

ANALIZA ZMIANY TECHNOLOGII PRODUKCJI CZĘŚCI

Analysis of changes in production technology detail

Aleksander NIEOCZYM

Streszczenie: W artykule przedstawiono analizę kosztów wykonania uchwyty mocowania motoreduktora uniwersalnego przenośnika odpadów. Zaproponowano dwie metody wykonania: spawanie elementów składowych oraz gięcie półfabrykatu. Wykorzystując własne wzory obliczono czasy wykonania i koszty produkcji. Wykazano, że rozwiązaniem ekonomicznym będzie element gięty na prasie krawędziowej.

Słowa kluczowe: operacja technologiczna, czas procesu technologicznego, koszt wykonania

Abstract: The article presents an analysis of the cost of the handle mounting geared universal waste conveyor. It proposed two methods: welded components and bending the blank. Using your own designs calculated execution times and production costs. It has been shown that the solution to be economically element bent on a press brake.

Keywords: technological operation, processing time, cost of production

Wprowadzenie

Maszyny i urządzenia technologiczne, szczególnie wielkogabarytowe, budowane są w technologii modułowej. Umożliwia to wykonywanie zunifikowanych typoszeregów w zależności od specyfikacji nabywcy. Kolejną zaletą jest montowanie urządzenia bezpośrednio u klienta. Wykonywanie modułów obniża koszty produkcji całego urządzenia, wpływa też na zmniejszenie kosztów montażu, napraw i ewentualnej rozbudowy. Obecnie presja na obniżenie kosztów produkcji finalnego produktu powoduje

dążenie do zmniejszenia czasu produkcji i obniżenia kosztów pojedynczych części i zespołów wchodzących w skład urządzenia. Jednym ze sposobów obniżenia kosztów pojedynczych części jest zmiana technologii ich wykonywania. Bazując na doświadczeniu związanym z modernizacją [3] oraz zmianami konstrukcyjno-technologicznymi maszyn i urządzeń [1, 2] autor przeprowadził analizy wiążące technologię wykonania części z kosztami ich produkcji. W artykule przedstawiono zarys prac prowadzonych w firmie Sigma S.A. [4]. Opisano przeprowadzoną analizę czasu i kosztów wykonania uchwyty motoreduktora (rys. 1) uniwersalnego przenośnika odpadów [5]. Uchwyt utrzymuje motoreduktor we właściwym położeniu względem podajnika oraz zapobiega obróceniu motoreduktora względem osi wału napędowego. Zaproponowano dwa rozwiązania konstrukcyjne – w pierwszym uchwyt wykonano jako element składający się z pięciu blach zespawanych ze sobą. Druga metoda polegała na kształtowaniu uchwyty podczas gięcia na prasie krawędziowej.

Podczas analizy kosztów operacji wykorzystano własne wzory empiryczne, umożliwiające obliczenie czasów operacji technologicznych wypalania, spawania i gięcia. Weryfikacja poprawności wzorów nastąpiła dzięki pomiarom czasów na stanowiskach roboczych, a także w wyniku konsultacji z technologami.

Czas wypalania t_w obliczany jest na podstawie wzoru:

$$t_w = A \frac{L_1}{v_{1i}} + B \frac{L_2}{v_{2i}} + C \frac{L_3}{v_{3i}} + D \frac{L_4}{v_{4i}} + X \cdot 1[s] + Y \cdot 1,5[s] \quad (1)$$

gdzie:

A – ilość wypalanych otworów, B – ilość wypalanych pierścieni, C – ilość wypalanych kwadratów, D – ilość wypalanych kształtów 1/4 koła,

L_1 – obwód wypalanego otworu, L_2 – obwód wypalanego pierścienia, L_3 – obwód wypalanego kwadratu, L_4 – długość linii wypalanej 1/4 koła, i – grubość blachy



Rys. 1. Mocowanie motoreduktora za pomocą uchwyty giętego [4]
Fig. 1. Fixing the gear motor with the handle bent [4]

v_1 – prędkość wypalania otworu, v_2 – prędkość wypalania pierścienia, v_3 – prędkość wypalania kwadratu, v_4 – prędkość wypalania 1/4 koła, X – ilość załamania linii wypalania w danym elemencie, Y – ilość przerw w linii wypalania danego elementu

Czas gięcia t_g na prasie krawędziowej

$$t_g = \frac{i \cdot n_i}{v_g \cdot u_e} \quad (2)$$

gdzie:

v_g – prędkość gięcia [ilość gięć / min]; przyjmowana jest na podstawie własnych obserwacji

i – ilość sztuk detalu

n_i – ilość gięć w detalu

u_e – ilość detali giętych w tym samym czasie

Czas spawania t_{sp} jednego detalu:

$$t_{sp} = \frac{L_c}{v} + P \cdot 10 [s] \quad (3)$$

gdzie:

L_c – całkowita długość spoin [mm],

v – prędkość spawania [mm/s]

P – ilość pozycji spawania, 10 [s] – przelicznik wyrażony w sekundach

Obliczenie czasów operacji technologicznych

Czas wykonania uchwytu spawanego

Uchwyt motoreduktora wykonany w wyniku spawania wymaga wypalania pięciu elementów z blachy o grubości 8 mm. Czasy wypalania zostały obliczone z wykorzystaniem wzoru (1).

Całkowity czas wypalania części składowych obliczony ze wzoru (1) wynosi $t_w = 192$ [s].

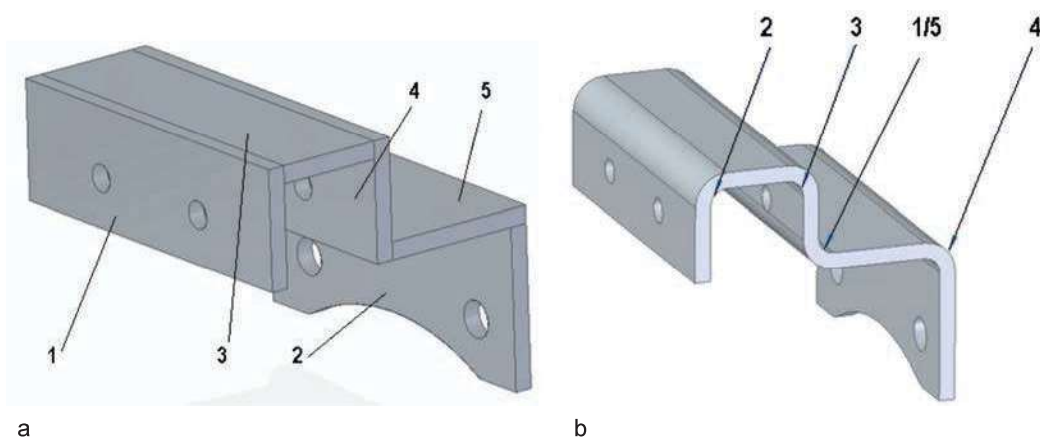
Uchwyt spawany jest w czterech miejscach, spoinami pachwinowymi o wysokości $h = 5$ mm, długość każdej ze spoin jest równa $l = 166$ mm. Prędkość spawania $v = 600$ mm/min.

Czas spawania obliczony wg wzoru (3) – $t_{sp} = 96,8$ [s]

Tabela I. Składowe wzoru do obliczenia czasów wypalania poszczególnych elementów uchwytu motoreduktora

Table I. The components of the formula to calculate the time of the firing of individual elements of the handle of the gear motor

Opis operacji	Symbol	Element			
		1, 4	2	3	5
Ilość wypalanych otworów	A	2	2	–	–
Ilość wypalanych kwadratów	C	1	1	1	1
Ilość wypalanych 1/4 koła	D	–	1	–	–
Ilość załamania linii wypalania	X	4	6	4	4
Ilość przerw w linii wypalania	Y	2	2	0	0
Obwód wypalanego otworu [mm]	L_1	39,25	53,4	–	–
Obwód wypalanego kwadratu [mm]	L_3	440	360,6	428	474
Długość linii wypalanej 1/4 koła [mm]	L_4	–	124,5	–	–
Prędkość wypalania otworu [mm/s]	V_1	17,94	17,94	–	–
Prędkość wypalania kwadratu [mm/s]	V_3	16	16	16	16
Prędkość wypalania 1/4 koła [mm/s]	V_4	–	14,95	–	–
Czas wypalania [s]	t	39,0	46,0	31,0	32,0



Rys. 2. Uchwyt motoreduktora: a – spawany (cyframi zaznaczono elementy składowe), b – gięty z zaznaczoną kolejnością wykonywania zagięć

Fig. 2. Handle the gear motor a – welded (numbers indicated components), b – handle bent, selected sequencing of folds

Tabela. II. Porównanie czasu i kosztów wykonania uchwytu
Table. II. Comparison of the time and cost of the handle

Koszt wykonania uchwytu poprzez wypalanie a następnie spawanie elementów składowych			Koszt wykonania uchwytu poprzez wypalanie a następnie gięcie		
Czas wypalania		Koszt [zł]	Czas wypalania		Koszty [zł]
1 sztuka	100 sztuk		1 sztuka	100 sztuk	
192 [s]	5,33 [h]	640	74,37s	2,06	247,2
czas przygotowawczo-zakończeniowy	0,5 [h]	60	czas przygotowawczo-zakończeniowy	0,25 [h]	30
Czas spawania			Czas gięcia		
	2,7 [h]	229,5		2,1 [h]	178,5
czas przygotowawczo-zakończeniowy	2,2	187	czas przygotowawczo-zakończeniowy	0,25 h	25
koszt arkusza blachy		1320	koszt arkusza blachy		1320
całkowity koszt		2436,5	całkowity koszt		1800,7

Czas wykonania uchwytu giętego

Drugi sposób wykonania uchwytu polegał na wypaleniu z blachy prostokąta a następnie otworów walcowych oraz wypaleniu na krótszej krawędzi zarysu łuku o obwodzie $\frac{1}{4}$ okręgu. Tak wykonany półfabrykat poddano operacji gięcia. Do obliczeń przyjęto wartości identyczne jak w tab. I. Dodatkowe wartości: ilość załamań linii wypalania w danym elemencie $X = 12$, ilość przerw w linii wypalania danego elementu $Y = 6$. Po podstawieniu do wzoru (1), uzyskano czas wypalania $t_w = 74,37$ s. Po wypaleniu kształtu półproduktu dokonuje się kształtowania na giętarcie. Gięcie nr 3 zostało podzielone na dwa gięcia 1 i 5 ze względów technologicznych, gięcie (1) – 111° oraz gięcie (5) = 90° (rys. 2b). Do obliczenia czasu gięcia przyjęto następujące wartości: prędkość gięcia $v_g = 4$ [1/min], ilość sztuk detalu $i = 100$, ilość gięć w detalu $n_i = 5$, ilość detali giętych w tym samym czasie $u_e = 1$. Czas gięcia 100 sztuk obliczony na podstawie wzoru (2) wynosi $t_g = 125$ min.

Sumaryczne koszty wykonania uchwytu dwiema metodami zamieszczono w tab. II.

Podsumowanie

Analiza kosztów wykazała, że koszt wykonania 100 sztuk uchwytów podczas wypalania i gięcia jest niższy w porównaniu do produkcji opartej o wypalanie i spawanie i wynosi odpowiednio 1800,7 i 2436,5 zł. Dodatkowo,

w celu określenia czy zmiana technologii wykonania wpływa na wytrzymałość elementu przeprowadzono analizę wytrzymałościową MES. Analiza wykazała, że metoda wykonania nie ma wpływu na wartość naprężeń zredukowanych. Maksymalna wartość naprężeń wynosi 70 MPa. Rozkład przemieszczeń jest także zbliżony, a największe wartości występują na powierzchni czołowej uchwytu mają wartość 1,4 mm. Obniżki kosztów dodatkowo należałoby spodziewać się stosując blachę o mniejszej grubości.

LITERATURA

- [1] Kohár R. et. al. 2016. "Numerical analysis of roller bearing". Applied Computer Science, vol. 12, (1): 5–16.
- [2] Krzysiak Z. i in. 2016. „Modelowanie urządzenia czyszczącego w programie Inventor”. *Mechanik* (3).
- [3] Nieoczym A., Z. Krzysiak, W. Samociuk. 2016. „Modernizacja maszyn używanych w gospodarstwie rolnym”. Komputerowo wspomaganie projektowanie maszyn. Cz. 1; (red.) Jonak J., Politechnika Lubelska: 54–72.
- [4] www.sigmasa.pl, dostęp 7.02.2017.
- [5] www.sigmasa.pl/oferta/ochrona-srodowiska/20/23/linie-technologiczne.html, dostęp 17.02.2017.

dr inż. Aleksander Nieoczym – Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, e-mail: a.nieoczym@pollub.pl