

# PROCES WYTWARZANIA UCHWYTÓW DO MOCOWANIA FOTELIKÓW W SAMOCHODACH

## *Production process of a tether to fitting a child cars seat in passenger cars*

Stanisław PŁONKA, Rafał PRZYBYTEK, Piotr ZYZAK

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono proces wytwarzania oraz charakterystykę oprzyrządowania technologicznego do operacji gięcia uchwytów do mocowania fotelików w samochodach osobowych. Zamieszczono tok postępowania przy wyznaczaniu początkowych wymiarów materiału do gięcia.

**Słowa kluczowe:** procesy wytwarzania, operacje gięcia, oprzyrządowanie technologiczne

**Abstract:** The paper presents manufacturing process and characteristics of a technological instrumentation for bending operation of a mounting tether to fixing a child car seats in passenger cars. It has been presented a course of proceedings in determining the initial dimensions of the material to the bending operation.

**Key words:** manufacturing processes, bending operations, technological instrumentation

### Wprowadzenie

W 1999 r. zdefiniowano system ISO-FIX do mocowania fotelików dla dzieci jako międzynarodowy standard dla wszystkich producentów samochodów i fotelików dziecięcych. Przepisy dotyczące ISO-FIX obowiązujące w Europie, zawarte w znowelizowanym regulaminie ECE R 16, zostały jednak zatwierdzone dopiero w 2004 r. [1]. Nałożyły one na producentów samochodów obowiązek wyposażenia każdego nowo wyprodukowanego modelu samochodu w system ISO-FIX. Przepis ten wszedł w życie w lutym 2006 r. i dotyczył modeli, które będą dopiero w fazie projektowania. Natomiast od roku 2011 już wszystkie nowe samochody muszą być wyposażone w ten system.

System ISO-FIX jest uniwersalnym systemem stosowanym we wszystkich nowych modelach samochodów do mocowania fotelików dla dzieci. Charakteryzuje się stałym złączem ze znormalizowanymi punktami mocowania, służącym do pewnego montażu fotelika dziecięcego w pojeździe. Zasadniczym elementem są znormalizowane uchwyty, znajdujące się pomiędzy siedziskiem a oparciem tylnej kanapy, przytwierdzone do karoserii pojazdu, stanowiące bazę zaczepową dla dedykowanych fotelików.

Celem artykułu jest przedstawienie procesu wytwarzania, a w szczególności operacji gięcia na prasach uchwytu do mocowania fotelików dla dzieci w samochodach osobowych oraz konstrukcji oprzyrządowania technologicznego do tej operacji.

### Proces wytwarzania uchwytów i niezbędne oprzyrządowanie

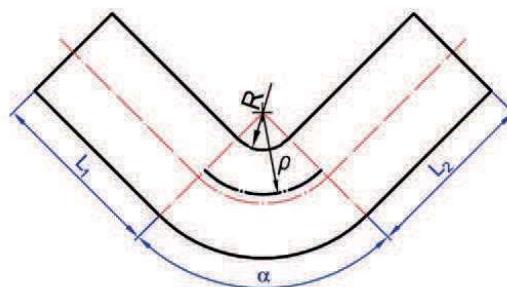
#### Wyznaczenie wymiarów początkowych półfabrykatu (drułu) do gięcia

Najczęściej stosowanymi półfabrykatami w procesie gięcia są różnych rozmiarów blachy, pręty, druty, rury

i kształtowniki. Ze względu na ich różnorodność i cechy geometryczne gotowego wyrobu rozróżnia się trzy metody gięcia [2-6]:

- gięcie na prasach przy pomocy odpowiednich matryc i stempli (wyginanie, zaginanie, zwijanie oraz owijanie),
- gięcie przy pomocy kompletu napędzanych walców, najczęściej kształtowych, pomiędzy które wprowadza się materiał (przy pomocy trzech walców, prostowanie na walcach oraz wzdłużne walcowanie kształtowników),
- gięcie przez przeciąganie, służące głównie do zwijania taśmy w rury za pomocą specjalnych narzędzi z otworem o kształcie zbliżonym do kształtu lejka.

Obliczenie wymiarów półfabrykatu (drułu) do operacji gięcia opiera się na zsumowaniu wszystkich prostoliniowych odcinków w gotowym wyrobie oraz długości wszystkich łuków powstających w trakcie gięcia. Jedynym utrudnieniem jest fakt, że w celu obliczenia długości łuku należy wyznaczyć położenie warstwy neutralnej, oddającej wymiar odcinka użytego do utworzenia łuku w obszarze gięcia. Każdą długość łuku należy wyznaczyć osobno. Schemat postępowania przy wyznaczaniu wymiarów przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Obliczenie wymiarów półfabrykatu do gięcia  
Fig. 1. Calculation of dimensions of the blank used to the bending

Długość całkowitą  $L$  oblicza się wg schematu

$$L = L_1 + L_2 + \frac{\alpha}{180^\circ} \cdot \pi \cdot \rho \quad (1)$$

gdzie:

$L_1, L_2$  – długość odcinków prostoliniowych w [mm],

$\alpha$  – kąt gięcia w [°],

$\rho$  – promień warstwy obojętnej w [mm].

### Siła gięcia

Rozpoczynając proces projektowania narzędzi należy zapoznać się z koniecznymi do obliczenia wielkościami. Do opracowania konstrukcji narzędzi do realizacji operacji gięcia obowiązkowo należy obliczyć wymaganą siłę gięcia, aby możliwe było dobranie właściwej prasy. W pierwszej kolejności konieczne jest określenie metody gięcia. Po analizie dokumentacji konstrukcyjnej gotowego wyrobu z drutu  $\phi 6$  mm i porównaniu jej z możliwymi sposobami gięcia przyjęto, że półfabrykat będzie zaginany w dwóch operacjach w ten sam sposób jak wyrób gięty w kształt litery U. Ponadto istotny jest fakt, że konieczne jest utrzymanie w jednej płaszczyźnie zaginanych końców drutu. Aby ten warunek był spełniony oraz w celu uzyskania określonej dokładności wymiarowej, należy zdecydować się na gięcie z dociskaniem półfabrykatu lecz bez dotłaczania. Dla wybranej metody gięcia można użyć wzoru na siłę gięcia  $F_g$ , która to zależność odnosi się do gięcia z dociskaniem i dotłaczaniem

$$F_g = 0,5 \cdot b \cdot g \cdot R_m \quad (2)$$

Pomija się już wyznaczanie wartości siły dotłaczania  $F_d$ , ponieważ nie ma konieczności stosowania dotłaczania w omawianym procesie gięcia. Proces gięcia ostatecznie będzie zachodził przy użyciu obrotowych rolek gnących. Takie rozwiązanie pozwala uniknąć wad powierzchni materiału takich jak zagniecenia czy zatarcia, a ponadto zapewnia większą żywotność narzędzia, a w razie zniszczenia powierzchni gnących (rolek) ułatwia ich wymianę, obniżając jednocześnie koszty.

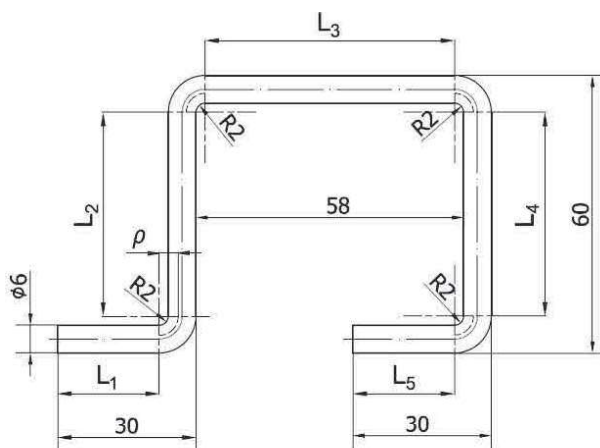
We wzorze na siłę gięcia występują wielkości  $b$  (długość linii gięcia) i  $g$  (grubość materiału). Łatwo wywnioskować, iż zasadniczo określają one pole powierzchni przekroju giętego półfabrykatu. Biorąc pod uwagę kołowy przekrój półfabrykatu w omawianym procesie gięcia można skorygować wzór, zastępując wyżej wymienione dwie wielkości na analogiczne wyrażenie formujące pole przekroju kołowego. Wzór na siłę gięcia przyjmie wówczas następującą postać

$$F_g = 0,5 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot R_m \quad (3)$$

gdzie:

$R$  – promień przekroju kołowego półfabrykatu w [mm].

Półfabrykatem w procesie produkcyjnym jest drut  $\phi 6$  mm, wykonany ze stali S235JRG2. Granica



Rys. 2. Schemat obliczania długości półfabrykatu  
Fig. 2. Calculation diagram of the length of the blank

sprężystości dla tego materiału wynosi  $R_{emin} = 235$  MPa, natomiast minimalna wytrzymałość na rozciąganie  $R_{mmin} = 340$  MPa. Dysponując powyższymi danymi, można obliczyć wymaganą siłę gięcia

$$F_g = 0,5 \cdot \pi \cdot 3^2 \cdot 340 = 4806,6 \text{ N} \quad (4)$$

Należy pamiętać, że przy każdej operacji gięcia, wykonywane są jednocześnie zagięcia w dwóch miejscach drutu. Wynika z tego, że całkowita wymagana siła gięcia dla pojedynczej operacji wynosi ok. 9613 N. Dysponując prasami o nacisku 250000 N i 400000 N można mieć pewność, że prasy te poprawnie zrealizują operację gięcia.

### Minimalny promień gięcia

Dokumentacja konstrukcyjna gotowego uchwytu narzuca wykonanie zagięć o promieniu  $R = 2$  mm. Promień ten należy zweryfikować z dopuszczalnym minimalnym promieniem gięcia dla wyrobu z określonego materiału o określonej geometrii. Wyżej wymienione wartości granicy sprężystości i wytrzymałości na rozciąganie dla stali S235JRG2 są zbliżone do wartości charakterystycznych stal C15 (odpowiednio:  $R_{emin} = 255$  MPa,  $R_{mmin} = 375$  MPa). Na tej podstawie należy dobrać dopuszczalny minimalny promień gięcia dla stali C15. Na uwadze trzeba mieć to, że linia gięcia położona jest prostopadłe do kierunku ciągnięcia drutu, natomiast materiał półfabrykatu występuje w stanie uspokojonym. Minimalny promień gięcia wynosi zatem

$$R_{min} = 0,1 \cdot g \quad (5)$$

Grubość materiału jest tożsama ze średnicą giętego drutu, czyli 6 mm, zatem minimalny promień gięcia równy jest 0,6 mm. Oznacza to, że założony promień gięcia R2 jest dopuszczalny.

## Kąt sprężynowania

Kąt powrotnego odkształcenia  $\beta$  należy dobrać z tabeli. Stal S235JRG2 jest materiałem, którego wytrzymałość na rozciąganie przekracza 340 MPa. Stosunek promienia gięcia do grubości materiału wynosi  $R/g = 2/6 = 0,33$ ;  $\left(R/g < 1\right)$ , natomiast grubość materiału równa jest  $g = 6$  mm. Z powyższych danych wynika, iż kąt sprężynowania w omawianym przypadku nie występuje ( $\beta = 0^\circ$ ).

## Wymiary półfabrykatu

Gotowy wyrób jest elementem giętym, zawierającym pięć odcinków prostych oraz cztery obszary gięte (rys. 2). W obszarach giętych należy wyznaczyć położenie warstwy obojętnej, zaznaczonej na rysunku pogrubioną linią przerywaną, które jest definiowane przez promień  $\rho$ , a następnie obliczyć długość łuku zawartego w kącie  $90^\circ$  na promieniu  $\rho$ . Wszystkie obszary gięcia mają identyczną geometrię, zatem nie trzeba wyznaczać położenia warstwy obojętnej dla każdego z osobna.

Warto zauważyć odcinki o tych samych długościach:  $L_1 = L_5$ ,  $L_2 = L_4$ .

Odcinki proste można obliczyć w następujący sposób

$$L_1 = L_5 = 30 - 6 - 2 = 22 \text{ mm} \quad (6)$$

$$L_2 = L_4 = 60 - 2 \cdot (6 + 2) = 44 \text{ mm} \quad (7)$$

$$L_3 = L_4 = 58 - 2 \cdot 2 = 54 \text{ mm} \quad (8)$$

Promień warstwy obojętnej oblicza się ze wzoru:

$$\rho = R + x \cdot g \quad (9)$$

Współczynnik  $x$  należy dobrać z tabeli [7] dla stosunku  $R/g = 0,33$ , czemu odpowiada wartość współczynnika  $x = 0,32$ . Podstawiając do zależności (9), otrzymano

$$\rho = R + x \cdot g = 2 + 0,32 \cdot 6 = 3,92 \text{ mm} \quad (10)$$

W następnej kolejności oblicza się długość  $L_N$  warstwy neutralnej, która pozostaje niezmienna w trakcie procesu gięcia

$$L_N = \frac{\alpha}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \rho \quad (11)$$

gdzie:

$\alpha$  – kąt gięcia w  $[\circ]$ .

Po podstawieniu wartości do wzoru otrzymuje się

$$L_N = \frac{90}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \rho = \frac{90}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 3,92 \approx 6,16 \text{ mm} \quad (12)$$

Ostatecznie można obliczyć całkowitą długość  $L_C$  na jaką powinien być cięty drut przed procesem gięcia, aby uzyskać gotowy wyrób o właściwym kształcie i wymiarach

$$L_C = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + 4 \cdot L_N = 210,64 \text{ mm} \quad (13)$$

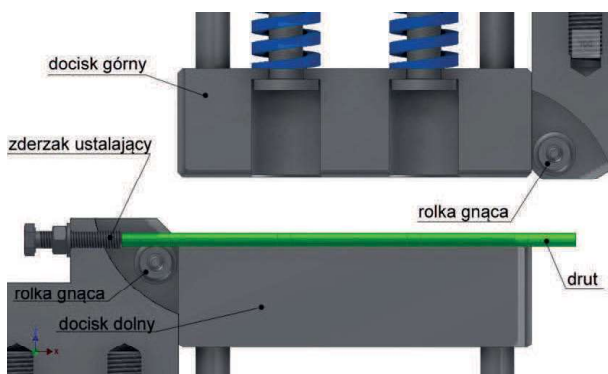
Analogicznie należy obliczyć długość półfabrykatu dla dwóch skrajnych przypadków: w pierwszym gdy wszystkie wymiary będą wykonane z dolną graniczną odchyłką oraz z górną odchyłką w drugim przypadku. Stąd otrzymuje się:  $L_{C_{\min}} = 208,14$  mm  $L_{C_{\max}} = 213,14$  mm.

Można zatem przyjąć długość 210 mm ze względu na pole tolerancji wszystkich wymiarów oraz na wymaganą minimalną i maksymalną długość półfabrykatu.

## Proces wytwarzania uchwytu ISO – FIX i niezbędne oprzyrządowanie

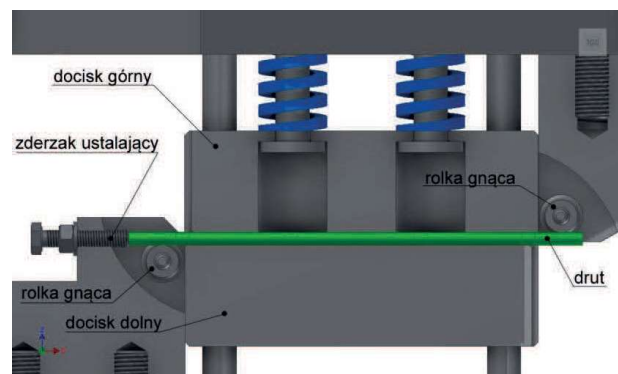
10. Ciąć i fazować końce drutu  $\phi 6 \times 210$  mm,

20. Giąć I (zaginać) końcówki drutu  $\phi 6$  mm o długości  $30 \pm 0,5$  mm pod kątem  $90^\circ$



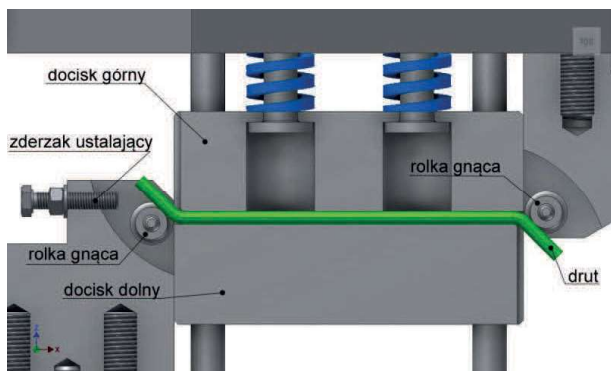
Rys. 3. Zabieg 20.1 operacji 20: Umieszczenie drutu  $\phi 6 \times 210$  mm w rowku dolnego docisku i wysunięcie go na określoną długość do zderzaka

Fig. 3. Treatment 20.1 of the Operations 20: Positioning the  $\phi 6$  mm wire in the groove of the lower clamp and inserting it into the stop to a specified length

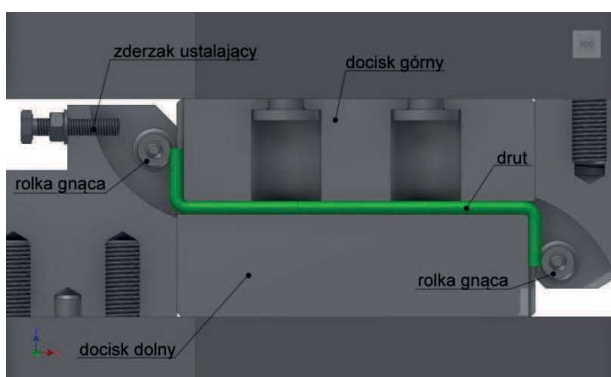


Rys. 4. Zabieg 20.2 operacji 20, faza 1: dociśnięcie drutu  $\phi 6 \times 210$  mm dociskiem górnym do dolnego

Fig. 4. Treatment 20.2 of the Operations 20, stage 1: pressing down the  $\phi 6 \times 210$  mm wire to the lower clamp

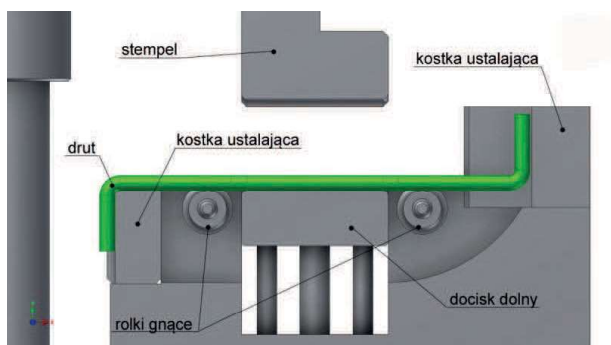


Rys. 5. Zabieg 20.2 operacji 20, faza 2: zagięcie końcówek drutu  $\phi 6 \times 210$  mm pod kątem  $45^\circ$  za pomocą rolek  
Fig. 5. Treatment 20.2 of Operations 20, stage 2: bending the  $\phi 6 \times 210$  mm wire end at the angle  $45^\circ$  by means of rollers

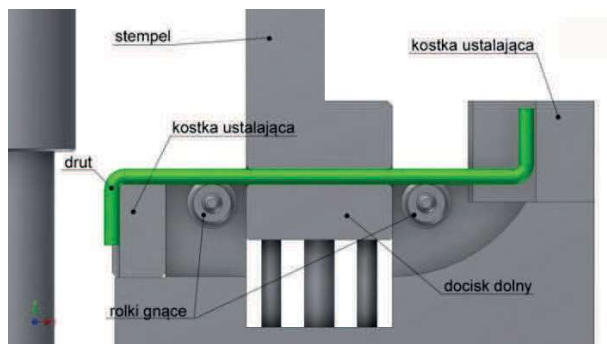


Rys. 6. Zabieg 20.2 operacji 20, faza 3: zagięcie końcówek drutu  $\phi 6 \times 210$  mm pod kątem  $90^\circ$  za pomocą rolek  
Fig. 6. Treatment 20.2 of the Operations 20, stage 3: bending the  $\phi 6 \times 210$  mm wire end at the angle  $90^\circ$  by means bending rollers

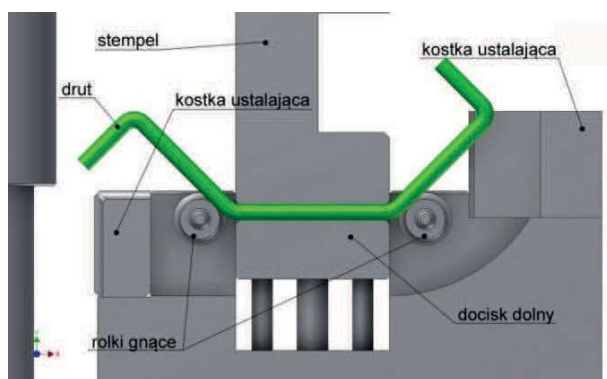
30. Giąć II (zaginać) odcinki o długości  $60 \pm 0,5$  mm pod kątem  $90^\circ$  – kształtować na gotowo uchwyt,



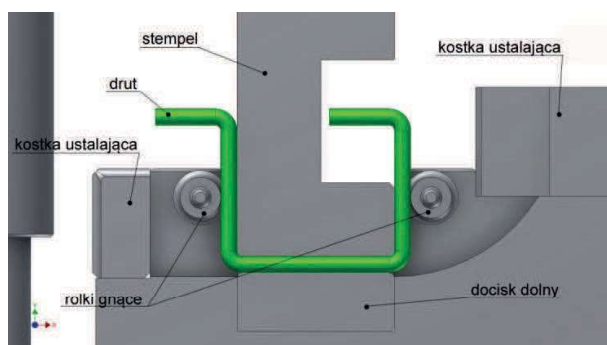
Rys. 7. Zabieg 30.1 operacji 30: Umieszczenie półwyrobu w rowku dolnego docisku i uchwytach rolek, ustalenie jego pozycji w pionie za pomocą kostek ustalających oraz dociśnięcie do rowka bazowego w kostce ustalającej celem ustalenia w poziomie  
Fig. 7. Treatment 30.1 of the Operations 30: Positioning the blank in the groove of the lower clamp and setting it in the fixing cubes and pressing down the groove base in the block retainer in order to determine the level of



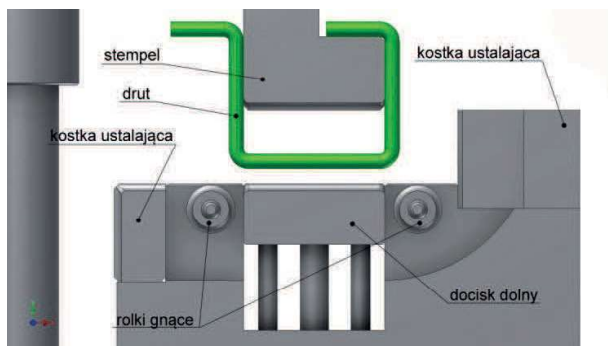
Rys. 8. Zabieg 30.2 operacji 30, faza 1: zaciśnięcie półwyrobu pomiędzy dociskiem dolnym i stemplem o określonym kształcie przy ruchu stempla w dół  
Fig. 8. Treatment 30.2 of the Operations 30, stage 1: Clamping of the blank between the lower clamp and punch of a certain shape when punch down



Rys. 9. Zabieg 30.2 operacji 30, faza 2: zagięcie odcinków drutu o długości  $60 \pm 0,5$  mm pod kątem  $45^\circ$  za pomocą rolek  
Fig. 9. Treatment 30.2 of the Operations 30, stage 2: Bending the  $60 \pm 0,5$  mm wire segment at  $45^\circ$  by means bending rollers



Rys. 10. Zabieg 30.2 operacji 30, faza 3: zagięcie odcinków drutu o długości  $60 \pm 0,5$  mm pod kątem  $90^\circ$  za pomocą rolek  
Fig.10. Treatment 30.2 of the Operations 30, stage 3: Bending the  $60 \pm 0,5$  mm wire segment at  $90^\circ$  by means bending rollers



Rys. 11. Zabieg 30.3 operacji 30: usunięcie wykonanego uchwytu z obszaru roboczego oprzyrządowania

Fig. 11. Treatment 30.3 of the Operations 30: Retracting the punch with ready-shaped handle

Zastosowanie w oprzyrządowaniu rolek służących do kształtowania naroży uchwytu powoduje, że pomiędzy prętem a rolką występuje tarcie toczne. W efekcie uzyskuje się taki sam kształt w przekroju poprzecznym w każdym miejscu giętych naroży oraz na całej długości uchwytu. Ponadto rolki, mające możliwość przemieszczenia się wokół własnej osi (obrotu) w stosunku do rolek stałych, charakteryzują się znacznie dłuższym czasem zachowania kształtu swojego profilu, tj. wyraźnie mniejszym ich zużyciem. Zastosowanie rolek mających możliwość obrotu wokół własnej osi w oprzyrządowaniu do kształtowania naroży uchwytu zwiększa trwałość i żywotność tego oprzyrządowania. Można zatem wykonać dużo większą liczbę sztuk (uchwytów) o tym samym kształcie, przy wykorzystaniu tego samego oprzyrządowania.

### Podsumowanie

Proces wytwarzania uchwytów ISO-FIX do mocowania fotelików dla dzieci w samochodach, a w szczególności operacje gięcia wymagają zaprojektowania i wykonania specjalnego oprzyrządowania technologicznego. Konstrukcja każdego elementu oprzyrządowania, a w przypadku elementów podstawowych dla projektowanego procesu wytwarzania (bezpośrednio powodujących plastyczną zmianę kształtu półfabrykatu) – wymaga również uzupełnienia o odpowiednie obliczenia.

W opracowaniu konstrukcji przyrządów do operacji gięcia należy dokonać analizy procesu wytwarzania celem określenia zbioru czynności, stanowiących sytuacje mogące wystąpić w trakcie pracy z przyrządami celem zapewnienia bezpieczeństwa pracy. Konstruktor powinien mieć interdyscyplinarną wiedzę, obejmującą swoim zakresem dostępne materiały konstrukcyjne oraz możliwości ich obróbki, celem poprawnego wyboru materiału dla konkretnego elementu oprzyrządowania. Wiąże się to z optymalizacją konstrukcji, która powinna być wytrzymała, łatwa w wykonaniu i możliwie tania. Przedstawiony proces wytwarzania uchwytów i niezbędne oprzyrządowanie mogą być pomocne dla inżynierów z dziedziny obróbki plastycznej metali, opracowujących konstrukcje oprzyrządowania technologicznego do operacji gięcia nie tylko uchwytów do mocowania fotelików w samochodach.

### LITERATURA

- [1] Pobrane z <http://fotelik.info/pl/art/isofix,15.html>.
- [2] Brown J. 1991. Modern Manufacturing Processes. Industrial Press Inc.
- [3] Erbel S., K. Kuczyński, Z. Marciniak. 1986. „Obróbka Plastyczna”, Warszawa: PWN wyd. 2 popr.
- [4] Kapiński S. 1996. „Kształtowanie elementów nadwozi samochodów”. Warszawa: WKiŁ.
- [5] Rajput R.K. 2007. „A Textbook of Manufacturing Technology (Manufacturing Processes)”. Laxmi Publications (P) LTD, New Delhi.
- [6] Romanowski W.P. 1964. „Tłoczenie na zimno. Poradnik”. Warszawa: WNT, wyd. 2.
- [7] Werbel J. 2001. „Encyklopedia technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Prof. dr hab. inż. Stanisław Płonka – Katedra Technologii Maszyn i Automatyk Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, 43-309 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2, e-mail: [splonka@ath.bielsko.pl](mailto:splonka@ath.bielsko.pl)

Mgr inż. Rafał Przybytek – TI Poland Sp. z o.o., 43-346 Bielsko-Biała, ul. Bestwińska 143a, e-mail: [rprzybytek@pl.tiauto.com](mailto:rprzybytek@pl.tiauto.com)

Dr inż. Piotr Zyzak – Katedra Technologii Maszyn i Automatyk Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, 43-309 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2, e-mail: [pyzak@ath.bielsko.pl](mailto:pyzak@ath.bielsko.pl)