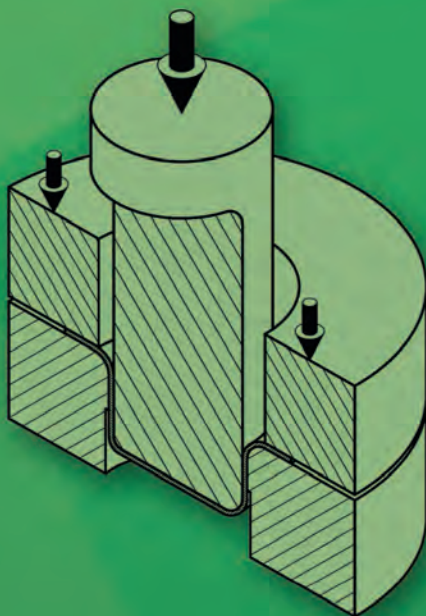


Jarosław Pacanowski

**PROJEKTOWANIE PROCESÓW CIĄNIENIA
WYTŁOCZEK KOŁOWO-SYMETRYCZNYCH
I KONSTRUKCJI TŁOCZNIKÓW**

Tom I

**Metody i zasady ciągnięcia
wytłoczek kołowo-symetrycznych**



Jarosław Pacanowski

**PROJEKTOWANIE PROCESÓW CIĄNIENIA
WYTŁOCZEK KOŁOWO-SYMETRYCZNYCH
I KONSTRUKCJI TŁOCZNIKÓW**

Tom I

**Metody i zasady ciągnięcia
wytłoczek kołowo-symetrycznych**

Kielce 2018

PODRĘCZNIK AKADEMICKI

Redaktor Naukowy serii

NAUKI TECHNICZNE – BUDOWA I EKSPLOATACJA MASZYN

prof. dr hab. inż. Tomasz Lech STAŃCZYK

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Romana E. ŚLIWA

prof. dr hab. inż. Wojciech LIBURA

Redakcja

Irena PRZEORSKA-IMIOŁEK

Aneta STARZYK

Projekt okładki

Tadeusz UBERMAN

Jarosław PACANOWSKI

© Copyright by Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2018

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiejkolwiek formie, w jakikolwiek sposób: elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów, bez pisemnej zgody wydawcy.

PL ISBN 978-83-65719-39-3

Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej

25-314 Kielce, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7

tel./fax 41 34 24 581

e-mail: wydawca@tu.kielce.pl

www.wydawnictwo.tu.kielce.pl

Spis treści

Wprowadzenie	9
Wykaz oznaczeń	11
1. CHARAKTERYSTYKA BLACH I TAŚM DO TŁOCZENIA	13
1.1. Blachy i taśmy stalowe	13
1.1.1. Blachy i taśmy ze stali niskowęglowych i niskostopowych	14
1.1.1.1. Kryteria podziału i oznaczenia taśm ze stali niskowęglowych	18
1.1.1.2. Kryteria podziału i oznaczenia blach cienkich ze stali węglowych	20
1.1.1.3. Kryteria podziału i oznaczenia wyrobów płaskich walcowanych na zimno ze stali niskowęglowych	22
1.1.2. Blachy i taśmy ze stali nierdzewnych	25
1.2. Blachy i taśmy z miedzi i jej stopów	29
1.3. Blachy, taśmy i krążki z aluminium i jego stopów	34
1.3.1. Blachy i taśmy z aluminium i jego stopów	34
1.3.2. Krążki z aluminium i jego stopów	43
2. KLASYFIKACJA WYTŁOCZEK KOŁOWO-SYMETRYCZNYCH	45
2.1. Wytłoczki jednostopniowe o stałej grubości ścianki	45
2.2. Wytłoczki wielostopniowe o stałej grubości ścianek	46
2.3. Wytłoczki wielostopniowe przewijane o stałej grubości ścianek	49
2.4. Wytłoczki rurowe (bez denka) o stałej grubości ścianek	50
2.5. Wytłoczki obciskane	51
2.6. Wytłoczki rozpęczane	53
2.7. Wytłoczki z kształtowymi kołnierzami	55
2.8. Wytłoczki z wywijaną częścią górną poboczniczy	62
2.9. Wytłoczki z pocienioną ścianką (wyciągane)	63
2.10. Wytłoczki wykonywane poprzez zginięcie obrotowe	66
3. CIĘCIE BLACH	70
3.1. Cięcie na nożycach	71
3.2. Cięcie na wykrojnikach	73
3.3. Cięcie gumą	78
3.4. Cięcie dokładne (gładkie)	80
4. METODY WYKONYWANIA WYTŁOCZEK KOŁOWO-SYMETRYCZNYCH	82
4.1. Wytłaczanie	82
4.2. Przetłaczanie	94
4.3. Wyciąganie	102
4.4. Rozpęczanie	107

4.4.1. Rozpęszczanie części górnej wytłoczek	110
4.4.2. Rozpęszczanie wytłoczek w części dolnej lub środkowej	111
4.4.2.1. Rozpęszczanie gumą	112
4.4.2.2. Rozpęszczanie cieczą	113
4.4.2.3. Rozpęszczanie hydromechaniczne	114
4.4.2.4. Rozpęszczanie za pomocą segmentów dzielonych	115
4.4.2.5. Rozpęszczanie za pomocą materiałów sypkich	116
4.4.2.6. Rozpęszczanie narzędziami sztywnymi	116
4.5. Obciskanie	118
4.5.1. Obciskanie obrzeży wytłoczek (końców rur)	119
4.5.2. Obciskanie części środkowej wytłoczek	122
4.6. Jednoczesne rozpęszczanie i obciskanie	125
4.7. Wywijanie	128
4.7.1. Wywijanie obrzeży otworów	129
4.7.2. Wywijanie kołnierzy	138
4.7.3. Wywijanie pobocznic	144
4.8. Dotłaczanie (kalibrowanie)	146
4.9. Wyoblanie	148
4.9.1. Wyoblanie wytłoczek z krążka	150
4.9.2. Wyoblanie wewnętrzne (rozpęszczanie)	155
4.9.3. Wyoblanie zewnętrzne (obiciskanie)	158
4.9.4. Wyoblanie obrzeży zewnętrznych	160
4.9.5. Okrawanie pobocznic i kołnierza wytłoczek	162
4.10. Zgniatanie obrotowe	165
4.11. Gięcie fragmentów kołnierza	168
5. ZASADY CIĄGNIENIA WYTŁOCZEK Z KRAŻKA	174
5.1. Obliczanie średnicy krążka wyjściowego	178
5.1.1. Dobór naddatku na okrawanie	178
5.1.2. Średnica krążka wyjściowego dla wytłoczek jednostopniowych	180
5.1.3. Średnica krążka wyjściowego dla wytłoczek o dowolnym kształcie	188
5.2. Wyznaczenie szerokości pasa lub taśmy i skoku podawania	196
5.2.1. Skok podawania materiału w wykrojniku	196
5.2.2. Szerokość pasa lub taśmy	197
5.2.2.1. Wykrawanie 1-rzędowe krążków	197
5.2.2.2. Wykrawanie 2-rzędowe krążków	199
5.2.2.3. Wykrawanie n-rzędowe krążków	202
5.3. Analiza rozkroju arkuszy blach na pasy	211
5.4. Określenie ilości i kolejności zabiegów ciągnięcia wytłoczek	214
5.4.1. Ciągnięcie wytłoczek bez pocienionych ścianek	215
5.4.1.1. Sprawdzenie możliwości ciągnięcia wytłoczki w jednym zabiegu	217
5.4.1.2. Sprawdzenie możliwości jednozabiegowego ciągnięcia części górnej	222
5.4.1.3. Wyznaczenie ilości zabiegów ciągnięcia wytłoczki jednostopniowej	222

5.4.1.4. Wyznaczenie rzeczywistych współczynników ciągnięcia wytłoczki jednostopniowej	224
5.4.1.5. Wyznaczenie geometrii wytłoczki jednostopniowej	225
5.4.1.6. Sprawdzenie możliwości ciągnięcia odsadzenia w jednym zabiegu	230
5.4.1.7. Wyznaczenie ilości zabiegów ciągnięcia odsadzenia	231
5.4.1.8. Wyznaczenie rzeczywistych współczynników ciągnięcia odsadzenia	232
5.4.1.9. Wyznaczenie geometrii wytłoczki z odsadzeniem	232
5.4.1.10. Zasady ciągnięcia kolejnych odsadzeń wytłoczki	235
5.4.1.11. Zasady formowania odsadzeń w początkowej fazie ciągnięcia ...	236
5.4.1.12. Zasady ciągnięcia wytłoczek stożkowych	237
5.4.1.13. Zasady ciągnięcia wytłoczek o kształtach krzywoliniowych	239
5.4.2. Ciągnięcie wytłoczek walcowych z pocienioną ścianką	241
5.4.2.1. Sprawdzenie możliwości pocienienia ścianki w jednym zabiegu	243
5.4.2.2. Wyznaczenie ilości zabiegów wyciągania	246
5.4.2.3. Wyznaczenie wymiarów wytłoczki przed pocienianiem ścianki ...	249
5.4.2.4. Wyznaczenie wymiarów wytłoczki w zabiegach wyciągania	250
5.4.2.5. Etapy formowania wytłoczek z pocienioną ścianką	251
5.5. Odkształcenie w zabiegach ciągnięcia wytłoczek	254
5.6. Wyżarzanie wytłoczek	256
5.7. Trawienie i czyszczenie wytłoczek	258
5.8. Smarowanie w zabiegach ciągnięcia wytłoczek	264
6. ZASADY WIELOTAKTOWEGO CIĄNIENIA WYTŁOCZEK Z PASA LUB TAŚMY	267
6.1. Sposoby tłoczenia wynikające z ilości rzędów	267
6.2. Sposoby tłoczenia wynikające z przygotowania pasa lub taśmy	268
6.2.1. Tłoczenie z pełnego pasa lub taśmy	268
6.2.2. Tłoczenie z pasa lub taśmy ze wstępnym wycinaniem odstępów	270
6.2.3. Tłoczenie z pasa lub taśmy ze wstępnym nacinaniem	272
6.3. Wyznaczenie średnicy półfabrykatu	275
6.4. Wyznaczenie szerokości pasa lub taśmy i skoku podawania	276
6.4.1. Szerokość pasa lub taśmy	276
6.4.2. Skok podawania pasa lub taśmy	278
6.5. Określenie ilości i rodzajów zabiegów w kolejnych taktach	278
6.6. Etapy projektowania wielotaktowego ciągnięcia wytłoczek	281
7. SIŁY KSZTAŁTOWANIA WYTŁOCZEK	286
7.1. Siła cięcia blach	286
7.1.1. Siła cięcia na wykrojnیکach	286
7.1.2. Siła cięcia na nożycach gilotynowych i skokowych	288
7.1.3. Siła cięcia na nożycach krążkowych	289
7.1.4. Siła cięcia gumą	289
7.2. Siły w zabiegach ciągnięcia i kształtowania wytłoczek	290
7.2.1. Siła wytłaczania	291
7.2.2. Siła przetłaczania	293

LITERATURA

POZYCJE ZWARTE

- [1] Czarnecki R.: *Technologia obróbki bezwiórowej. Tłocznictwo*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1991.
- [2] Erbel J i inni: *Encyklopedia technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym*, t. 1, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.
- [3] Erbel S., Kuczyński K., Marciniak Z.: *Techniki wytwarzania. Obróbka plastyczna*, PWN, Warszawa 1986.
- [4] Erbel S., Kuczyński K., Olejnik L.: *Technologia obróbki plastycznej. Laboratorium*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- [5] Erbel S., Kuczyński K., Marciniak Z.: *Obróbka plastyczna na zimno*, PWN, Warszawa 1977.
- [6] Galinowski J.: *Technologia obróbki bezwiórowej: konstrukcje oprzyrządowania do obróbki plastycznej*, skrypt WSI, Bydgoszcz 1970.
- [7] Golański T., *Projektowanie procesów tłoczenia i tłoczników*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991.
- [8] Golański T.: *Mechanizacja i automatyzacja w tłocznictwie*, WNT, Warszawa, 1978.
- [9] Golański T.: *Prasy mechaniczne*, WNT, Warszawa 1971.
- [10] Golański T.: *Tłoczenie wielotaktowe*, WNT, Warszawa 1974.
- [11] Gronostajski J.: *Obróbka plastyczna metali*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1973.
- [12] Kajzler S., Kozik R., Wusatowski R.: *Wybrane zagadnienia z procesów obróbki plastycznej metali. Projektowanie technologii*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
- [13] Kapiński S.: *Kształtowanie elementów nadwozi samochodów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1996.
- [14] Lange K.: *Handbook of metal forming*, 1975.
- [15] Marciniak Z.: *Mechanika procesów tłoczenia blach*, WNT, Warszawa, 1961.
- [16] Marciniak Z.: *Odkształcenia graniczne przy tłoczeniu blach*, WNT, Warszawa 1971.
- [17] Markiewicz E.: *Poradnik tłoczarza*, WNT, Warszawa 1969.
- [18] Matwiejew A.D.: *Kowka i sztapowka*, t. 4, *Listowaja sztapowka*, Maszynostrojenie, Moskwa 1987.
- [19] Mazurkiewicz A., Kocur L.: *Obróbka plastyczna. Laboratorium*, skrypt Politechniki Radomskiej, Radom 2001.
- [20] Morawiecki M., Sadok L., Wosiek E.: *Przeróbka plastyczna. Podstawy teoretyczne*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1986.
- [21] Materniak J., Starczewska A.: *Obróbka plastyczna. Materiały pomocnicze*, cz. 2, *Wyciąganie wytłoczek*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.

- [22] Morawiecki M., Sadok L., Wosiek E.: *Teoretyczne podstawy technologicznych procesów przeróbki plastycznej*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1977.
- [23] *Obróbka plastyczna – technologia*, opracowanie zbiorowe pod red. Werońskiego W., Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 1991.
- [24] Pater Z., Samołyk G.: *Podstawy technologii obróbki plastycznej metali*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2013.
- [25] Polański Z.: *Wykrawanie*, WNT, Warszawa 1978.
- [26] Romanowski W.P.: *Tłoczenie na zimno. Poradnik*, WNT, Warszawa 1961.
- [27] Romanowski W.P.: *Poradnik obróbki plastycznej na zimno*, WNT, Warszawa 1976.
- [28] Szwedakowski P.: *Wyoblanie ręczne*, WNT, Warszawa 2007.

POLSKIE NORMY

Stale niskowęglowe

- [29] EN 10079:2009 – Terminologia wyrobów stalowych.
- [30] PN-EN 10130:2009 – Wyroby płaskie walcowane na zimno ze stali niskowęglowych do obróbki plastycznej na zimno -- Warunki techniczne dostawy.
- [31] PN-EN 10111:2009 – Blachy i taśmy ze stali niskowęglowych walcowane na gorąco w sposób ciągły, przeznaczone do obróbki plastycznej na zimno -- Warunki techniczne dostawy.
- [32] PN-H-84023-02:1989 – Stal określonego zastosowania -- Stal niskowęglowa magnetycznie miękka -- Gatunki.
- [33] PN-H-84023-03:1989 – Stal określonego zastosowania -- Stal niskowęglowa na blachy i taśmy -- Gatunki.
- [34] PN-H-84023-05:1989 – Stal określonego zastosowania -- Stal niskowęglowa wyższej jakości, niskostopowa i stopowa -- Gatunki.
- [35] PN-H-84023-04:1989 – Stal określonego zastosowania -- Stal niskowęglowa zwykłej jakości -- Gatunki.
- [36] PN-EN 10139:2001 – Taśma wąska niepowlekana walcowana na zimno ze stali niskowęglowych, przeznaczona do obróbki plastycznej na zimno -- Warunki techniczne dostawy.
- [37] PN-H-92327:1992/Az1:1999 – Stal niskowęglowa -- Taśma walcowana na zimno (wycofana 30-05-2014).
- [38] PN-H-92129:1981 – Blacha cienka ze stali węglowych konstrukcyjnych wyższej jakości.
- [39] PN-EN 10051:2011 – Stal -- Blacha gruba, blacha cienka i taśma walcowana na gorąco w sposób ciągły, niepowlekane ze stali niestopowej i stopowej -- Tolerancje wymiarów i kształtów.
- [40] PN-EN 10131:2008 – Wyroby płaskie ze stali niskowęglowych i stali o podwyższonej granicy plastyczności walcowane na zimno, niepowlekane i powlekane elektrolitycznie powłoką cynkową lub cynkowo-niklową, przeznaczone do obróbki plastycznej na zimno -- Tolerancje wymiarów i kształtów.

- [41] PN-EN 10140:2007 – Taśma stalowa wąska walcowana na zimno -- Tolerancje wymiarów i kształtu.
- [42] PN-H-92143:1987 – Blachy i taśmy stalowe dla przemysłu motoryzacyjnego (zastąpiona PN-EN 10130:2009).

Stale nierdzewne

- [43] PN-EN 10088-1:2007 – Stale odporne na korozję -- Część 1: Gatunki stali odpornych na korozję.
- [44] PN-EN 10088-2:2007 – Stale odporne na korozję -- Część 2: Warunki techniczne dostawy blach i taśm ze stali nierdzewnych ogólnego przeznaczenia.
- [45] PN-EN ISO 9445-1:2010 – Stal odporna na korozję walcowana na zimno w sposób ciągły -- Tolerancje wymiarów i kształtu -- Część 1: Taśma wąska i pasy.

Miedź i stopy

- [46] PN-EN 1652:1997 – Miedź i stopy miedzi -- Płyty, blachy, taśmy i krążki ogólnego przeznaczenia.
- [47] PN-EN 1173:2008 – Miedź i stopy miedzi -- Oznaczenie stanów materiału.

Aluminium i stopy

- [48] PN-EN 12258-1:2004 – Aluminium i stopy aluminium -- Terminy i definicje -- Część 1: Terminy ogólne.
- [49] PN-EN 573-1:2006 – Aluminium i stopy aluminium -- Skład chemiczny i rodzaje wyrobów przerobionych plastycznie -- Część 1: System oznaczeń numerycznych.
- [50] PN-EN 573-2:2006 – Aluminium i stopy aluminium -- Skład chemiczny i rodzaje wyrobów przerobionych plastycznie -- Część 2: System oznaczeń na podstawie symboli chemicznych.
- [51] PN-EN 573-4:2005 – Aluminium i stopy aluminium -- Skład chemiczny i rodzaje wyrobów przerobionych plastycznie -- Część 4: Rodzaje wyrobów.
- [52] PN-EN 573-3:2010 – Aluminium i stopy aluminium -- Skład chemiczny i rodzaje wyrobów przerobionych plastycznie -- Część 3: Skład chemiczny i rodzaje wyrobów.
- [53] PN-EN 515:1993 – Aluminium i stopy aluminium -- Wyroby przerobione plastycznie -- Oznaczenie stanów.
- [54] PN-EN 485-4:1997 – Aluminium i stopy aluminium -- Blachy, taśmy i płyty -- Część 4: Dopuszczalne odchyłki wymiarów i kształtów wyrobów walcowanych na zimno.
- [55] PN-EN 485-2:2006 – Aluminium i stopy aluminium -- Blachy, taśmy i płyty -- Część 2: Własności mechaniczne.
- [56] PN-EN 541:2009 – Aluminium i stopy aluminium -- Wyroby walcowane na puszki, zamknięcia i wieczka -- Specyfikacja techniczna.
- [57] PN-EN 485-1:1993 – Aluminium i stopy aluminium -- Blachy, taśmy i płyty -- Warunki techniczne kontroli i dostawy.

- [58] PN-EN 573-5:2009 – Aluminium i stopy aluminium -- Skład chemiczny i rodzaje wyrobów przerobionych plastycznie -- Część 5: Kodyfikacja znormalizowanych wyrobów przerobionych plastycznie.
- [59] PN-EN 941:1995 – Aluminium i stopy aluminium -- Krążki i materiał wyjściowy na krążki do ogólnych zastosowań – Specyfikacje.
- [60] PN-EN 851:1995 – Aluminium i stopy aluminium -- Krążki i materiał wyjściowy na krążki do produkcji naczyń kuchennych – Specyfikacje.
- [61] PN-EN 12482-1:2003 – Aluminium i stopy aluminium. -- Materiał wyjściowy do dalszego walcowania przeznaczony do ogólnych zastosowań. -- Część 1: Specyfikacje materiału wyjściowego do dalszego walcowania, walcowanego na gorąco.
- [62] PN-EN 12482-2:2003 – Aluminium i stopy aluminium. -- Materiał wyjściowy do dalszego walcowania przeznaczony do ogólnych zastosowań. -- Część 2: Specyfikacje materiału wyjściowego do dalszego walcowania, walcowanego na zimno.

ADRESY INTERNETOWE

- [63] <galwanizernie.pl/procesy-galwaniczne/trawienie-metali/>.
- [64] <docslide.pl/documents/trawienie-rozjasniajace-i-wyblyszczajace-miedzi-i-jej-stopow.html>.
- [65] <www.yangli.pl>.
- [66] <www.sangiacomopresse.it/pl/presse/>.
- [67] <www.rijva.nl>.
- [68] <www.tfm.pl>.
- [69] <www.chinfong.com.tw>.
- [70] <www.senson.com.tw/product>.
- [71] <www.ventor.pl>.
- [72] <www.mecanicaexacta.com>.
- [73] <www.exapro.pl>.
- [74] <www.ponarzywiec.com.pl>.
- [75] <eurometal.com.pl/prasy-hydrauliczne>.
- [76] <unimachines.pl/veb-wema-zeulenroda/pl>.
- [77] <www.maqstock.pl>.
- [78] <www.hidrogarne.pl>.
- [79] <www.hawenpolska.pl>.