

Izrada normativno-tehnološke karte hladnog vučenja čeličnih cijevi

Standard Technology Procedure for Cold Drawing of Steel Tubes

B. Iharoš, Metalurški fakultet Sisak

Izradjena je na računalu normativno-tehnološka karta proizvodnje određene dimenzije, kvalitete i stanja isporuke hladno vučenih čeličnih cijevi. Definirano je: tehnološke faze proizvodnje, izbor agregata, dimenzije alata, deformacioni parametri i efektivni sati rada. NTK u proizvodnji hladnog vučenja čeličnih cijevi omogućuje izbor optimalnog programa proizvodnje, optimalizaciju broja i dimenzija potrebnih alata, vremensko opterećenje proizvodnih agregata te planiranje i vođenje proizvodnje.

1 Uvod

Velika grupa cijevi, tzv. precizne čelične cijevi proizvode se hladnom preradom (vučenjem i kovanjem) toplo valjane cijevi. Osobine preciznih cijevi—velika točnost unutarnjeg i vanjskog promjera, jednolična debljina stijenke po cijeloj dužini cijevi, izvanredna kvaliteta površine te pouzdana mehanička svojstva—daju ovoj grupi cijevi široku primjenu u svim granama industrije.

Prema određenom standardu definirano je 730 pozicija preciznih čeličnih cijevi—vanjskog promjera od 4.0 do 120.0 mm i debljine stijenke od 0.4 do 10.0 mm. Osim toga, hladno vučenje čeličnih cijevi sastoji se iz niza tehnoloških operacija koje se ponavljaju: kemijska i mehanička priprema cijevi, hladno vučenje, termička obrada, međufazna (sječanje, ravnanje) i završna dorada cijevi (sječanje, ravnanje, ispitivanje, zaštita i pakovanje). Prema tome, u tehnologiji hladnog vučenja čeličnih cijevi niz tehnoloških parametara znatno utječu na kvalitetu gotovog proizvoda i ekonomičnost proizvodnje. Optimalizacija proizvodnje, bilo sa stajališta izbora uložka, adekvatne površinske pripreme cijevi, definiranja načina vučenja, oblika i dimenzija alata, plana provlaka, izbor glavnih i pomoćnih proizvodnih agregata i međufazne dorade, zahtjeva definiranje i uzajamnu povezanost svih tehnoloških parametara proizvodnje.

Različitim metodama se pokušava u suvremenom vođenju proizvodnih pogona postići optimalnu proizvodnju. Postavljaju se modeli prema različitim kriterijima—matematski odnosi između komponenata proizvodnje, kapaciteta pogona, troškova proizvodnje i potrebe tržišta.

U pogonima proizvodnje preciznih čeličnih cijevi hladnim vučenjem širokog dimenzionog i kvalitetnog asortimana, ekonomičnost proizvodnje u velikoj mjeri ovisi od izabrane varijante tehnologije proizvodnje cijevi određene kvalitete, dimenzije i stanja isporuke. Varijante tehnologije proizvodnje mogu se razlikovati kombinacijom veličina deformacija po provlaci, odnosno načina vučenja, a time i potrebnim brojem tehnoloških operacija. Razlika u tehnologiji proizvodnje neizbježno povlači za sobom i razliku u ekonomskim pokazateljima, po kojima ta tehnologija može biti ocjenjivana. U izvještaju se prikazuje izrada normativno-tehnološke karte proizvodnje određene količine, dimenzije i kvalitete hladno vučene čelične cijevi,

temeljena na tehnologiji i agregatima Valjaonice preciznih čeličnih cijevi Željezare Sisak.

2 Metodika

Koristi se princip dekompozicije, podijelivši ukupni zadatak na pet osnovnih etapa. Bilo koji dio, etapa, predstavlja za sebe pojedinačni zadatak, a rezultati dobiveni na prethodnoj etapi koriste se kao baza podataka za slijedeću etapu.

2.1 Prva etapa

Prema raspoloživim glavnim agregatima—vučnim klupama—određuju se moguće ili točnije rečeno, svrsishodne varijante tehnologije hladnog vučenja čeličnih cijevi. Korištena je tehnologija hladnog vučenja s dugim trmom (DT), s kratkim plivajućim trmom (KT) i hladno vučenje bez trma (BT). Tehnologije se razlikuju po veličinama deformacije čelične cijevi po provlaci, brzinama vučenja, odnosno, kapaciteta vučnih klupa tj. ekonomičnosti proizvodnje.

Odabrane su slijedeće varijante:

Za odabranu varijantu tehnologije hladnog vučenja čeličnih cijevi navedene su dimenzije gotovih cijevi—vanjski promjer (D_g) i debljina stijenke (S_g). Nadalje, najveći broj provlaka je šest ($i_{maks} = 6$) a najmanji broj provlaka je dva ($i_{min} = 2$).

2.2 Druga etapa

Formira se spisak dimenzija cijevi na međuprovlacima i dimenzija gotovih cijevi, na taj način, da se nastoji da svaka dimenzija cijevi odgovara dimenziji cijevi predviđena standardom. Ta mogućnost u prvom redu dovodi do minimalnog broja alata (matica i trnova) a isto tako do "povezivanja" radnih naloga u proizvodnji u cilju što brže i jednostavnije realizacije plana proizvodnje. Dimenzije alata, odnosno dimenzija cijevi daju se za svaku vučnu klupu tablično. Definirani su i ostali alati u tehnologiji hladnog vučenja—npr. alati za prese za izradu šiljaka cijevi, i drugo. Tablični prikaz dimenzija alata daje mogućnost izmjene ili nadopune dimenzija alata.

Tabela 1.

1.	DT-DT-BT-BT-BT	$8.0 < D_g < 20.0$	$1.0 < S_g < 1.2$
2.	DT-KT-BT-BT-BT-BT	$8.0 < D_g < 32.0$	$1.0 < S_g < 1.5$
3.	DT-KT-KT-BT-BT-BT	$8.0 < D_g < 32.0$	$1.0 < S_g < 1.5$
4.	KT-KT-BT-BT-BT	$8.0 < D_g < 50.0$	$1.0 < S_g < 4.0$
5.	KT-DT-BT-BT-BT-BT	$8.0 < D_g < 32.0$	$1.0 < S_g < 1.5$
6.	KT-DT-KT-BT-BT-BT	$8.0 < D_g < 40.0$	$1.0 < S_g < 1.5$
7.	KT-BT-BT	$15.0 < D_g < 20.0$	$1.5 < S_g < 2.0$
8.	KT-KT-KT	$15.0 < D_g < 50.0$	$1.5 < S_g < 4.0$

2.3 Treća etapa

Određuju se tehnološki parametri, koji su potrebni za definiranje tehnologije hladnog vučenja čeličnih cijevi:

- granične deformacije cijevi po provlaci, ovisno o načinu hladnog vučenja za određenu dimenziju i kvalitetu čelične cijevi;
- ukupnu deformaciju cijevi između dvije termičke obrade;
- završna deformacija cijevi ovisno o kvaliteti i stanju isporuke;
- oblik i geometrija alata i
- tehnološki parametri pripreme cijevi—kemijske i mehaničke, sječenje, ravnanje i termičke obrade (medufazne i završne) cijevi.

2.4 Četvrta etapa

Izračunavaju se kapaciteti osnovnih i pomoćnih uređaja za izradu hladno vučenih čeličnih cijevi. Definira se redoslijed tehnoloških operacija od skladišta uložne cijevi do skladišta gotove cijevi za dobivanje određene dimenzije gotove cijevi.

2.5 Peta etapa

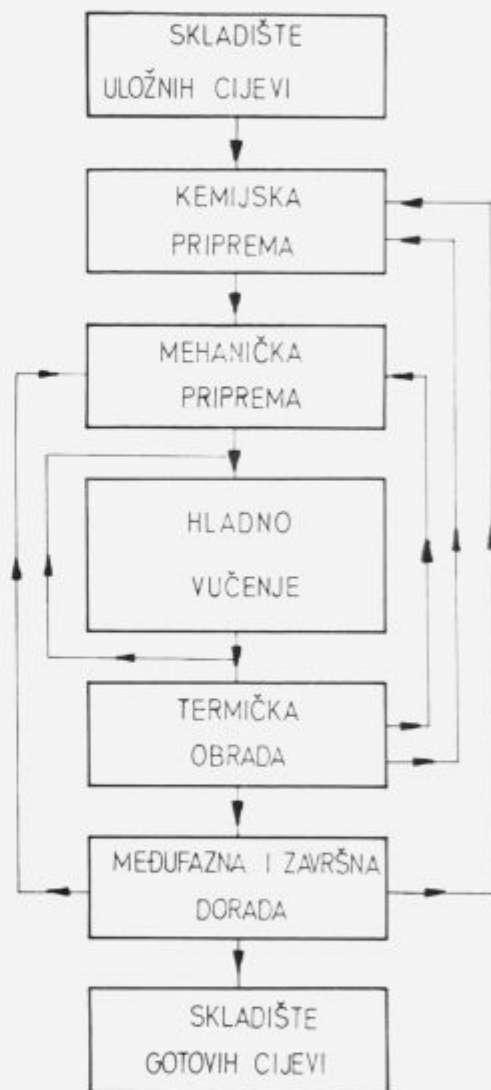
Izračunavanje parametara za ocjenjivanje pojedinog programa proizvodnje hladno vučene čelične cijevi (metara vučenja po toni proizvodnje, sati rada po toni proizvodnje) izbor optimalnog puta. Program je sačinjen tako, da bira 20 optimalnih programa i svrstava ih po efektivnim satima proizvodnje ili ukupnih metara vučenja po toni proizvoda.

Na slici 1 prikazana je shema tehnologije proizvodnje hladno vučenih čeličnih cijevi od skladišta uložnih cijevi do skladišta gotovih čeličnih cijevi.

3 Rezultati

Prikazana je NTK za izradu hladno vučene čelične cijevi dimenzije $\phi 8.0 \times 1.0$ mm iz uložne cijevi $\phi 31.8 \times 2.6$ mm po varijanti 2, u količini 1.0 Mp, kvalitete Č. 1212 u nekoj (žarenoj) izvedbi.

Navedene su potrebne faze rada uz odgovarajući agregat, te efektivni sati rada na pojedinom agregatu. Dalje, odabrani su odgovarajući alati, za izradu šiljka cijevi (D_s), promjer matrice (D_M) i dimenzije trna (D_t). Deformacioni parametri su izraženi relativnom redukcijom poprečnog presjeka cijevi (R) i stupnjem izduženja (L_a). Ukupni metri vučenja za 1 tonu proizvoda (UMVT) je podatak za usporedbu (ocjenu) različitih programa vučenja a navedena je



Slika 1. Shema tehnologije proizvodnje hladno vučene čelične cijevi.

još temperatura (T) i brzina prolaza (v_t) cijevi kod medufazne i završne termičke obrade čeličnih cijevi.

Normativno-tehnološka karta u proizvodnji preciznih hladno vučenih čeličnih cijevi omogućuje:

- izbor optimalnog programa proizvodnje određene dimenzije, kvalitete i stanja isporuke hladno vučene čelične cijevi;

Tabela 2.

Normativno tehnološka karta HV

Uložak: 31.8 × 2.60 mm Količina: 1.002 t Kvaliteta: Č.1212
 Gotova cijev: 8.0 × 1.0 mm Duljina: 7.0 m Izvedba: Z
 Izvadak: 88.82%

Red. br.	Faza rada	Dim.cijevi D × S	Dulj. L	Agregat	Efek. sati	Ds	Dm	Dt	R	La	UMVT	T	Vt
-	-	mm	m	-	h	mm	mm	mm	%	-	m/t	C	m/h
0	uložak	31.80 × 2.60	8.72	skladiste									
1	kemijska priprema	31.80 × 2.60	8.72	KP	.67								
2	kovanje siljka	31.80 × 2.60	8.72	PR 1	.16	23.0							
3	1. provlaka	26.10 × 1.55	16.87	VK 1	1.25	23.0	26.1	23.0	49.88	2.00	1064.		
4	rezanje	26.10 × 1.55	8.43	REZ.	.92							920	60
5	termička obrada	26.10 × 1.55	8.43	PEC	.33								
6	ravnanje	26.10 × 1.55	8.43	RAVN.	.65								
7	kemijska prip.	26.10 × 1.55	8.43	KP	.67								
8	kovanje siljka	26.10 × 1.55	8.43	PR 1	.31	18.0							
9	2. provlaka	22.20 × 1.10	13.46	VK 2	.75	18.0	22.2	20.00/22.5	39.00	1.64	2808.		
10	rezanje siljka	22.20 × 1.10	13.46	REZ.	.92							920	60
11	termička obrada	22.20 × 1.10	13.46	PEC	.32								
12	kovanje siljka	22.20 × 1.10	13.46	PR 2	.62	15.0							
13	3. provlaka	16.00 × 1.00	20.39	VK 3	1.76	15.0	16.0	14.00/18.2	35.37	1.55	5507.		
14	termička obrada	16.00 × 1.00	10.19	PEC	.39							920	60
15	kovanje siljka	16.00 × 1.00	10.19	PR 2	1.13	10.0							
16	4. provlaka	11.00 × 1.00	14.95	VK 3	1.88	10.0	11.0	-	33.33	1.50	9556.		
17	termička obrada	11.00 × 1.00	14.95	PEC	.38							920	60
18	kovanje siljka	11.00 × 1.00	14.95	PR 2	1.06	7.0							
19	5. provlaka	8.00 × 1.00	21.05	VK 3	2.19	7.0	8.0	-	30.00	1.43	15340.		
20	termička obrada	8.00 × 1.00	21.05	PEC	.37							920	60
21	ravnanje	8.00 × 1.00	21.05	RAVN.	3.22								
22	rezanje	8.00 × 1.00	7.00	REZ.	1.84								
					21.77								

- optimalizirati skladište alata u pogledu potrebnih dimenzija alata za određene dimenzije čeličnih cijevi i količinu proizvodnje;
- planiranje proizvodnje u pogledu vremenskog opterećenja pojedinog proizvodnog agregata i vremena lansiranja pojedinog radnog naloga u proizvodnju.

Zahvaljujem se dipl. inž. matematike Zvonimiru Zabreščak za izradu programa na računaru.