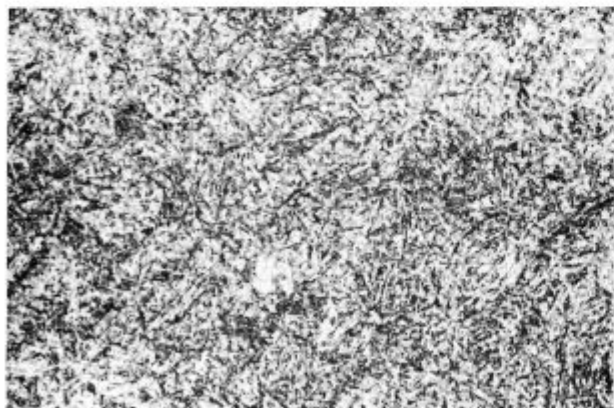


Nova vrsta valjev za vroče valjanje v valjarnah pločevine

Avstrijska tovarna VÖEST (Vereinigte österreichische Eisen- und Stahlwerke) v Linzu je začela izdelovati po posebnem postopku novo vrsto valjev za vroče valjanje. Postopek je prijavljen za patentiranje v 13 deželah, v nadaljnjih 10 pa že zaščiten s patentom.

Gre za kovane valje iz legiranega jekla (krom-molibden-vanadij), katerih površina je plamensko ali indukcijsko kaljena. Po kovanju s stopnjo preoblikovanja najmanj 3 do 4 krat surove valje najprej normaliziramo, potem pa še mehko žarimo. Sledi prvo struženje in preiskava notranjih napak z ultrazvokom, nato pa poboljšanje na trdnost 90—105 kp/mm². Valje segrevamo v posebni peči polagoma in enakomerno do 940° C. Iz te temperature, ki ustreza njihovi kemični sestavi, valje kalimo na zraku in takoj nato popuščamo v posebni peči pri 620° C. Tako poboljšane valje zopet preiskujemo z ultrazvokom, nazadnje pa opravimo končno struženje na željeno dimenzijo. Potem se začne najtežja operacija v izdelovanju valjev, namreč utrjevanje delovne površine, in kolikor je potrebno, utrjevanje površine valjevega vrha. V smislu iznajdbe vršimo segrevanje do temperature kaljenja bodisi z gorilcem in mešanico plina-kisika, ali indukcijsko po postopku kroženje — pomik. Hladimo z vodo, čeprav bi se lahko na temelju kemične sestave sklepalo, da je treba kaliti to jeklo na zraku. Površinsko kaljene valje popustimo, glede na uporabo, na površinsko trdoto 70 do 85 Shore — D, kar ustreza približno 65 do 80 Shore — C ali 420 do 600 HV.



Slika 1

Mikrostruktura plamensko kaljenega kovanega valja za vroče valjanje s tovarniško oznako »GSL 3« (150 ×)

Popuščanje izvršimo na 325—525° C. Po tretjem preskušanju z ultrazvokom sledi zadnja operacija, brušenje na končne dimenzije. Struktura tako toplotno obdelanega valja je zelo fina in homogena, kar lahko vidimo na sliki 1.

Takšne valje so prvič uporabili v valjarnah aluminija in barvastih kovin. Doseženi uspehi so bili izredno zadovoljivi tako po kakovosti kot v gospodarnosti. Zaradi preskušanja uporabnosti novih VÖEST-ovih valjev za valjanje plemenitih jekel, so bili izvršeni poskusi pri enem najbolj znanih proizvajalcev takšnih jekel. Gre za podjetje SCHÖLLER — BLECKMANN STAHLWERKE A. G., v katerega valjarni za vroče valjanje Mürrzuschlag — Hönigsberg so izvršili v oktobru 1964 poskusna valjanja. Sklenjeno je bilo uporabiti mehansko najteže obremenjeno opremo, popolnoma mehansirano ogrodje duo novejšje konstrukcije.

Podatki o ogrodju so sledeči:

- enosmeren duo (Überhebe-duo) tipa SCHLOEMANN, leto izdelave 1952, s pomičnimi podporniki za valje
- zgornji in spodnji valj s pogonom, 680 KM asinhron
- maksimalni pritisk valja 1400 t, mehansko uravnavanje
- hitrost valja 1,25 m/sek
- drsni ležaji iz brona, mazanje z maščobo za vroče valje
- hlajenje s čisto vodo.

Mere valjev:

- premer 800 mm
- najmanjši še uporabni premer valjeve delovne ploskve 740 mm
- spremenljiva dolžina valja 1350 oz. 1500 oz. 2000 mm
- vsekupna dolžina valja 2950 oz. 3100 oz. 3600
- ležajni vrh Ø 600 × 500 mm dolžine
- vrh spojnika 480/380 mm Ø × 300 mm dolžine
- teža posameznega valja 8240 oz. 8740 oz. 8935 kg

Naprava služi izključno za dokončno valjanje pločevin iz nerjavnih, v kislini in ognju odpornih

kromovih in krom-nikljevih jekel. Znatni del odpade na feritna in polferitna jekla. Takšna so n. pr. proti ognju odporna, legirana z 25 % kroma, aluminijem in silicijem, kakršna uporabljajo pretežno za izdelovanje jedilnega pribora.

Predvaljane kose (Sturzen) segrevamo na 850—950°C v peči, kurjeni z zemeljskim plinom, nato jih valjamo bodisi na končno debelino ali na srednjo mero pred hladnim valjanjem. Da bi bila končna temperatura valjanja pod rekristalizacijsko dotičnega materiala, moramo uporabiti visoke pritiskne valjev, s čimer dosežemo drobnostno strukturo. Temu primerno so valji podvrženi velikim mehanskim obremenitvam. Posebno feritna jekla imajo neugodno lastnost, da se sprijemljejo na valje.

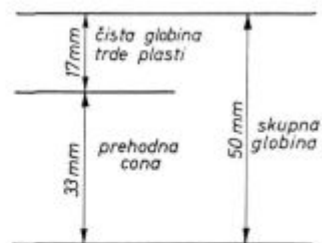
Ta pojav je odvisen od raznih faktorjev, katere je med drugim mogoče preprečiti tako, da držimo površino valja pri intenzivnem hlajenju z vodo na razmeroma nizki temperaturi. Zaradi obilnega dotoka vode, temperatura valja ne presega 80—90°C. Neposredno na zunanji površini valja se dosega za kratek čas tudi precej višje, »kontaktna« temperatura, katerih žal ni mogoče izmeriti. Računsko dosežejo vrednosti 420—470°C.

Na opisani napravi so se prej uporabljali izključno valji iz trde litine, katerih površinska trdota je znašala okoli 60—70 Shore D.

Tipična kemijska sestava je bila naslednja:

% C	% Si	% P	% S	% Mo	% Mn
3,2	0,65	0,5	0,09	0,3	0,5

Nesporne prednosti valjev iz trde litine so niska cena, lepa, proti obrabi odporna površina, ki daje gladke pločevine. Toda njihov usodni nedostatek je, da so velikokrat že od ulivanja, še bolje rečeno od strditve, obremenjeni z zelo močnimi notranjimi napetostmi. Izdelovanje valjev iz trde litine popolnoma enake kakovosti je namreč zelo težavno: sestavljeni so iz dveh bistveno popolnoma različnih materialov. Na grobo povedano, iz bele litine v zunanji coni in sive litine v jedru. Pri proizvodnji je razen kemijske sestave predvsem pomembno oblikovanje zunanje bele plasti (brez grafita!). Zlasti je treba držati v zelo tesnih mejah globino te trde zunanje plasti (slika 2). Kolikor je trda bela plast premajhna, se zmanjšuje trajnost valja, ker po obrabi bele zunanje plasti ostanejo grafitne lamele melirane prehodne cone. Zaradi tega postane površina valja porozna, pločevine nečiste in hrapave. Kolikor pa je bela plast prevelika, skokovito naraščajo že same po sebi velike notranje napetosti, ki povzročajo zlome valjev. V praksi se je pokazalo, da so globine bele plasti nad 25 mm posebno nevarne. Mikrostrukturo zunanje plasti valja iz trde litine kaže slika 3. Če sama po sebi je heterogena in groba, kar se zlasti jasno pokaže pri primerjavi s sliko 1.

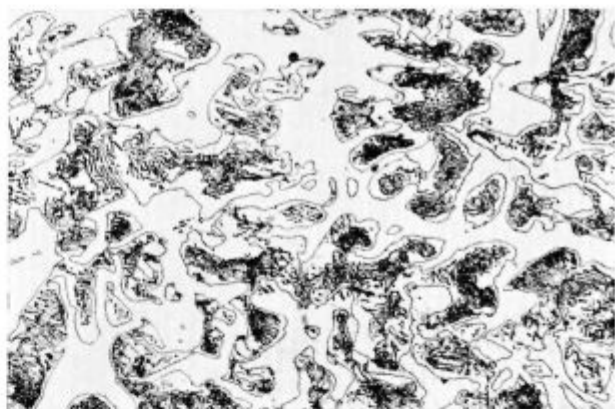


Slika 2

Čista globina trde plasti, prehodna cona in skupna globina na valju iz trde litine (naravna velikost)

Ti prvotno uporabljani valji iz trde litine, ki so se sicer dobro obnesli v valjarnah pločevin, niso zadovoljili pri valjanju na prej opisanem ogrodju v primerih valjanja z visokimi pritiski (700 t na vreteno) z 1350 mm širokimi valji in vodnim hlajenjem. Po kratkem času se je luščila periferna plast, tako so valji postali neuporabni.

Po tabeli 1 je znašala poprečna doba trajanja samo 46,5 izmen po 8 ur in noben valj se ni dal izkoristiti do najmanjšega mogočega premera 740 mm.



Slika 3

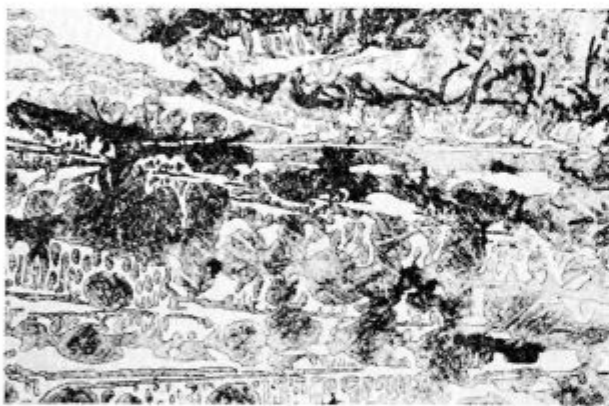
Mikrostruktura valja iz trde litine (150 ×)

Veliko nagnjenje k razpokam je bilo leta 1957 vzrok za prehod od valjev iz trde litine — kljub nizki ceni in dobri površini — na valje »Indefinite«. Kot je znano, so ti valji iz nekoliko bolj legiranega litega železa z lamelnim grafitom. Proizvajajo jih z ulivanjem v kokile, njihova struktura pa je bainitno martenzitna. Značilno je, da vsebuje zunanja plast valja še manj delcev grafita (primerjaj sliko 4), in da je prehod od trde zunanje plasti do mehkega jedra mnogo blažji kot pri valjih iz trde litine. Pomembno je, da je treba valje Indefinite v vsakem primeru termično obdelati, to se pravi, podvreči dolgotrajnemu žarenju v predstruženem stanju.



Tabela 1 — Podatki o vseh do sedaj uporabljenih valjih iz trde litine

Valj št.	Proizvajalec	Datum vgraditve		Število vgraditev	Število delovnih izmen po 8 h	Dolžina delovne površine	Premer valja v mm		Obrušeno od premera v mm	Poprečno zmanjšanje premera pri brušenju	Izvršeno delovnih izmen po vgraditvi			Razlog za odstranitev iz proiz.	
		prvi	zadnji				prva vgraditev	zadnja vgraditev			minimum	maksimum	poprečje		
76	A	5. 8. 61	15. 8. 62	5	36,5	1350	800,0				5,0	10,0	7,3	razpokan	
75	A	5. 8. 61	3. 7. 63	6	39,5	1350	800,0				3,0	10,0	6,6		
22044	B	16. 9. 63	9. 3. 64	4	31,0	1350	800,0				4,0	14,0	7,8		
21967	B	16. 9. 63	9. 3. 64	4	31,0	1350	800,0				4,0	14,0	7,8		
1670	C	15. 1. 59	1. 4. 59	5	37,5	1350	800,0				3,5	10,0	7,5		
1696	C	15. 1. 59	1. 4. 59	5	37,5	1350	800,0				3,5	10,0	7,5		
200546	D	10. 1. 57	9. 11. 59	9	99,0	1350	800,0				6,5	20,0	11,0		
200735	D	10. 1. 57	25. 4. 59	5	60,0	1350	800,0				6,5	20,0	12,0		
					372,0										
					Ø 46,5										



Slika 4

Mikrostruktura INDEFINITE valja v zunanji plasti (150×)

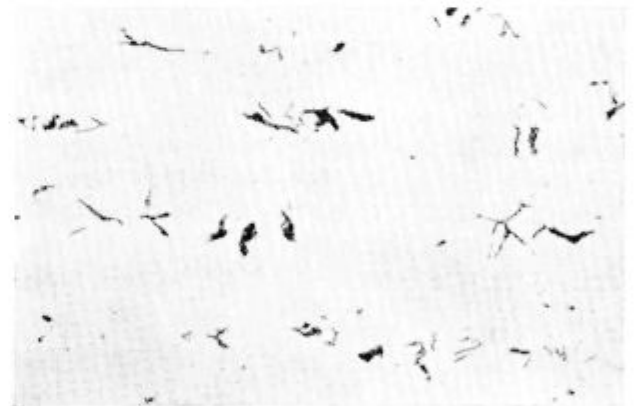
Tipična sestava valja Indefinite bi bila sledeča:

% C	% Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ni
3,2	0,9	0,5	0,9	0,3	2,5

Površinska trdota znaša povprečno 65—70 Shore D. Podatki o vseh valjih Indefinite, ki so bili uporabljeni na zgoraj opisanem valjarniškem ogrodju, so navedeni na tabeli 2.

Na splošno je bila dosežena nekoliko daljša doba trajanja, povprečno 69 delovnih izmen po 8 ur, kot je bila pri valjih iz trde litine (povprečno 46,5 delovnih izmen). To pa zato, ker so valji Indefinite zaradi blažjega prehoda trdote med trdo zunanjo plastjo in mehkim jedrom manj podvrženi luščenju. Glede na površinsko trdoto se je pokazalo, da so valji Indefinite zaradi navzočnosti

grafita nekoliko mehkejši kot valji iz trde litine in da so vroče valjane pločevine nekoliko bolj hrapave. Tako uliti valji kot valji Indefinite imajo heterogeno, grobo strukturo. (Primerjaj sliko 5 s sliko 1).



Slika 5

Razdelitev grafita v zunanji plasti INDEFINITE valja s slike 4 (nejedkano, 150×)

V zadnjih letih je VöEST v Linzu uvedla novo vrsto površinsko utrjenih valjev s tovarniško označbo »GSL 3«.

Prvi par te vrste je bil dobavljen 23. 9. 1964 s površinsko trdoto 75 Shore (dolžina delovne ploskve 1350 mm, premer 800 mm, skupna dolžina 2950 mm, teža 8240 kg). Cena tega para je 1,9 višja kot za valje Indefinite, razen tega je šlo za prvo izvedbo za to ogrodje, zato je bila določena sledeča jamstvena klavzula:

»Valji veljajo za polnovredne, če dosežejo 100 delovnih izmen po 8 ur. V tem primeru je plačati

Tabela 2 — Podatki o vseh do sedaj uporabljenih INDEFINITE valjih

Valj št.	Proizvajalec	Datum vgraditve		Število vgraditev	Število delovnih izmen po 8h	Dolžina delovne površine	Premer valja v mm		Obrušeno od premera v mm		Poprečno zmanjšanje premera pri brušenju			Izvršeno delovnih izmen pri vgraditvi		Razlog za odstranitev iz proiz.
		prvi	zadnji				prva vgraditev	zadnja vgraditev	produktivno	neproduktivno	skupaj	produktivno	neproduktivno	minimum	maksimum	
15080	E	25. 7. 57	15. 4. 61	11	82,0	1350	804.84						3,5	14,0	7,5	razpokan in hrapav
15081	E	25. 7. 57	14. 7. 60	7	64,0	1350	804.75	794.00		10,75	1,53	4,0	14,0	9,1	razpokan in hrapav	
17705	E	20. 1. 61	28. 8. 64	10	55,5	1350	800.91					1,0	11,0	5,6	razpokan in hrapav	
17706	E	20. 1. 61	28. 8. 64	10	55,5	1350	800.53					1,0	11,0	5,6	razpokan in hrapav	
19934	E	4. 11. 61	31. 8. 63	9	66,0	1350	800.53					2,0	16,5	7,3	razpokan in hrapav	
19935	E	4. 11. 61	31. 8. 63	9	66,0	1350	802.50					2,0	16,5	7,3	razpokan in hrapav	
28581	E	9. 9. 65	26. 2. 66	10	59,0	1500	799.15	165.17		33,98	3,40	4,0	18,5	5,9	razpokan in hrapav	
25700	E	19. 8. 65	9. 9. 65	2	6,0	1500	801.40					6,0	3,0		počen	
26005	E	19. 8. 65	26. 2. 66	11	65,0	1500	800.88	764.60		36,28	3,29	4,0	8,5	5,9	razpokan	
25499	E	18. 12. 63	30. 7. 66	14	104,0	1500	803,67	767.57		36,10	2,58	3,0	15,0	7,4	samo en valj zato neuporaben	
25500	E	18. 12. 63	30. 7. 66	14	104,0	1500	804,00	776.30		27,70	1,89	3,0	15,0	7,4	razpokan	
22530	E	24. 12. 62	13. 4. 63	5	52,0	1500	796.10					6,0	19,0	10,4	razpokan in porozen	
22531	E	24. 12. 62	13. 4. 63	5	52,0	1500	798.38					6,0	19,0	10,4	porozen	
16829	E	10. 9. 60	22. 9. 62	11	100,5	1500	804,50					5,0	16,0	9,1	razpokan	
16830	E	10. 9. 60	22. 9. 62	11	100,5	1500	803,10					5,0	16,0	9,1	razpokan	
							1032,0									
							∅ 68,7									

polno ceno valjev Indefinite. Kolikor bi dosegli manj, se prizna pri ceni alikvotni popust. Če se doseže več kot 150 pogonskih izmen, je plačati alikvotno višjo ceno vse do višine dogovorjene cene».

S to klavzulo naj bi se na eni strani spodbudili prvi poskusi z novimi valji VÖEST na tem področju, na drugi strani pa rešila valjarna s poskusom zvezanega rizika. Prvo valjanje je bilo 9. 10. 1964. Od tedaj je obnašanje valjev pod stalnim nadzorstvom. Do 15. 10. 1967 je par izvršil že 257 delovnih izmen v teku 43 vgraditev. Medtem se je zaradi obrabe zmanjšal premer valja od 860 na 765 mm. Zmanjšanje premera na eno vgraditev je znašalo

vsega 0,83 oziroma 0,82 mm. Kljub temu je ostala površinska trdota enaka, namreč 75 Shore — D. Površina valja je bila malenkostno slabša kot površina prvotno uporabljenih valjev iz trde litine, toda v primerjavi z neposredno pred tem uporabljenimi valji Indefinite popolnoma istovetna.

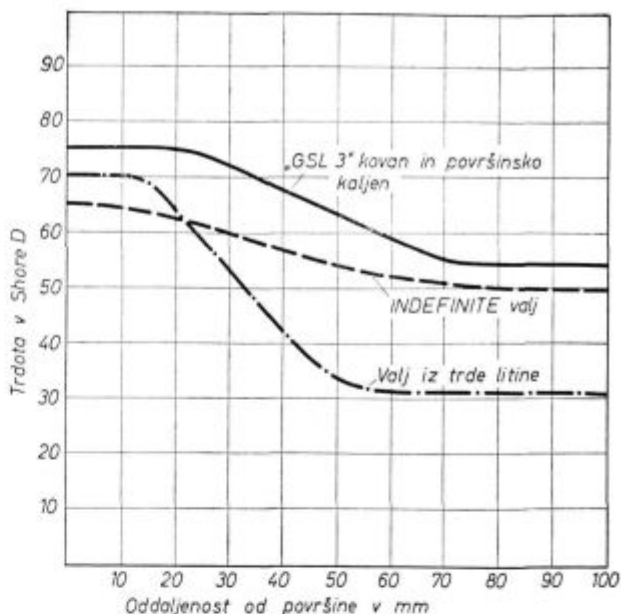
Novi VÖEST-ovi valji kvalitete »GSL 3« so se pokazali, kljub 1,9-krat višji ceni proti valjem Indefinite, izredno ekonomični, ker je že do sedaj dosežena 4-krat daljša doba trajanja. Par valjev je še zdaj v pogonu in bo verjetno dosegel okoli 450 izmen do najmanjšega mogočega premera valja 740 mm (začetni premer 800 mm), in sicer brez

vsakega naknadnega posega. O končnih rezultatih bomo poročali pozneje na tem mestu. Isto velja tudi za drugi, naknadno dobavljeni par valjev iste kvalitete, ki pa ima daljšo delovno ploskev (1500 milimetrov) in je v uporabi od aprila 1967. Do sedaj je ta par pokazal prav tako dobre rezultate kot prvi.

Izvanredno dobri rezultati valjanja feritičnih in polferitičnih nerjavnih jekel so nas navedli na to da bi s prvim parom VöEST - valjev valjali tudi visokolegirana, v ognju odporna jekla, npr. z 40 % Ni. Ta jekla z visoko preoblikovalno odpornostjo povzročajo pri valjanju razen mehanskih obremenitev tudi precej večje toplotne obremenitve kot nerjaveča jekla za jedilni pribor, ker je temperatura valjanja znatno višja in sicer okoli 1100° C. Kolikor je mogoče presoditi do sedaj, so valji VöEST dorasli tudi tem povečanim zahtevam, o čemer bomo na tem mestu poročali pozneje.

Površinsko utrjeni valji VöEST za vroče valjanje iz kovanega jekla so zaradi posebnega načina izdelave popolnoma varni pred zlomom valja in vrha. Doslej nismo opazili niti luščenja površinske plasti, kar je mogoče pojasniti z izredno fino in homogeno mikrostrukturo (slika 1) in pa zaradi blagega prehoda trdote od površine proti jedru (slika 6).

Doslej se niso pokazale niti zloglasne mrežaste razpoke, ki nastanejo zaradi povišane temperature. Kvaliteta površine valjev za opisane namene je zadovoljiva. Predvsem so valji do najmanjšega mogočega premera popolnoma brez por, v čemer se razlikujejo od valjev Indefinite in valjev iz trde litine. Nadaljnja prednost je ta, da lahko vrh doseže isto površinsko trdoto kot delovna ploskev, kar utegne biti odločilnega pomena pri drsnih ležajih, zlasti tistih iz plastične snovi. Izrabljeni



Slika 6

Krivulje trdot (shematsko) treh vrst valjev za vroče valjanje

valji se lahko z naknadnim kaljenjem zopet usposobijo za rabo. Prav tako se lahko s struženjem in naknadnim kaljenjem predelajo na manjše valje. Nazadnje VöEST-ovi valji za vroče valjanje ne zahtevajo takšne pozornosti pri predgrevanju kot valji Indefinite ali iz trde litine, ker niso podvrženi lomu, kar se pokaže v povečani proizvodnji. Višja nabavna cena je spričo večje trajnosti več kot izenačena. VöEST-ovi valji so se pokazali daleč bolj ekonomični kot vsi drugi valji, ki so bili uporabljeni na opisanem ogrođju.

ZUSAMMENFASSUNG

Die österreichische Firma VÖEST begann nach einem Sonderverfahren mit der Produktion einer neuen Walzensorte für das Warmwalzen von Blechen. Das Verfahren ist in zehn Ländern durch den Patent geschützt und in dreizehn weiteren Ländern sind die Patente angemeldet.

Es handelt sich um die geschmiedeten Walzen aus legiertem Cr, Mo, V Stahl, dessen Oberfläche durch eine Induktions- oder Flammenhärtung vergütet ist. Dem Schmieden folgt eine Reihe der Wärmebehandlungen und Ultraschallprüfungen. Nach dem Oberflächenhärten, Anlassen und der letzten Ultraschallkontrolle werden die Walzen auf das Endmass geschliffen.

Die ersten Versuche mit diesen Walzen wurden bei der Firma Schöeller-Bleckman Stahlwerke A. G. durchgeführt. Der Preis dieser Walzen ist in Vergleich zu den INDEFINITE Walzen, welche früher gebraucht wurden, um 1,9-fach grösser.

Schon bis zu dieser Zeit wurde eine viermal längere Lebensdauer dieser Walzen erzielt. Der erste Paar dieser Walzen wird wahrscheinlich etwa 450 Arbeitsschichten aus-

dauern. Nachträglich wurde noch ein Paar Walzen derselben Qualität aber grösserer Breite (1500 mm) geliefert. Soviel es jetzt zu schätzen ist, sind die VÖEST Walzen auch diesen höheren Anforderungen gewachsen, worüber später noch berichtet wird.

Bis jetzt konnte kein Schälen der oberen Schichte bemerkt werden, was sich mit einer ausserordentlich feinen und homogenen Mikrostruktur und einem milden Übergang der Härte von der Oberfläche in der Kern erklären lässt. Auch die Netzartigen Risse, welche durch die hohe Temperatur verursacht werden sind nicht aufgetreten. Die Walzen sind bis zu dem kleinst möglichen Durchmesser an der Oberfläche porenfrei. Die abgenutzten Walzen können durch ein wiederholtes Härten wieder brauchbar gemacht werden. Beim Vorwärmen verlangen diese Walzen auch nicht eine solche Aufmerksamkeit wie die Walzen Indefinite oder die Hartgusswalzen. Die VÖEST Walzen haben sich ökonomisch als weit besser bewiesen als alle bisher benutzten Walzen.

SUMMARY

Austrian firm VÖEST (Vereinigte österreichische Eisen und Stahlwerke) in Linz has started to produce a new type of rolls for hot rolling of plates. The new process is protected by a patent already in 10 countries, and in other 13 countries taking out a patent is announced.

Forged rolls, made of alloyed steel (Cr, Mo, V), whose surface was hardened by flame or induction heat treatment, are discussed. Forging is followed by series of heat treatments and ultrasonic examinations. After surface hardening, tempering, and final ultrasonic examination, the rolls are ground to final dimensions.

The first experiments with this type of rolls were carried out in Schoeller-Bleckmann Stahlwerke A. G. The price of these rolls is 1.9 times higher than that of INDEFINITE rolls which have been used before. On the other hand, the lifetime of the new rolls has been 4 times

longer already till now. The first pair of rolls stayed till now about 450 working shifts. Another pair of rolls was ordered, of the same quality, but wider (1500 mm). As far as it can be seen, the VÖEST rolls are capable to cope with these higher demands as well.

Until now no spalling was noticed, what can be explained by an extremely fine and homogeneous microstructure, and a gentle transition of hardness from the surface to the core. Also netted cracks, which are caused by high temperature, have not been noticed. Rolls, down to the smallest possible radius, were without any surface pores. Worn out rolls can be repaired by rehardening. At preheating the rolls do not demand such attention as the INDEFINITE or the hard cast rolls. The VÖEST rolls appeared to be far more economical than any other rolls which have been used before.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Австрийский металлургический завод VÖEST (Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke) в Линце приступил к изготовлению специальным способом нового сорта валков для горячей прокатки листов. Способ заявлен на патентирование в 13 странах а в 10 странах уже запатентован.

Это кованные валки из легированной стали (CrMoV). Поверхность валков подвергается пламенной или индуктивной закалке. После кования следует термическая обработка и ультразвуковая проверка. По поверхностной закалке, отпуска и последнего контроля с ультразвуком следует шлифовка валка.

Первая опытная прокатка с этими валками была выполнена в металлургическом заводе Schoeller-Bleckmann Stahlwerke A. G. (Австрия). Продажная цена этих валков 1.9 раз выше валков сорта Indefinite, но зато ихняя прочность и износоустойчивость 4 раза лучше валков, которые употреблялись в упомянутом заводе. Первый пар валков возможно выдержит 3640 ч. прокатки. В завод доставлен ещё один пар валков этого типа ширины т. е. диаметра

1500 мм. Можно ожидать, что валки этого сорта металла завода V Ö E S T выполнят также повышенные требования, о чём будет сообщено позже.

При этом сорте валков пока не замечено выкрашивание поверхности бочки; это объясняется весьма мелкозернистой и однородной микроструктурой а также очень медленным падением твёрдости по мере перехода от поверхности к центру валка. Также не замечены трещины в форме сетки, появление которых в связи с высокой темп-ой проката. На бочке этих валков даже возможно самого малого диаметра не обнаруживаются газовые раковины.

Расходование валки можно после вторичной закалке взять снова в использование. Эти валки не требуют также такого ухода при подогревании как это случай при сорте Indefinite или с валками из отбеленного чугуна. Валки завода VÖEST оказались пока наиболее экономическими среди до сих пор употребляемых валков.