

ANALIZA KOSZTÓW KONFIGURACJI I MONTAŻU UCHWYTÓW MODUŁOWYCH NA PRZYKŁADZIE OBRÓBKI DŹWIGNI DWUSTRONNEJ

Cost analysis of the configuration and the assembly of modular handles on the example of processing of the double-sided lever

Adam BARYLSKI

Streszczenie: Przedstawiono problematykę zastosowania modułowych uchwytów przedmiotowych w operacjach obróbkowych. Podano przykłady konfiguracji tego typu oprzyrządowania w obróbce dźwigni dwustronnej. Wyznaczono koszt zakupu elementów oprzyrządowania oraz montażu i użytkowania uchwytów na przykładzie dwóch firm. Analizowano wpływ ilości mocowanych jednocześnie elementów do obróbki na koszt oprzyrządowania modułowego. Rozwiązaniem najkorzystniejszym okazało się zastosowanie prostokątnej płyty bazowej, umożliwiającej obróbkę dźwigni w dwóch zamocowaniach.

Słowa kluczowe: oprzyrządowanie obróbkowe, uchwyty modułowe, koszt, analiza

Abstract: Issues of using modular object handles in machining operations were presented. Examples of the configuration of the instrumentation of this type were given in processing to the double-sided lever. The cost of purchase of elements of the instrumentation as well as the assembly and handles usage based on examples provided by two companies was set. An influence of the number of simultaneously fixed elements for processing on cost of modular instrumentation was analysed. Application of rectangular plate base turned out to be most favourable solution, enabling processing of the lever in two handles.

Keywords: machining instrumentation, modular object handles, cost, analysis

Wstęp

Obecnie w praktyce produkcyjnej, oprócz standardowych (handlowych) uchwytów uniwersalnych, czy konstruowanych przedmiotowych uchwytów specjalnych (niekiedy i tzw. specjalizowanych), coraz częściej stosowane są konstrukcje modułowe (składane). Można je dostać w większym i mniejszym zestawie elementów ustalających, mocujących i innych, w zależności od potrzeb. Jest to istotna dogodność, szczególnie w dominującej obecnie elastycznej produkcji małoseryjnej (niekiedy i jednostkowej) oraz seryjnej. Liczni producenci tego rodzaju oprzyrządowania permanentnie rozszerzają swoje oferty dla odbiorców z wielu branż.

Konfigurując tego rodzaju oprzyrządowanie przedmiotowe należy, co oczywiste, przeanalizować nie tylko celowość zastosowania konkretnych elementów katalogowych, lecz także ocenić koszty ich wykorzystania w realizowanych procesach technologicznych. Montaż uchwytów modułowych odbywa się ręcznie. Czas montażu nie jest długi, wykonywany zwykle przez doświadczonych pracowników. Wysoka jakość wymiarowa poszczególnych elementów uchwytu oraz stan ich warstwy wierzchniej umożliwia użycie w operacjach obróbkowych nowoczesnych narzędzi i podwyższonych prędkości skrawania [1].

Na koszt (roczny) stosowania uchwytu modułowego K_u (z elementami specjalnymi) składa się [2]:

$$K_u = K_a + K_k + K_{ps} + (K_{pn} + K_{wn}) T_w^{-1} + K_d \quad (1)$$

gdzie:

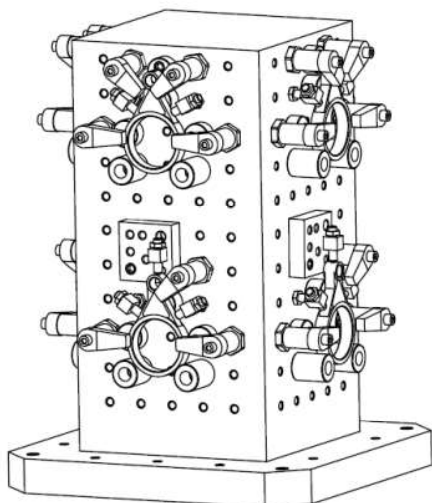
K_u – koszty amortyzacji, K_k – koszty magazynowania i konserwacji, K_{ps} – koszty przygotowania do pracy, K_{pn} – koszty projektowania elementów specjalnych, K_{wn} – koszty wykonania elementów specjalnych, T_w – czas eksploatacji (w latach), K_d – koszty demontażu uchwytu.

Konstrukcja uchwytów modułowych

Analizę kosztów przeprowadzono dla przypadku oprzyrządowania stosowanego w procesie technologicznym żeliwnej dźwigni dwustronnej [3]. Obróbka wykonywana jest na frezarce BFN2115-CNC (5-osiowej), przy przestrzeni roboczej $750 \times 1000 \times 500$ mm.

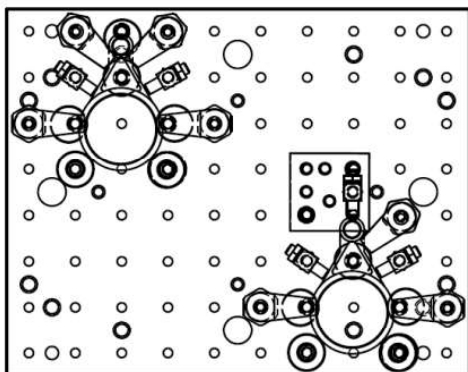
W przypadku zastosowania czterościennej bazowej podstawy pionowej (rys. 1) możliwe jest zamocowanie 8 uchwytów (dla jednoczesnej obróbki dźwigni). Uchwyty dolne umożliwiają frezowanie powierzchni czołowych (z obu stron) oraz wykonanie otworów głównych, zaś uchwyty górne – wiercenie i gwintowanie otworu poprzecznego (w stosunku do otworów głównych).

Jeśli wykorzystamy podstawę prostokątną (rys. 2) możliwe jest rozmieszczenie dwóch uchwytów (obróbka jednej dźwigni w dwóch zamocowaniach), przy czym uchwyt w lewym górnym rogu płyty służy do wykonania otworu poprzecznego.



Rys. 1. Podstawa bazowa czterościenne z elementami uchwytów (zestawienie A)

Fig. 1. Four-wall base with elements of handles (list A)



Rys. 2. Zastosowanie prostokątnej płyty bazowej (zestawienie B)

Fig. 2. Application of the rectangular base plate (list B)

Konfigurację wykorzystywanych elementów uchwytów przedstawiono również na rys. 3.

W skład uchwytu I (rys. 3a) wchodzi: podpora dystansowa (1), cztery śruby z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym (2), dwie łapy hakowe obsadzone (60) (3), dwie śruby pasowane (4), łapa hakowa obsadzona (50) (5), trzy nastawne elementy separujące (6), okrągły element podporowy (7), dwa mimośrodowe elementy podporowe (8) oraz dwie precyzyjne podpory dystansowe (9). W przypadku uchwytu II (rys. 3b) nie występuje podpora dystansowa, zaś dodatkowo – łapa hakowa obsadzona 50.

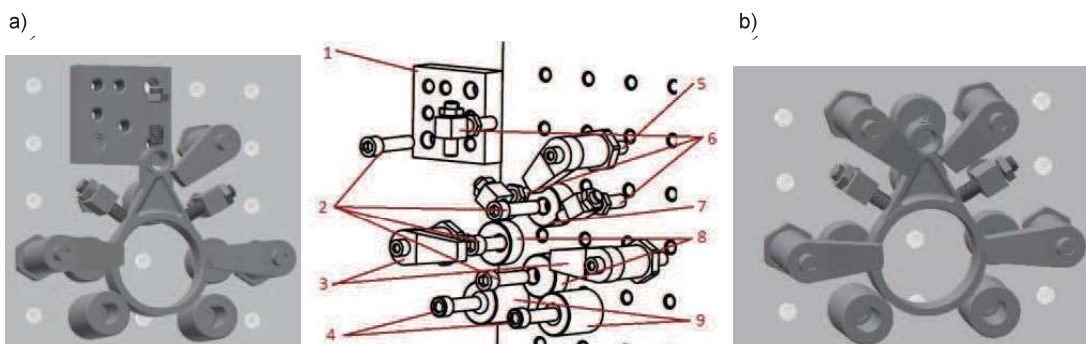
Analiza kosztów uchwytów

W tab. I-VIII przedstawiono koszty zestawionych uchwytów modułowych, wykorzystując elementy firmy Kipp [4] i Carr Lane [5].

Tabela I. Koszty elementów uchwytu I (firmy Kipp)

Table I. Costs of elements of the handle I (company Kipp)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Podpora dystansowa	1	408,87
2	Śruba z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym – M12	4	1,79
3	Łapa hakowa obsadzona – 60	2	235,62
4	Śruba pasowana – M12	2	21,71
5	Łapa hakowa obsadzona – 50	1	229,57
6	Element separujący nastawny	3	70,48
7	Element podporowy okrągły	1	76,40
8	Element podporowy mimośrodowy	2	92,99
9	Podpora dystansowa precyzyjna	2	128,90
Suma:			1 897,88



Rys. 3. Konfiguracja uchwytu modułowego do obróbki: a) powierzchni czołowych i otworów głównych – uchwyt I, b) otworu poprzecznego – uchwyt II

Fig. 3. Configuration of the modular handle for processing: a) of faces and main holes – handle I, b) of crosswise hole – handle II

Tabela II. Koszty elementów uchwytu II (firmy Kipp)
Table II. Costs of elements of the handle II (company Kipp)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Śruba z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym – M12	4	1,79
2	Element separujący nastawny	2	70,48
3	Śruba pasowana – M12	2	21,71
4	Łapa hakowa obsadzona – 50	2	229,57
5	Element podporowy okrągły	1	76,40
6	Element podporowy mi- mośrodkowy	3	92,99
7	Łapa hakowa obsadzona – 60	2	235,62
8	Podpora dystansowa precyzyjna	2	128,90
Suma:			1 738,09

Tabela III. Koszty łączne (zestawienie A, firma Kipp)
Table III. Total costs (balance sheet A, company Kipp)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Płyta bazowa pionowa czterostronna	1	30 280,11
2	Kołek ustalający – M12	1	80,09
3	Śruba z łbem walcowym DIN 912 – M16	2	28,60
4	Kołek centrujący do otworu środkowego	1	342,80
5	Elementy uchwytu I	4	1 897,88
6	Elementy uchwytu II	4	1 738,09
Suma:			45 304,08

Tabela IV. Koszty łączne (zestawienie B, firma Kipp)
Table IV. Total costs (balance sheet B, company Kipp)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Płyta z siatką otworów	1	6 819,04
2	Kołek ustalający – 30	2	120,69
3	Śruba z łbem walcowym DIN 912 – M12	2	25,85
4	Nakrętka do rowka teowego DIN 508	2	5,75
5	Elementy uchwytu I	1	1 897,88
6	Elementy uchwytu II	1	1 738,09
Suma:			10 759,59

Tabela V. Koszty elementów uchwytu I (firmy Carr Lane)
Table V. Costs of elements of the handle I (company Carr Lane)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Podpora dystansowa	1	533,28
2	Śruba z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym	4	3,64
3	Łapa hakowa obsadzona – 60	2	461,78
4	Śruba pasowana	2	42,02
5	Łapa hakowa obsadzona – 50	3	361,58
6	Zaciski	3	140,63
7	Element podporowy okrągły	3	103,02
8	Podpora dystansowa precyzyjna	2	161,60
Suma:			3 694,33

Tabela VI. Koszty elementów uchwytu II (firmy Carr Lane)
Table VI. Costs of elements of the handle II (company Carr Lane)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Śruba z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym	4	3,64
2	Zaciski	2	140,63
4	Śruba pasowana	2	42,02
5	Łapa hakowa obsadzona – 50	2	361,58
6	Element podporowy okrągły	5	103,02
7	Łapa hakowa obsadzona – 60	2	461,78
8	Podpora dystansowa precyzyjna	2	161,60
Suma:			2 864,88

Tabela VII. Koszty łączne (zestawienie A, firma Carr Lane)
Table VII. Total costs (list A, company Carr Lane)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Płyta bazowa pionowa czterostronna	1	35 390,40
2	Kołek ustalający	1	58,58
3	Śruba z łbem walcowym	2	43,83
4	Kołek centrujący do otworu środkowego	1	195,94
5	Elementy uchwytu I	4	3 694,33
6	Elementy uchwytu II	4	2 864,88
Suma:			61 969,42

Tabela VIII. Koszty łączne (zestawienie B, firma Carr Lane)
Table VIII. Total costs (list B, company Carr Lane)

Nr	Nazwa elementu	Liczba	Cena jednostkowa [PLN]
1	Płyta z siatką otworów	1	14 907,60
2	Kolek ustalający	2	131,30
3	Śruba z łbem walcowym	2	42,02
4	Nakrętka do rowka teowego	2	13,74
5	Elementy uchwytu I	1	3 694,33
6	Elementy uchwytu II	1	2 864,88
Suma: 21 840,93			

Oferta handlowa firmy Kipp i Carr Lane nieznacznie się różni, lecz w opracowanych uchwytach niektóre elementy można było zastąpić ich zbliżonymi odpowiednikami. W drugim przypadku elementy podporowe mimośrodowo zastąpiono okrągłymi, zaś nastawne elementy separujące – zaciskami. W analizie kosztów przyjęto przelicznik 1\$ = 4,04 PLN (obowiązujący 30.11.2015 r.).

Korzystając ze wzoru (2) można wyznaczyć koszt (roczny) zakupionego uchwytu modułowego K_{um} (bez elementów specjalnych), przyjmując, że koszt magazynowania i konserwacji elementów odpowiada 20% ceny zakupu. Tak więc:

$$K_{um} = 1,2 K_{us} + n_p(s_p t_p + K_{sp}) + K_{us}/T_w + s_m t_m n_m + s_d t_d n_d \quad (2)$$

gdzie:

K_{us} – cena elementów uchwytu, K_{sp} – koszty specjalne projektowania (nie ujęte oddzielnie we wzorze), n_p – ilość składanych (konfigurowanych) uchwytów, s_p – stawka godzinowa projektowania, s_m i s_d – stawka godzinowa – odpowiednio przy montażu i demontażu (przyjęto $s_p = s_m = s_d = 15$ PLN/godz.), t_p – czas projektowania (3 godz.), t_m – czas montażu (4 godz.), t_d – czas demontażu (3 godz.), n_d – ilość uchwytów demontowanych.

W danym przypadku obliczone koszty łączne zastosowania uchwytów (zestawienia A i B) wynoszą odpowiednio:

- uchwytu I – 64 455,71 (firmy Kipp) oraz 87 787,19 PLN (firmy Carr Lane),
- uchwytu II – 15 463,43 (firmy Kipp) oraz 30 937,30 PLN (firmy Carr Lane).

Jak wynika z przedstawionych obliczeń, największe różnice wynikają z kosztów płyt (podstaw) bazowych. Podejmując decyzję o wdrożeniu w firmie danego systemu oprzyrządowania należy każdorazowo poprzedzić ją odpowiednią analizą ekonomiczną. Przedstawione tu obliczenia są jedynie studium wybranego przypadku.

Podsumowanie

Koszty związane z wykorzystaniem uchwytów modułowych związane są nie tylko z ich amortyzacją, montażem i demontażem zespołów oraz magazynowaniem, ale przede wszystkim wpływa na nie cena poszczególnych elementów, proponowanych przez wielu obecnych na rynku producentów tego typu oprzyrządowania. Podejmując decyzję o aplikacji tego rodzaju uchwytów w praktyce należy mieć na względzie stopień ich wykorzystania, a szczególnie niezbędnych płyt (podstaw) bazowych. Decyzje te są szczególnie istotne w przypadku elastycznej produkcji jednostkowej i małoseryjnej wyrobów.

LITERATURA

- [1] Brukszta A. 2000. „Sposoby zwiększania sztywności modułowych uchwytów składanych”. *Technologia i Automatyzacja Montażu* (4): 29–31.
- [2] Cebulewski R. 1988. „Ekonomiczne kryteria stosowania uchwytów przedmiotowych w elastycznych systemach obróbkowych przedmiotów korpusowych”. Materiały II Konf. Nauk.-Tech. nt. „Oprzyrządowanie Obróbki Skrawaniem. Konstrukcja. Technologia. Efekty”. Białystok: Fabryka Przyrządów i Uchwytów, 70–86.
- [3] Sadłowska I. 2016. „Analiza kosztów uchwytów modułowych w wybranych operacjach technologicznych”. Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, praca dyplomowa.
- [4] Katalog firmy Kipp. 2015. Systemy mocujące, Wrocław.
- [5] <https://www.carrlane.com/>, dostęp 26.11.2015.

Prof. dr hab. inż. Adam Barylski – kierownik Katedry Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji, Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, e-mail: abarylsk@pg.gda.pl