

Prídavky pre zápustkové výkovky

Borislav Melo, Ing., PhD.

Viena International, spol. s r. o.
Dolné Kráčiny 2, 036 01 Martin
E-mail: melo@viena.sk

Allowances for drop forgings

Abstract: The presented article focuses on the issue of determining allowances for semi-finished products manufactured by drop forging technology. The advantages of this method of manufacturing semi-finished products and its shortcomings are pointed out. The relations for determining allowances for this type of semi-finished product are published. The text is supplemented with diagrams of the layers of allowances on the surface of the parts.

Keywords: semi-finished products, forming, forging, die, addition.

ÚVOD

Zápustkové kovanie patrí medzi najdôležitejšie spôsoby tvárnenia kovov za tepla. Ide o proces, pri ktorom sa kovový polotovár v plastickom stave vtlačá do tvaru dutiny kovovej formy - zápustky. Tento postup umožňuje vyrábať presné, pevné a tvarovo zložité súčiastky.

Pri zápustkovom kovaní sa ohriaty polotovár (najčastejšie oceľ alebo hliníková zliatina) vloží medzi dve časti zápustky - hornú a dolnú. Tieto časti majú dutinu zodpovedajúcu tvaru požadovaného výkovku. Po uzavretí zápustky pôsobí na materiál veľká sila pomocou lisu alebo bucharu, čím sa kov plasticky pretlačí do celej dutiny. Prebytočný materiál sa vytlačí do výronku. Po ochladení sa výkovok vyberie a odstráni sa výronok. Tento spôsob umožňuje vyrábať presné, pevné a tvarovo zložité súčiastky s minimálnym odpadom materiálu a používa sa hlavne pri hromadnej a sériovej výrobe, kde sa kladie dôraz na pevnosť a presnosť výkovkov [1-4].

Hlavné fázy zápustkového kovania:

1. Ohrev polotovaru na tvárnoplastickú teplotu (pre oceľ 1100 ÷ 1250°C).
2. Vloženie polotovaru do spodnej časti zápustky.
3. Kovanie úderom alebo tlakom hornej zápustky.
4. Vytvorenie výkovku a výronku.
5. Odstránenie výkovku, odstrihnutie výronku a tepelné spracovanie.
6. Tepelné spracovanie pre zlepšenie vlastností.

Typy zápustkového kovania:

- otvorené zápustkové kovanie - zápustka nie je úplne uzavretá, časť materiálu sa vytlačá do výronkovej drážky. Používa sa pri väčších kusoch,

- uzavreté zápustkové kovanie (presné kovanie) - materiál je uzavretý v dutine, nevzniká výronok. Tento spôsob umožňuje vyššiu presnosť a menšiu spotrebu materiálu, no vyžaduje veľmi presnú prípravu polotovaru.

Používané stroje:

Zápustkové kovanie sa vykonáva na:

- kováčskych lisoch (mechanické, hydraulické, skrutkové),
- kováčskych bucharoch,
- automatických kovacíh linkách.

Výhody zápustkového kovania:

- vysoká pevnosť a húževnatosť výkovkov,
- výborné mechanické vlastnosti - vlákna materiálu sledujú tvar výkovku,
- možnosť výroby zložitých tvarov,
- menšia spotreba materiálu ako pri obrábaní,
- dobrá rozmerová a tvarová presnosť,
- možnosť sériovej výroby.

Nevýhody zápustkového kovania:

- vysoké náklady na výrobu zápustiek,
- obmedzená veľkosť výkovkov,
- presné dávkovanie materiálu,
- menej vhodné pre kusovú výrobu alebo prototypy.

Pri výrobe súčiastok obrábaním je nevyhnutné dbať na presnosť rozmerov, tvarov a kvalitu povrchu. Aby sa dosiahla požadovaná presnosť po všetkých operáciách obrábania, je na výkovku ponechaná vrstva materiálu - *prídavok na opracovanie*.

Správne stanovenie prídavkov je kľúčové pre hospodárnosť výroby, pretože ovplyvňuje spotrebu

materiálu, čas obrábania, opotrebenie nástrojov a konečnú kvalitu výrobku [5, 6].

1 POJEM A VÝZNAM PRÍDAVKU NA OPRACOVANIE

Prídavok na opracovanie je vrstva materiálu, ktorá sa musí pri obrábaní odstrániť z povrchu polotovaru, aby sa dosiahol požadovaný tvar, rozmer a drsnosť povrchu hotovej súčiastky.

Hlavné úlohy prídavku:

- odstránenie vrstvy materiálu znehodnotenej predchádzajúcim tvárnením (napr. zoxidovaný povrch po odlievaní alebo okuje po kovaní),
- vyrovnanie geometrických nepresností polotovaru,
- dosiahnutie požadovanej presnosti a kvality povrchu,
- vytvorenie miesta pre následné dokončovacie operácie.

1.1 Druhy prídavkov na opracovanie

Prídavky sa rozdeľujú:

a) *Podľa spôsobu výroby polovýrobku:*

Typ polotovaru	Charakteristika povrchu	Odporúčaná prídavok [mm]
Odliatok (oceľ, liatina)	nerovný povrch, póry, oxidy	2 ÷ 6
Výkovok	zoxidovaný povrch, nepresnosti	1,5 ÷ 4
Valcovaný polovýrobok	relatívne rovný povrch	0,5 ÷ 2

b) *Podľa účelu opracovania:*

Druh opracovania	Charakter činnosti	Prídavok [mm]
Hrubovanie	Odstránenie väčšej vrstvy materiálu, tvarovanie	0,5 ÷ 3
Polodokončovanie	Vyrovnanie tvaru pred finálnym opracovaním	0,2 ÷ 1
Dokončovanie	Dosiahnutie presného rozmeru a kvality povrchu	0,05 ÷ 0,3

1.2 Faktory ovplyvňujúce veľkosť prídavkov

Správna voľba prídavku závisí od viacerých technologických faktorov:

Faktor	Vplyv na prídavok
Presnosť a kvalita polotovaru	Čím je polovýrobok presnejší, tým menší prídavok.
Tvrdosť a vlastnosti materiálu	Tvrde materiály vyžadujú menší prídavok kvôli opotrebeniu nástroja.

Faktor	Vplyv na prídavok
Spôsob upnutia a tuhosť sústavy	Prídavok kvôli možným vibráciám.
Typ obrábacieho stroja	CNC stroje umožňujú menšie prídavky vďaka vyššej presnosti.
Požadovaná drsnosť povrchu	Jemnejší povrch = menší prídavok na finálne opracovanie.

1.3 Stanovenie prídavkov

Prídavok sa určuje podľa výpočtu, empirických tabuliek alebo skúseností technológa. Základný vzťah:

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n \quad (1)$$

kde Z - celkový prídavok na opracovanie,

$Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ - prídavky na jednotlivé operácie (hrubovanie, polodokončovanie, dokončovanie).

1.3.1 Význam optimálneho prídavku

Nesprávne stanovený prídavok môže spôsobiť:

- *príliš veľký prídavok* → zvýšená spotreba času, nástrojov a energie,
- *príliš malý prídavok* → nedosiahnutie presnosti alebo ponechanie chýb na povrchu.

Optimálny prídavok zaručuje:

- *hospodárne využitie materiálu,*
- *kratší čas obrábania,*
- *menšie opotrebenie nástrojov,*
- *požadovanú presnosť a kvalitu výrobku.*

Všeobecný príklad použitia v praxi

Pri výrobe ojnice (zápustkovo kovaný polovar) sa používajú prídavky:

- čelné plochy: 1,5 mm,
- diery pre čapy: 0,5 mm,
- vonkajšie obrysy: 1,0 mm.

Po dokončení sa dosiahne presnosť IT7 ÷ IT8 a drsnosť povrchu Ra 1,6 ÷ 0,8 μm .

Podľa prídavkov na obrábanie môžu byť zápustkové výkovky rozdelené do skupín podľa prídavkov na obrábanie:

- výkovky ktoré idú na montáž bez akéhokoľvek obrábania povrchu,
- výkovky s minimálnymi prídavkami na obrábanie (brúsenie a leštenie)
- prídavky na obrábanie iba niektorých povrchov,
- obrábané zo všetkých strán.

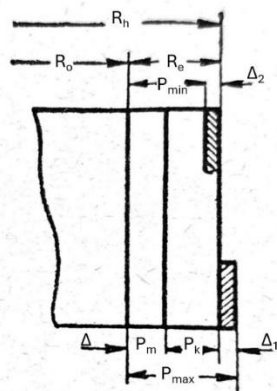
Spojitosť medzi prídavkami a presnosťou zápustkového kovania sa zistí rozborom prídavku. Úplný prídavok P na polovýrobok pre strojné obrábanie je súčtom kováčskeho prídavku P_K

s celkovým medzioperačným prídavkom P_m pri strojnom obrábaní:

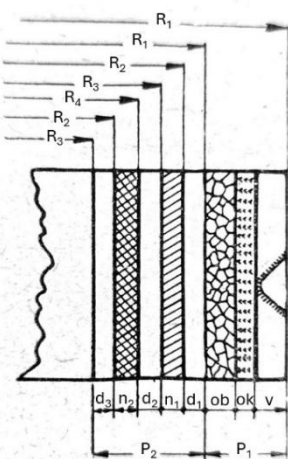
$$P = P_k + P_m \quad (2)$$

Úplný prídavok uvádzaný na výkrese výkovku je menovitým prídavkom P_J . Vypočíta sa ako polovičný rozdiel menovitého rozmeru polovýrobku R_j a čistého rozmeru súčiastky R_o . Úplný maximálny prídavok P_{max} sa skladá z menovitého prídavku spočítaného s hodnotou kladnej tolerancie Δ_1 . Celkový minimálny prídavok sa skladá z menovitého prídavku zmenšeného o hodnotu zápornej tolerancie Δ_2 . Zostrojenie hlavných rozmerov polovýrobkov a prídavkov na obrábanie je znázornené na obr. 1 a obr. 2. Skutočný prídavok P_S je vlastne polovičný rozdiel skutočného rozmeru polovýrobku R_s a čistého rozmeru súčiastky:

$$P_s = R_s - \frac{R_o}{2} \quad (3)$$



Obr. 1. Štruktúra výkovku vyrobeného v zápustke



Obr. 2 Štruktúra úplného prídavku na zápustkový výkovok

Parametre na obr. 2 sú nasledovné:

v - hĺbka vysekania,

o_k - okuje,

o_{du} - oduhličenie,

t_1 - tolerancia pri hrubovaní,

p_1 - minimálny prídavok pre jemné sústruženie,

t_2 - tolerancia (jemné sústruženie),

p_2 - minimálny prídavok na brúsenie,

t_3 - tolerancia pri brúsení,

p_k - kováčsky prídavok,

p_m - celkový medzioperačný prídavok na strojné obrábanie,

R_1 - maximálny rozmer zápustkového výkovku,

R_2 - maximálny rozmer výrobku,

R_3 - minimálny rozmer výrobku,

r_1 - maximálny rozmer (jemné sústruženie po hrubovaní),

r_2 - minimálny rozmer (jemné sústruženie po hrubovaní),

r_3 - maximálny rozmer (brúsenie po jemnom sústružení),

r_4 - minimálny rozmer pre brúsenie po jemnom sústružení.

ZÁVER

Prídavky na opracovanie predstavujú dôležitú súčasť technologickej prípravy výroby. Ich správne určenie má zásadný vplyv na kvalitu, presnosť a ekonomiku obrábania [7, 8]. V moderných výrobných procesoch, najmä pri použití CNC strojov a presných polotovarov, sa prídavky minimalizujú, čím sa dosahuje vyššia efektívnosť a úspora materiálu. Zápustkové kovanie je efektívny spôsob výroby kovových súčiastok s vysokými nárokmi na pevnosť, presnosť a kvalitu. Hoci vyžaduje značné počiatkové investície do zápustiek a zariadení, pri sériovej výrobe je ekonomicky veľmi výhodné. Vďaka svojim vlastnostiam si tento proces dlhodobo udržuje dôležité miesto v strojárskych výrobných procesoch.

LITERATÚRA

- [1] MORAVEC, J. (2015): *Teória tvárnenia kovov*. EDIS Žilina, ISBN 978-80-554-1095-1.
- [2] MIELNIK, E. M. (1991): *Metalworking Science and Engineering*. MC Graw-Hill Book Comp, New York.
- [3] MORAVEC, J. - BILÍK, J. (2022): *Technológia tvárnenia v 99 heslách*. EDIS Žilina, ISBN 978-80-554-1906-0.
- [4] BAČA, J. - BILÍK, J. (2000): *Technológia tvárnenia*. STU, ISBN 80-227-1339-2.
- [5] LANGE, K. (2004): *Lehrbuch der Umformtechnik, Band 2*. Springer Verlag Berlin.
- [6] GAJDOŠ, F. (1990): *Teorie tváření*. Brno, ISBN 80-214-1032-9.
- [7] JOHNSON, W. - MAMALIS, A. G. (1988): *Plasticity and metal forming*. Cambridge.
- [8] KOLSKY, H. (1987): *Stress Waves in Solids*. Oxford at the Clarendon Press.