

**mgr inż. Jan Wiśniewski, mgr inż. Tadeusz Drenger,
mgr inż. Łukasz Nowacki, Zenon Ulatowski**

Instytut Obróbki Plastycznej, Poznań

BADANIA TECHNOLOGII KSZTAŁTOWANIA OBROTOWEGO WYROBÓW Z BLACH W INSTYTUCIE OBRÓBKI PLASTYCZNEJ W POZNANIU

Streszczenie

W artykule opisano badania procesu wyoblania wyrobów o złożonym kształcie wymagających dużego stopnia odkształcenia plastycznego, wykonywanych z blachy stalowej o grubości $g = 2$ i $g = 2,5$ mm oraz wyrobów cienkościennych o kształcie parabolicznym z kołnierzem wyoblanych z krążka z blachy aluminiowej o grubości $g = 0,8$ i $g = 1$ mm.

Przedstawiono w artykule badania procesu zginięcia obrotowego rzutowego wyrobów o poboczniczy stożkowej z krążków o średnicy $D = 200$ mm i grubości $g = 6$ mm, wykonanych z blachy stalowej w gatunku 0H18N9 oraz wstępne badania procesu zginięcia obrotowego wydłużającego wytłoczek walcowych z dnem i bez dna wykonanych ze stali stopowej w gatunku 15HGMV. Opisano badania procesu zaginania obrzeża na wyrobach o poboczniczy stożkowej wypełnionych kształtkami gazo-przepuszczalnymi. W końcowej części artykułu zamieszczono wnioski, w których podsumowane zostały badania.

Słowa kluczowe: wyoblanie, zginięcie obrotowe rzutowe, zginięcie obrotowe wydłużające, zaginanie obrzeża, kształtowanie, odkształcenie plastyczne, wytłoczek

Wstęp

Badania przeprowadzono na wyrobach o złożonym kształcie. Uruchomieniem produkcji tych wyrobów jest zainteresowany krajowy przemysł. Badania obejmowały technologie wyoblania, zginięcia obrotowego rzutowego i wydłużającego oraz zaginania i zamykania wytłoczek.

Zasadniczym celem badań było opanowanie trudnych wielozabiegowych procesów wyoblania w cyklu półautomatycznym, opracowanie trajektorii kształtowania przy optymalnych parametrach procesu.

Celem badań było także opanowanie nowej technologii zginięcia obrotowego rzutowego długich wyrobów o poboczniczy stożkowej o małej zbieżności wykonywanych z blachy w gatunku 0H18N9T oraz ustalenie zakresu stosowania tej technologii w produkcji.

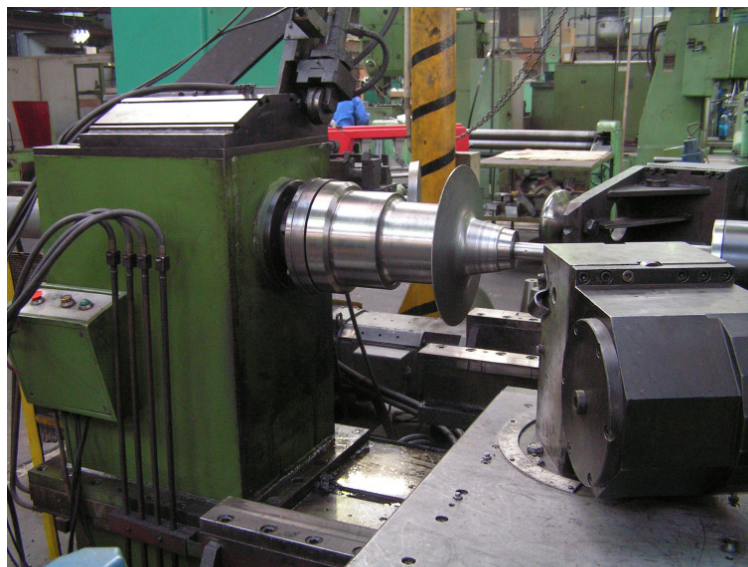
1. Wyoblanie

1.1. Wyoblanie wyrobów z blachy stalowej

Badania przeprowadzono na wyrobie o złożonym kształcie wymagającym dużego stopnia odkształcenia plastycznego (współczynnik ciągnięcia $m = 0,23-0,26$).

Materiałem wyjściowym były krążki o średnicy $D = 450$ i 400 mm oraz grubości $g = 2$ i $2,5$ mm wykonane z blachy stalowej do tłoczenia w gatunku Z-II-B i Z-II-G.

Badania procesu wyoblania przeprowadzono na wyoblance MZH-500 (rys. 1) sterowanej numerycznie wyprodukowanej w Instytucie, bez zastosowania rolki podpierającej.

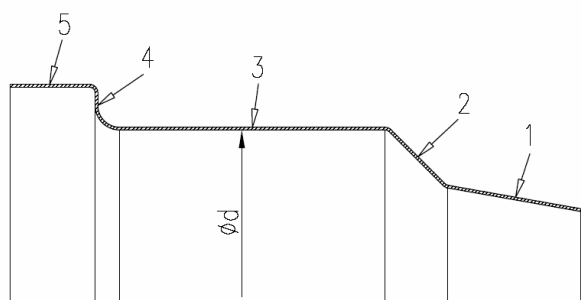


Rys. 1. Wyoblarka MZH-500

Kryterium oceny wyników badań była jakość uzyskanego wyrobu, nie występowanie utraty spójności i stateczności materiału w czasie kształtowania oraz czas trwania operacji.

W procesie wielozabiegowego wyoblania badano głównie przebieg trajektorii kształtowania rolką w poszczególnych jego fazach uwzględniając m.in.: wielkość odkształceń plastycznych wynikających z rozciągania i ściskania, liczbę przejść, odległości między poszczególnymi przejściami, wielkość kąta pochylenia części kształtowanej oraz parametry kinematyczne procesu.

Badany wyrób posiadał pięć obszarów kształtowania (rys. 2).



Rys. 2. Obszary kształtowania

Najtrudniejszymi obszarami kształtowania był obszar 1 ze względu na mały współczynnik ciągnięcia $m = \frac{d}{D} = \frac{105}{400} =$

$$= 0,2625 \text{ lub } m = \frac{d}{D} = \frac{105}{450} = 0,2333,$$

gdzie:

d – średnica średnica wyrobu,

D – średnica krążka wyjściowego

oraz obszar 3 ze względu na długość wynoszącą $l \geq 300$ mm i mały kąt pochylenia pobocznic $\alpha = 2,24^\circ$.

Stworzono dwa modele wyoblania, dla których przyjęto przebieg trajektorii kształtowania, składający się najczęściej z odcinków prostych i łuków. Pojedyncze ruchy narzędzi dla przyjętych trajektorii zaprojektowano wstępnie wzorując się na dotychczas tworzonych technologiach, a następnie korygowano je wielokrotnie w procesie badań doświadczalnych.

Badania poprawności przebiegu procesu kształtowania obserwowano przy wyoblaniu krążków o średnicy $D = 450$ mm i grubości $g = 2$ mm z blachy stalowej bardzo głębokotłocznej oraz krążków o średnicy $D = 400$ mm i grubości $g = 2,5$ mm z blachy głębokotłocznej.

W tworzeniu kolejnych przebiegów trajektorii kształtowania oprócz podstawowych wad w postaci utraty spójności (zerwanie materiału) i utraty stateczności (powstawanie fałd) uwzględniano wielkość pocienienia materiału oraz czas przebiegu procesu. W wyniku badań po wielokrotnie unowocześnianych trajektoriach kształtowania w procesie wyoblania, uzyskano wyłoczeki o poprawnej geometrii kształtu (rys. 3).



Rys. 3. Wyrób wykonany technologią wyoblania z blachy stalowej

1.2. Wyoblanie wyrobów z blachy aluminiowej

Badania procesu wyoblania na wyoblarnie MZH-500, cienkościennych wyrobów o kształcie parabolicznym z kołnierzem, przeprowadzono na krążkach wyjściowych wykonanych z blachy aluminiowej w gatunku: 6061T4 i A1R o grubościach $g = 0,8$ i $g = 1,0$ mm i średnicy $D = 190$ oraz $D = 250$ mm.

Kryterium oceny wyników badań była jakość uzyskanego wyrobu, a w szczególności gładkość powierzchni wewnętrznej oraz dokładności wymiarowe kołnierza. Proces realizowano w dwóch operacjach.

W pierwszej operacji badano proces wyoblania części parabolicznej wraz z płaskim kołnierzem. W badaniach obserwowano przebieg zaprojektowanych trajektorii kształtowania, uwzględniając, czy w czasie kształtowania nie występują niepożądane czynniki w postaci fałd i zbyt dużego pocienienia ścianki i czy jednocześnie uzyskuje się wysoką jakość (gładkość) powierzchni szczególnie od strony wewnętrznej. W wyniku kilkunastu prób uzyskano wytłoczkę zgodną z wymiarami na rysunku i poprawnej jakości powierzchni (rys. 4).

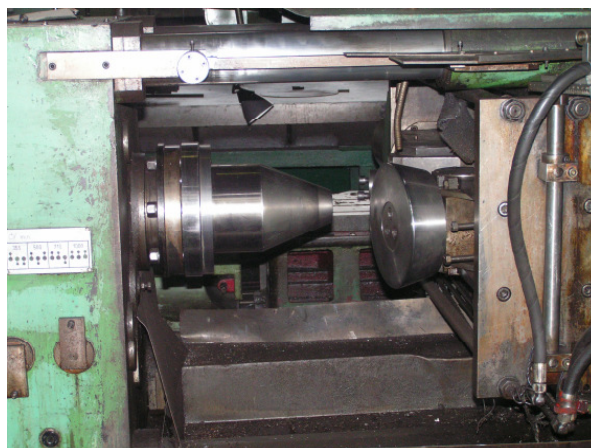


Rys. 4. Wytłoczka cienkościenna o kształcie parabolicznym

W drugiej operacji wykonano rowek o promieniu $r = 2$ mm na średnicy $D = 286,2/D = 291,6$ mm. Grubość ścianki rowka w wykonanych wyrobach z blachy aluminiowej w gatunku A1R o grubości $g = 1$ mm, wynosiła $g_1 = 1 \pm 0,75$ mm.

2. Zgniatanie obrotowe rzutowe

Materiałem wyjściowym do badań procesu zgniatania obrotowego rzutowego były krążki o średnicy $D = 200$ mm i grubości $g_0 = 6$ mm wykonane z blachy ze stali kwasoodpornej w gatunku 0H18N9. Badania przeprowadzono na zgniatarce obrotowej MZH-400 (rys. 5).



Rys. 5. Zgniatarka obrotowa MZH-400

Proces technologiczny realizowano w dwóch wariantach: Wariant 1 (cztery operacje) i wariant 2 (trzy operacje).

Między poszczególnymi operacjami zgniatacia obrotowego stosowano obróbkę cieplną – przesycanie.

Czynnikami badanymi procesu były: wielkość odkształcenia plastycznego, geometria kształtu rolek, parametry kinematyczne procesu oraz układ włókien i własności mechaniczne wyrobów.

Kryterium oceny wyników badań była jakość uzyskanych wyrobów z uwzględnieniem tolerancji wymiarowych.

W procesie wielooperacyjnego zgniatacia obrotowego rzutowego badano proces kształtowania wyrobów ze szczególnym uwzględnieniem dużych stopni odkształcenia plastycznego.

Badano możliwości wykonawcze z krążka blachy, wyrobów o poboczniczy stożkowej o średnicach: przy dnie $d = 76$ mm i przy wylocie $d = 181$ mm oraz przy długości wytłoczek $l = 363$ mm i bardzo małym niekorzystnym dla technologii zgniatacia obrotowego kącie pochylenia poboczniczy $\alpha = 8,23^\circ$.

Ze względów technicznych grubość ścianki badanego wyrobu nie może być mniejsza niż $g = 0,8$ mm, stąd dla zachowania tego wymagania grubość krążka wyjściowego przyjęto 6 mm ($g_0 = \frac{g_1}{\sin \alpha^0} =$

$$= \frac{0,8}{\sin 8,23^\circ} \cong 6 \text{ mm}).$$

Podstawowym celem badań było zaprojektowanie optymalnego procesu wielooperacyjnego zgniatacia obrotowego i w tym celu zaprojektowano dwa warianty rozwiązania, które poddano badaniom.

Wariant 1 (cztery operacje), w których rozkład odkształceń względnych przedstawiał się następująco:

$$\varepsilon_1 = 62,5\% \qquad \varepsilon_2 = 31\%$$

$$\varepsilon_3 = 33\% \qquad \varepsilon_4 = 17,3\%$$

Wielkość odkształceń względnych określono następująco:

$$\varepsilon = \frac{g_0 - g_n}{g_0} \cdot 100\%,$$

gdzie:

g_0 – grubość ścianki przed zgniataciem obrotowym

g_n – grubość ścianki po zgniataciu obrotowym

Wariant 2 (trzy operacje), w których rozkład odkształceń względnych przedstawiał się następująco:

$$\varepsilon_1 = 62,5\% \qquad \varepsilon_2 = 53,8\%$$

$$\varepsilon_3 = 17,3\%$$

W rezultacie badań pozytywne wyniki uzyskano dla obydwu wariantów, stąd jako optymalne rozwiązanie przyjęto wariant 2. Ukształtowaną wytłoczkę o poboczniczy stożkowej pokazano na rys 6.



Rys. 6. Wytłoczka wykonana technologią zgniatacia obrotowego z krążka z blachy ze stali kwasoodpornej w gatunku 0H18N9

3. Zgniatacie obrotowe wydłużające

Materiałem wyjściowym do badań procesu zgniatacia obrotowego wydłużającego były wytłoczki stalowe z dnem oraz bez dna (elementy rurowe), wykonane ze stali stopowej w gatunku 15HGMV o wymiarach $\phi_z 123,3/\phi_w 116$ mm.

Badania rozpoznawcze zgniatacia obrotowego wydłużającego współbieżnego i przeciwbieżnego wytłoczek o zmiennej grubości ścianki przeprowadzone zostały na wyoblarko-zgniatarce MZH-500.

W procesie zgniatania obrotowego wytłoczek walcowych z odsadzeniami badano następujące czynniki: wielkość odkształcenia względnego, geometria i średnica rolki oraz parametry kinematyczne w tym szybkość przesuwu rolki i liczba obrotów wrzeciona.

Warunkiem uzyskania pozytywnej oceny była jakość ukształtowanej wytłoczki z zachowaniem tolerancji wymiarowej $\pm 0,1$ mm i odchyłki kołowości w zakresie $0,02 \div 0,03$ mm. Proces badawczy był realizowany w dwóch operacjach:

- w pierwszej wytłoczkę zgniatano obrotowo wydłużając redukując średnicę z $\phi_z = 123,3$ mm na $\phi_z = 122$ mm,
- w drugiej operacji zastosowano zgniatanie obrotowe miejscowe zagłębiając rolkę w środkowej części wytłoczki w celu uzyskania końcowej średnicy $d = 119$ mm.

W wyniku badań uzyskano wyrób o prawidłowym kształcie wraz ze zredukowaną średnicą $d = 119$ mm, lecz maksymalna różnościenność przekroczyła dopuszczalną tolerancję i wynosiła $\pm 0,4$ mm.

4. Technologia zaginania obrzeża

Proces badawczy zaginania obrzeża przeprowadzono na długich cienkościenych wyrobach o poboczniczy stożkowej (otuliny stalowe), wypełnionych kształtkami gazoprzepuszczalnymi. Otuliny w postaci stożków ściętych bez den, wykonane zostały ze stali w gatunku 0H18N9.

Zaginanie obrzeży otulin od strony większej średnicy przeprowadzono za pomocą rolki na wyoblance MZH-500 sterowanej numerycznie (rys. 7).

Czynnikami badanymi były: wielkość odkształcenia plastycznego, wielkość i geometria rolki, kąt natarcia rolki, stateczność wytłoczki, szybkość przesuwu rolki i liczba obrotów wrzeciona.

Kryterium oceny wyników badań była jakość uzyskanego zagięcia z uwzględnieniem następujących czynników: utrata stateczności, utrata spójności, wielkość odsprężynowania, a przede wszystkim szczelność po dalszej operacji spawania.



Rys. 7. Zaginanie obrzeża otuliny ze stali w gatunku 0H18N9

5. Wnioski

1. Na podstawie wyników badań opracowano wielozabiegowy proces wyoblania wyrobu o złożonym kształcie i dużym stopniu odkształcenia plastycznego (współczynnik ciągnięcia $m = 0,26$).
2. Wykonano partię próbną wyrobów, których część przekazano do badań w warunkach produkcyjnych.
3. Na podstawie wyników badań opracowano technologię wyoblania cienkościennych wyrobów o kształcie parabolicznym z kołnierzem i wykonano partię doświadczalną 200 szt. odbłyśników do latarni 300 z żarówką halogenową.
4. Na podstawie wyników badań opracowano technologię wielooperacyjnego zgniatania obrotowego rzutowego wyrobów o poboczniczy stożkowej z kątem pochylecia $\alpha = 8,23^\circ$ wykonane z krążka blachy $g_o = 6$ mm w gatunku 0H18N9.

Proces składał się z trzech operacji zgniatania obrotowego z zastosowaniem odkształceń $\epsilon_1 = 62,5\%$, $\epsilon_2 = 53,8\%$ i $\epsilon_3 = 17,3\%$.

5. Na podstawie wyników badań opracowano technologię zgniatania i zamykania obrzeża na wyrobach o poboczniczy stożkowej wypełnionych kształtkami gazo przepuszczalnymi. Poprawne zagięcie uzyskano przy współczynniku

$$\text{obciskania } K = \frac{d}{d_{ob}} = \frac{200}{195} = 1,02 \quad (d_{ob} -$$

średnica po zagięciu), stateczności $S =$

$\frac{g}{d} = 0,0035$ i kącie pochylenia rolki $\alpha = 20^\circ$.

6. Wyniki badań zostaną wykorzystane jako podstawa do zaprojektowania nowego typu zaginarki MR-250 i wdrożenia w ZM Robczyce.

Pracę zrealizowano w ramach działalności statutowej finansowanej przez Komitet Badań Naukowych:

Praca BT 901 43 000 – Technologie i maszyny ze sterowaniem komputerowym do wyoblania i zgniatania obrotowego, szczególnie wyrobów długich o złożonych kształtach z wydłużoną poboczną i kołnierzem

INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGY OF ROTARY FORMING OF SHEET PRODUCTS IN THE METAL FORMING INSTITUTE IN POZNAŃ

Abstract

The article describes the examination of the process of spinning complex shape products requiring a high degree of plastic deformation, made of steel sheets with the thickness of $g = 2$ and $g = 2.5$ mm as well as thin walled parabolic products with a flange, spinned from an aluminium sheet coil with the thickness of $g = 0.8$ and $g = 1$ mm. The article presents the investigation of the process of rotary extrusion of products with conical side wall made of 0H18N9 steel disks with the diameter of 200 mm and thickness of 6 mm, as well as preliminary investigation of the process of elongating rotary extrusion of cylindrical drawpieces with and without a bottom made of steel grade 15HGMV. A description of the investigation of the process of throwing off the periphery of conical side wall products filled with gas permeable profiles can also be found in the paper. The final part of the paper contains conclusions with a summary of the investigation.

Key words: rotary extrusion, elongating rotary extrusion, throwing off sheet edge, forming, plastic strain, drawpiece