

6. Moore D. Driving the tap. // Cutting Tool Engineering. 1995. 47. № 5. P. 52–60.
7. Tapping attachment. // Tooling and Production. 2002. 68. № 1. P. 12.

References

1. Berezin S. Ya., Kurbatova L. S. Analiz printsipa deistviya kompensiruyushchikh mekhanizmov zavinchivayushchikh patronov // Sbornik v mashinostroenii, priborostroenii. 2009. № 10. S. 21–29.
2. Berezin S. Ya., Kurbatova L. S. Klassifikatsiya rez'bonareznykh patronov po konstruktivnym i tekhnologicheskim priznakam // Sbornik v mashinostroenii, priborostroenii. 2005. № 10. S. 16–19.
3. Berezin S. Ya. Sovremennye instrumental'nye sistemy dlya rez'bosborochnykh i nareznykh operatsii // Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Tekhnicheskie nauki, tekhnologii i ekonomika». Ch. I. Chita: ChitGTU, 2002. S. 14–21.
4. Kas'yanov O. N., Nikulin I. K., Strashko Yu. G. Patron dlya narezaniya tochnykh rez'b // Stanki i instrumenty. 1977. № 4.
5. Yakukhin V. G., Stavrov V. A. Izgotovlenie rez'by: spravochnik. M.: Mashinostroyeniye, 1989. 192 s.
6. Moore D. Driving the tap. // Cutting Tool Engineering. 1995. 47. № 5. P. 52–60.
7. Tapping attachment. // Tooling and Production. 2002. 68. № 1. R. 12.

Статья поступила в редакцию 10.06.2015