

tati so razvidni s slike 11. Silo na diagramu smo navedli v enotah skale ojačevalnika. S slike je razvidno, da dobimo po kratkem prehodu konstantno primično silo.

8. Sklep

S tem sestavkom smo prikazali nov sistem za krmiljenje primične sile v brusilnem sistemu, ki ga uporabljamo za nadaljnje raziskave brušenja. Obenem smo hoteli opozoriti na izvedbo, ki omogoča z zadovoljivo natančnostjo krmiliti silo v vsakem obdelovalnem sistemu. Seveda bo treba merilni sistem in krmilne naprave vedno prilagajati zahtevanim okoliščinam. Prikazana izvedba ponuja določene možnosti. Omenimo predvsem možnost avtomatičnega krmiljenja in optimizacije procesa brušenja. Raziskave brusilnih procesov pri različnih konstantnih silah so že pokazale, da lahko te možnosti uresničimo. Opisati jih imamo namen v drugem sestavku.

Posebej se želimo zahvaliti Skladu Borisa Kidriča in Fakulteti za strojništvo, ki sta s finančno pomočjo omogočila to delo v okviru raziskovalne naloge »Raziskava brušenja s krmiljeno konstantno primično silo« in izdelavo potrebnih naprav.

LITERATURA

[1] Peklenik, J.: New Developments in Surface Characterization and Measurements by Means of Random Process Analysis, Poročilo na konferenci Properties and Metrology of Surface, Oxford 1968.

[2] Peklenik, J.: Contribution to the Correlation Theory for the Grinding Process, Tans. ASME, vol. 86, s. 97, 1964.

[3] Profos, P.: Regulirovanie parosilovih ustanovok. Založba: Energija, Moskva, 1967.

[4] Chaimowitsch: Ölhydraulik. Založba: VEB-Verlag Technik, Berlin, 1963.

[5] Panzer, Beitler: Arbeitsbuch der Ölhydraulik. Založba: Krausskopf Verlag, Mainz, 1965.

[6] Merrit, H. E.: Hydraulic Control Systems. Založba: John Wiley & Sons, New York, 1967.

[7] Himmler, R. C.: Elektrohydraulische Steuerungssysteme. Založba: Krausskopf Verlag, Mainz, 1967.

[8] Shinnars, S. M.: Control System Design. Založba: John Wiley & Sons, New York, 1964.

[9] Cajhen, R.: Osnove regulacijske tehnike, I. in II. del. Univerza v Ljubljani, 1967.

[10] Kudinov, V. A.: Dinamika stankov. Založba: Mašinstroenie, Moskva, 1967.

[11] Takai, H.: Theory of Automatic Control. Zal.: Iliffe Books, London, 1966.

[12] Regelungstechnik. Založba: VDI-Verlag, Wuppertal, 1954.

[13] Oppelt, W.: Steuerung und Regelung bei absatzweisem Betrieb. Regelungstechnik, zvezek 2, str. 52—58, 1958.

[14] Racke, W.: Das Führungs- und Stabilitätsverhalten unstetiger Nachformsysteme. Industrie Anzeiger, št. 2, s. 20—30, 1960.

[15] Roethel, F.: Proučitev sistema za regulacijo brusilnega stroja za raziskavo brušenja s krmiljenjem konstantne primične sile. Magistrsko delo, FS Ljubljana, 1968.

[16] Roethel, F., Peklenik, J.: Uvodne raziskave brušenja s krmiljeno primično silo. Strojniški vestnik, št. 2, str. 49—54, 1969.

[17] Himmler, C. R.: Untersuchungen an druckregelnden Servoventilen und Triplex-Redundanzsystem. Ölhydraulik und Pneumatik, št. 3, str. 87—95, 1968.

Naslov avtorjev: doc. dr. ing. Franc Roethel,
prof. dr. ing. Janez Peklenik,
doc. dr. Igor Grabec,
vsi: Fakulteta za strojništvo
Univerze v Ljubljani

UDK 621.9.025:65.011.4

Ali lahko racionaliziramo porabo orodnega materiala v naši industriji?

FRANC ROETHEL

1. UVOD

V zadnjem času je na svetovnem tržišču zelo veliko vrst orodnega materiala. Taki izbiri in možnosti nabhav se je prilagodila tudi naša industrija. Zahteve industrije po raznolikosti materiala so čedalje večje. Že jugoslovanski standardi omogočajo veliko izbiro. Izdelava različnih vrst materialov za orodja pa terja od železarn zapleteno vodenje proizvodnje, ker se materiali spreminjajo od šarže do šarže. Možnost pocenitve materialov je v poenotenju in tipizaciji proizvodnje. Zato so se zastopniki jugoslovanske industrije odločili, da bodo izdelali priporočila, po katerih naj se izdelujejo materiali za orodja in pozneje uporabljajo v industriji. Predlog za tipizacijo je s pomočjo industrije izdelalo podjetje Metalburo iz Zagreba.

V okviru majhne raziskave smo si želeli ogledati, kakšen učinek bi imela tipizacija orodnih jekel pri naši industriji in kaj bi lahko dosegli v manjših podjetjih. Ogledali smo si porabo orodnega materiala v tovarni Mehanika iz Trbovelj.

2. PREDNOSTNO TIPIZIRANA JEKLA /1/

Po analizi porabe v 200 jugoslovanskih podjetjih je Metalburo iz Zagreba izdelal predlog za tipizacijo orodnih jekel. Po tej tipizaciji so bili izbrani kot prednostno tipizirani materiali tisti, ki so v industriji največ v rabi. Šli so še za tem, da bi čimbolj zožili izbor, da bi bili materiali lahko stalno na skladišču in bi bili prednostni materiali cenejši.

Seveda to ni rešitev brez pomanjkljivosti. Mnogo podjetij je vezanih na različne licenčne pogoje, ki ob prevzemu licence predpisujejo tudi orodni in konstrukcijski material. Tako podjetja niso samostojna pri izbiri materiala. Zgodi se, da niti ne morejo izbrati primernejšega materiala, čeravno bi to želela.

Vendar je Metalburoju uspelo, da pri podjetju Iskra v letu 1965 začeto akcijo opravi — v okviru danih možnosti — do konca. Število vrst so zmanjšali s 500 na 50 materialov.

Izvleček iz tipizacije je razviden iz tabele 1. Vsa ostala orodna in druga tipizirana jekla najdemo v literaturi. [1]

Jekla, ki so označena s »+« znakom, naj se uporabljajo prednostno, s »+« znakom so jekla, ki se še lahko uporabljajo, z znakom »-« pa jekla, ki jih raje opuščamo. Iz tabele vidimo, da ni bilo ostre omejitve, kaj se naj uporablja in kaj ne, saj je izbor predlaganih jekel kar širok. Večjim tovarnam v slovenski industriji zato ni težko izbrati predlaganih primernih orodnih materialov. Upamo, da bomo v nekaj letih povsod dosegli racionalizacijo vrst. Seveda pa to ni povezano samo s takojšnjo zamenjavo materiala na skladišču, temveč s spremembami v vsej dokumentaciji tehnologije za vsak izdelek posebej. To seveda terja veliko dela in truda in ne malo stroškov. Taki stroški pa ne prinašajo takoj izboljšave ali racionalizacije v domači tovarni, zato se jih posamezne tovarne lotevajo le nerade. Drug problem pri vpeljavi tipiziranega orodnega materiala nastaja pri uvajanju v manjša podjetja. Tu je navadno poraba jekel tako majhna, da ne pomeni bistvenih izdelavnih stroškov. Poleg tega pa je tudi

uvoz urejen tako, da takih materialov ne zmanjka. Industrija ni prisiljena kupovati le domačega materiala.

3. SEDANJE STANJE IN MOŽNOSTI V TOVARNI »MEHANIKA«

Da bi lahko ocenili smisel našega dela, je treba, da si na kratko ogledamo tudi podjetje, ki smo ga testirali. V Strojni tovarni Trbovlje-STT je že nekaj let deloval oddelek fine mehanike, ki je izdeloval analitske tehtnice. Leta 1952 je bil ta oddelek izločen in ustanovljeno je bilo podjetje Mehanika — Trbovlje. Takrat je imelo samo 14 ljudi in 4 milijone starih dinarjev osnovnih sredstev. Kmalu je začelo širiti proizvodni program najprej na druge laboratorijske izdelke, pozneje pa je začelo izdelovati še različne nove izdelke. Med temi je bil glavni izdelek elektroinstalacijski material, npr. varovalke, vezni material, prenapetostni odvodniki. Poleg tega izdeluje podjetje tudi ključav-

TABELA 1

Predlog tipizacije orodnih jekel

Označbe železarne Ravne	JUS	Tipizacija
1. Ogljikova (nelegirana) orodna jekla		
OCP 65	Č. 1741	—
OC 80	Č. 1840	++
Kose	Č. 1841	+
OC 80 Mn	Č. 1842	—
OC 100	Č. 1940	+
OC 100 extra	Č. 1941	++
OC 100 extra spec.	Č. 1942	—
OC 120	Č. 1943	—
OC 120 extra	Č. 1944	—
OCP 110	Č. 1946	++
OCP 125	Č. 1947	—
OCP 135	Č. 1948	++
2. Legirana jekla za delo v hladnem stanju		
OW 1	Č. 6840	++
OW 2	Č. 6841	+
OW 3	Č. 6441	+
OW 5	Č. 6850	—
OW spec.	Č. 6842	—
OSIKRO 1	Č. 6442	—
OSIKRO 2	Č. 6443	++
OSIKRO 4	Č. 6444	++
OSIKRO spec.	Č. 6445	—
OCR	Č. 4140	+
OCR 1	Č. 4141	—
OCR 2	Č. 4142	—
OCR 3	Č. 4143	++
OCR 3 extra	Č. 4149	—
OCR 4 extra spec.	Č. 4146	++
OCR 5	Č. 4340	—
OCR 6	Č. 4772	—
OCR 12	Č. 4145	++
OCR 12 extra	Č. 4750	+
OCR 12 spec.	Č. 4650	++
MERILO	Č. 3840	++
MERILO extra	Č. 6440	++
MERILO spec.	Č. 4840	—
OHV 3	Č. 4843	—
OHV 4	Č. 4740	—
CRV	Č. 4754	—
OL 2 spec.	Č. 4844	++

TABELA 2

Poraba orodnega materiala v palicah

Zap. št.	Označba	JUS	Dimenzije [mm]	Količina [kg]
1.	Poldi 2002	Č. 4150	Ø 12	6,5
2.	OCR 12	Č. 1450	Ø 14	18
3.	OCR 12	Č. 4150	Ø 32	31
4.	Poldi 2002	Č. 4150	Ø 35	23
5.	OCR 12	Č. 4150	Ø 55	58
6.	Poldi 2002	Č. 4150	Ø 60	21
7.	OCR 12	Č. 4150	Ø 70	117
8.	Poldi	Č. 4150	Ø 90	27
9.	Poldi 2002	Č. 4150	Ø 100	63
10.	Poldi 2002	Č. 4150	Ø 135	46
11.	OCR 12	Č. 4150	Ø 170	40
12.	OCR 12	Č. 4150	Ø 260	84
13.	Poldi 2002 extra	Č. 4750	Ø 22	21
14.	Poldi 2002 extra	Č. 4750	Ø 40	42
15.	Poldi 2002 extra	Č. 4750	Ø 50	24
16.	OC 100	Č. 1940	Ø 65	32
17.	OC 100	Č. 1940	Ø 70	61
18.	OC 100	Č. 1940	Ø 120	57
19.	OC 80	Č. 1840	Ø 90	171
20.	Utop Mo 1	Č. 4751	Ø 170	129
21.	Utop Mo 1	Č. 4751	Ø 180	34

TABELA 3

Poraba orodnega materiala v ploščah

Zap. št.	Označba	JUS	Dimenzije [mm]	Količina [kg]
22.	Poldi 2002	Č. 4150	20 × 80	14
23.	Poldi 2002	Č. 4150	20 × 90	33
24.	Poldi 2002	Č. 4150	20 × 100	42
25.	Poldi 2002	Č. 4150	20 × 150	21
26.	Poldi 2002	Č. 4250	28 × 200	23
27.	Poldi 2002	Č. 4150	40 × 80	42
28.	OCR 12	Č. 4150	20 × 200	16
29.	OCR 12	Č. 4150	25 × 200	16
30.	OCR 12	Č. 4150	30 × 150	65
31.	OCR 12	Č. 4150	40 × 300	26
32.	Poldi 2002 spec.	Č. 4650	25 × 100	21

nice. Danes zaposluje podjetje Mehanika 260 ljudi, ki izdelajo letno 18 milijonov kosov izdelkov, kar pomeni letno proizvodnjo 34 milijonov N din.

Podjetje izdeluje predvsem izdelke na štancah. Orodja za kabselske čevlje so še starejše konstrukcije. Rezilni deli so izdelani iz Č. 4750. To ni prednostno tipiziran material, ki pa ga naša tipizacija še priporoča. Ostali nerezilni deli so izdelani iz konstrukcijskega jekla Č. 0300. Kabselske čevlje izdelujejo v več fazah dela, pri čemer uporabljajo za drugo in tretjo fazo samo eno orodje, ker se premer ne spreminja. Ta orodja so prav tako narejena iz kvalitetnega jekla Č. 4750, čeprav so zelo malo obremenjena. Pri štancaanju kabselskih čevljev bi bilo mogoče uporabljati kombinirano orodje. Za nekaj velikosti uporabljajo kombinirano orodje že danes, vendar bi se ga verjetno dalo uporabljati še v več primerih. Izdelava bi bila cenejša, vendar je za to potreben začetni investicijski kapital, ki ga podjetje žal ne premore. To smo že tudi izračunali [2].

Kadar želimo dobiti vpogled v porabo posameznega orodja, je najbolje, če si ogledamo letno porabo. Zato smo naredili pregled porabe orodnega materiala v letu 1972. Seznam porabljenega materiala prikazuje tabela 2 in 3 [2]. Iz njiju je razvidno, da je bila poraba majhna. Tabeli pa nista popolni, ker lastne orodjarne predvsem popravljajo stara orodja, nekatera nova orodja pa izdelujejo za Mehaniko tuje orodjarne po naročilu. V drugi koloni obeh tabel je naveden material po označbi izdelovalca, v tretji koloni je navedena označba materiala po JUS, v četrti dimenzija in v peti količina. Tabela 2 prikazuje porabljen palični material za prebijače, tabela 3 pa porabljen material za rezilne plošče. Iz obeh tabel vidimo, da je bila v preteklem letu izbira materialov za novo orodje pravilna. Morali pa bi zamenjati uvoženi material z domačim. Jeklo Poldi 2002 bi se dalo zamenjati s Č. 4150.

Za manj obremenjena orodja, kakor so orodja za prvo in drugo krivljenje, bi lahko uporabljali material Č. 1941, ki je prednostno tipizirano ogljikovo jeklo. Ta vrsta bi ustrezala zato, ker orodje ni obremenjeno preveč in niti ne reže.

Navedli smo že, da uporablja tovarna razmeroma malo kombiniranih orodij. Razlog je tudi v tem, da proizvodnja ni tako velika in imajo orodja razmeroma dolgo življenjsko dobo. Neekonomično bi bilo takoj zavreči stara orodja in jih zamenjati z novimi, dokler pač še lahko delamo s starimi orodji. Vsa novo konstruirana orodja pa bo treba izdelati iz prednostno tipiziranega jekla in je za to najboljše jeklo Č. 4650. Pri štancaanju elementov za ključavnice uporabljajo štanice iz materiala Č. 4750. To jeklo je sicer tipizirano, a ga predlog prednostno ne priporoča. Kadar bodo štanice izrabljene, ga bodo lahko nadomestili s tipiziranim jeklom Č. 4650. Vsa Poldijeva jekla bi lahko nadomestili z domačimi. To je razvidno že iz obeh tabel 2 in 3. Problem pri nabavi domačega jekla pa je v dolgih dobavnih rokih, ker so porabljene količine zelo majhne in železarna ne more imeti jekla na zalogi za tako majhne količine. Zato zbira naročila toliko časa, da ima izpolnjeno šaržo. Morda bi veljalo v železarni premisliti ali je sploh vredno določena jekla izdelovati ali pa jih rajši uvažati, da bi bile količine preostalih jekel, ki so pretežno v uporabi, lahko večje in s tem proizvodnja cenejša. Ne smemo pozabljati, da so posamezni uvoženi materiali lahko cenejši od domačih. Cene pač niso odvisne samo od gospodarskih pogojev in danih okoliščin nabave potrebnega reprodukcijskega materiala, ampak tudi od velikosti porabe, ki v nekaterih primerih res ne zadošča za rentabilnost, pa čeprav obravnavamo porabo v celotni državi. Jeklo Poldi

2002 extra ima po JUS označbo Č. 4750. Tega naša tipizacija ne priporoča, lahko bi ga pa nadomestili z jeklom Č. 4650.

Pri vsem tem moramo ugotoviti, da predložena tipizacija strokovno ni najboljša rešitev. Jekli OCR 12 extra in OCR 12 special bi lahko nadomestili z jeklom OCR 12 VM, ki ustreza obema kvalitetama in obenem omogoča tudi nitriranje. Lahko pa bi proučili še, če zadošča že tudi material OCR 12 (Č. 4145), ki je manj kvaliteten, a prednostno tipiziran.

Prav tako bi bilo bolje, da bi namesto raznih hitroreznih jekel BR vzeli jeklo BRU (Č. 9783), ki je univerzalno, in bi s tem omogočili povečanje izdelavne količine v železarnah.

Pri pregledovanju možnosti skrajitve in tipizacije dimenzij smo lahko ugotovili, da bi se nekatere dimenzije materiala sicer lahko združile. Vendar bi bilo treba zaradi majhne porabljene količine vsako tako združitev posebej proučiti in ugotoviti, če le ni bolje ostati še naprej pri uvozu.

4. SKLEP

Iz vsega navedenega lahko sklenemo, da bistvo problema ni samo v tipizaciji kvalitete in dimenzij materiala, temveč je glavni problem dobava v želenem roku. Prav tako je problem za železarno, da ima dovolj naročil, da lahko v ustreznem roku izdela res ekonomske količine potrebnih jekel. Za velike tovarne to res ni težavno, ker se lahko vselej prilagodijo priporočenim vrstam in dimenzijam materiala. Že kratek vpogled v manjšo tovarno pa kaže, da problematika tam ni tako preprosta in je samo eno podjetje ne more reševati. Treba bi bilo stalno družiti in analizirati vse letno porabljene količine v državi in pri tem izločati vse tiste vrste materiala, ki bi jih lahko nadomestili z drugimi, in tako večati šarže v železarnah. Zavedamo se, da je ta preizkusni test v tovarni Mehanika v Trbovljah samo kapljica v morje, ki danih razmer takoj ne more spremeniti. Ni pa odveč, da si enkrat ustvarimo vsaj pravo sliko o tem, kaj imamo, kaj lahko in kaj bi lahko in kaj naj dejansko naredimo. Bralcu tega prispevka posebej priporočamo, da si ogleda priporočeno delo METALBIRO-ja in se skuša pri svojem nadaljnjem delu primerno orientirati, ker bo s tem lahko pomagal sebi in tudi železarnam, prav tako pa si lahko pomagal z domačim delom »Tipizirana jekla«, ki je bilo že pred leti objavljeno v slovenščini in je obravnavalo tipizacijo v Sloveniji [3].

LITERATURA

- [1] Tipizacija čelika u SFRJ, METALBIRO Zagreb, 1973.
- [2] Polc, Toš: Zaključna naloga, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 1973.
- [3] Omerza, Z. in sodelavci: Tipizirana jekla, Gospodarska zbornica SRS, Ljubljana, 1966.