

Ventilska jekla

Ivan Kos

1. UVOD

Dotok sveže mešanice goriva in zraka v oto motorjih ter zraka v dizel motorjih in odvod izpušnih plinov iz cilindra je največkrat omogočen preko ventilov.

Za izdelavo ventilov se uporabljajo jekla, ki smo jih v ŽR uvrstili v skupino KONSTRUKCIJSKIH JEKEL ZA POSEBNE NAMENE, to so VENTILSKA JEKLA.

Ventili so toplotno zelo obremenjeni strojni deli in hkrati močno izpostavljeni agresivni atmosferi plinov. Zaradi tega izbiramo za njihovo izdelavo kvalitetna jekla, legirana z elementi, ki jim med delovanjem zagotavljajo več uporabnih lastnosti.

S tem sestavkom želimo predstaviti nekatera ventilska jekla z njihovimi značilnostmi:

- a) uporabnost,
- b) kemična sestava,
- c) struktura,
- d) mehanske lastnosti.

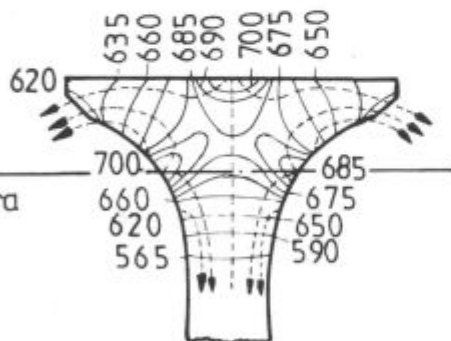
2. UPORABNOST IN NEKATERE SPLOŠNE ZNAČILNOSTI VENTILSKIH JEKEL

Po namenu uporabe delimo ventile na:

1. sesalne ventile,
2. izpušne ventile.

Sesalni ventili so manj toplotno obremenjeni. Izdelujemo jih iz manj legiranih jekel, lahko tudi iz nekaterih jekel za poboljšanje, saj se njihova delovna temperatura suče okrog 500°C. Omeniti moramo tudi dejstvo, da so med delovanjem intenzivno hlajeni s svežo mešanico goriva in zraka.

Nasprotno pa za izpušne ventile lahko ugotovimo, da so toplotno izredno močno obremenjeni. Njihova delovna temperatura se giblje med 600 in 800°C, zato morajo biti izdelani iz visoko kvalitetnih jekel, ki so močno legirana in imajo stabilne strukturne faze tudi pri teh temperaturah.



Slika 1
Razporeditev temperatur na glavi ventila

Na sliki 1 je prikazana razporeditev temperatur na glavi ventila.

Oto bencinski motorji so temperaturno močnejše obremenjeni kot dizel motorji.

S slike tudi vidimo, kako poteka odvajanje toplote na ventilu. Največji del toplote se odvede preko sedeža ventila, kar pomeni, da je le-tega potrebno dobro hladiti.

Letalski motorji razvijajo večje moči, zaradi česar so tudi njihovi ventili močnejše temperaturno obremenjeni. V takem primeru pa pridejo kot rešitev v poštev VOTLI VENTILI, ki imajo v stebelu in delu glave odprtino. V njej je natrij, ki izpareva že pri 97°C ter tako intenzivno ohladi glavo ventila tudi za 100°C.

Od ventilskih jekel pričakujemo in zahtevamo naslednje lastnosti:

1. visoka trdnost pri povišanih temperaturah,
2. obstojnost proti korozijskim vplivom Pb ter eroziji,
3. obstojnost mer pri povišanih temperaturah,
4. obstojnost na toplotne šoke,
5. dobro toplotno prevodnost,
6. stabilnost strukture pri visokih temperaturah,
7. odpornost proti obrabi,
8. enakomernost v fizikalnih lastnostih,
9. dobro obdelovalnost z mehanskim odzemanjem delavcev.

3. KEMIČNA SESTAVA RAZLIČNIH VRST VENTILSKIH JEKEL

Lastnosti ventilskih jekel, ki jih navajamo v poglavju 2, zagotavljajo določeni legirni elementi, ki karakterizirajo posamezno jeklo ali skupino jekel.

V tabeli 1 prikazujemo smerno kemično sestavo ventilskih jekel, ki jih izdelujemo v ŽR.

Skupna značilnost ventilskih jekel glede na kemično sestavo je visoka vsebnost ogljika in kroma. Ostali elementi so legirani enkrat v večjih, drugič spet v manjših količinah.

Po kemični sestavi lahko ventilska jekla razdelimo v naslednje skupine:

1. krom-silicijevo jeklo (PK8)
2. krom-nikelj-silicijevo jeklo (PK9, PK939)
3. krom-nikelj-manganova jekla (214N, 28304N, X45)

Ogljik in krom dajeta ventilskim jeklom osnovno trdnost, ki jo pri povišanih temperaturah ohranjajo še elementi: volfram, molibden in vanadij.

Za skupino krom-nikelj-manganovih jekel je značilna tudi prisotnost dušika, ki se v strukturi izloča v obliki karbonitridov, ki dajejo tem jeklom trdnost pri temperaturah nad 700°C.

Tabela 1

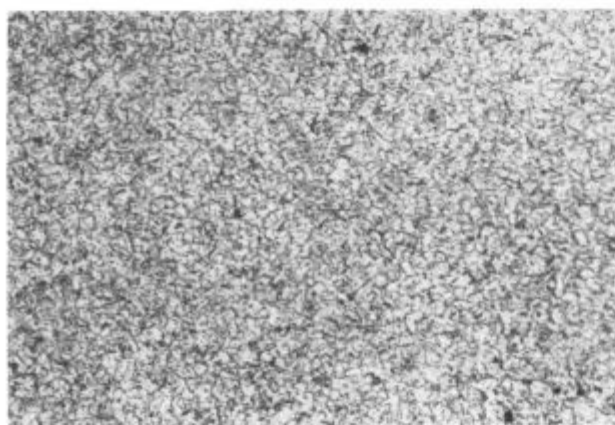
Oznaka jekla		Kemična sestava %						Oznaka po DIN
JUS	ŽR	C	Si	Mn	Cr	Ni	ostali	
Č4270	PK8	0,45	3,0	0,45	9,5			
Č4581	PK9	0,80	2,0	0,45	20,0	1,45		
Č47703	PK939	0,80	2,0	0,55	15,0	0,75	W 1,0	
Č4588	214N	0,53		9,0	21,0	3,85	Mo 1,0 N 0,44 X53CrMnNiN219	
Č4870	28304N	0,53		9,0	21,0	3,75	Nb 1,0 V 1,0 Mo 1,0; N 0,44	
Č45711	X45	0,49	2,5	1,3	18,0	9,0	W 1,1 X45CrNiW189	

4. ZNAČILNOSTI STRUKTURE

Kemična sestava jekla in njegova mikrostruktura sta tesno povezani. Ventilski jekla po strukturi delimo na:

1. nadevtektoidna jekla (PK8),
2. ledeburitna jekla (PK939, PK9)
3. avstenitna jekla (214N, 28304N, X45).

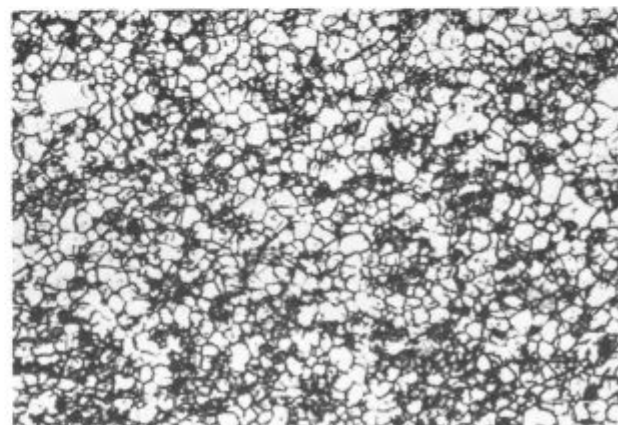
Strukture, značilne za prej našete skupine, so prikazane na slikah 2, 3 in 4.



Slika 2
Struktura nadevtektoidnega jekla PK8
Povečava: 200 ×
Jedkalo: nital



Slika 3
Struktura ledeburitnega jekla PK9
Povečava: 200 ×
Jedkalo: nital



Slika 4:
Struktura avstenitnega jekla 214N
Povečava: 200 ×
Jedkalo: nital

Prvi strukturalni tip (slika 2) je mehko žarjena struktura ferita s karbidi. Za ta tip jekla je značilno MARTENZITNO UTRJEVANJE:

Na sliki 3 imamo strukturo mehko žarjenega jekla PK9 pri 200-kratni povečavi. Značilna so feritna zrna s primarnimi, eutektskimi karbidi. Od velikosti le-teh so odvisne plastomehanske lastnosti jekla; večji so karbidi, slabše so le-te in obratno. Tudi za to vrsto jekla je značilno MARTENZITNO UTRJEVANJE.

Naslednja skupina so avstenitna jekla, za katere je značilna osnovna struktura avstenitnih zrn z manjšim ali večjim številom karbidov in karbonitridov. Ta tip jekel se utrjuje izločevalno s STARANJEM, to je z daljšim držanjem na temperaturah okrog 700°C.

5. MEHANSKE LASTNOSTI PRI SOBNI IN POVIŠANIH TEMPERATURAH

Mehanske lastnosti ventilskih jekel prikazujemo v tabeli 2. Tabela je razdeljena na dva dela:

a) mehanske lastnosti ventilskih jekel pri sobni temperaturi,

b) natezna trdnost pri povišanih temperaturah.

Analiza mehanskih lastnosti, ki so zahtevane za ventilski jekla pri 20°C, pokaže naslednje:

— zahtevane so izredno visoke natezne trdnosti preko 1000N/mm²,

— pri vseh je določena minimalna meja plastičnosti,

— obenem pa morata biti tudi raztezek in kontrakcija v predpisanih mejah.

Tabela 2

Oznaka jekla ŽR	Toplotna obdelava	Mehanske lastnosti pri 20°C				Natezna trdnost pri temp.				
		Re (N/mm ²)	Rm (N/mm ²)	A %	Z %	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C
PK8	poboljšan	min. 685	880 1030	min. 14	min. 40	770	540	260	110	70
PK9	poboljšan	min. 685	880 1130	min. 5	min. 12	—	590	245	108	59
PK939	poboljšan	min. 785	980 1180	min. 14	min. 20	—	540	295	175	100
214N	staran	min. 590	980 1180	min. 8	min. 15	—	635	540	400	340
28304N	staran	—	max. 1250	min. 8	min. 9	—	—	835	655	450
X45	popuščan	min. 390	780 980	min. 25	min. 35	—	660	560	410	260

Opomba: mehanske lastnosti pri sobni temperaturi in povišanih temperaturah se nanašajo na končno to-

plotno obdelana stanja; katera so to, je v tabeli 2 v drugi koloni točno definirano.

Ugotovimo lahko, da zahtevamo najvišjo trdnost pri sobni temperaturi od jekla 28304N, in sicer 1250 N/mm², vsa ostala jekla pa se z natezno trdnostjo gibljejo nekje med 780 in 1180 N/mm².

S tem, ko je jeklo 28304 N najbolj trdo, ima tudi najmanjši raztezek in kontrakcijo; ta dva parametra pa imata največjo vrednost pri jeklu PK8.

Podobno primerjava za povišane temperature — to pot samo nateznih trdnosti — kaže, da ima spet najvišjo trdnost jeklo 28304 N; pri temperaturi 800°C doseže še okrog 450 N/mm². Za primerjavo pogledimo PK8, ki ima pri tej temperaturi natezno trdnost še samo 70 N/mm².

6. SKLEP

Ventilska jekla so izredno zahteven kvalitetni asortiment. Glede na njihove posebne značilnosti in zahteve se tako obnašajo tudi v fazi izdelave in plastične predelave. Ne samo, da jih spravimo skozi proizvodno pot železarne, ampak se morajo v nadaljnji predelavi enako dobro predelovati in kot končni izdelki imeti vse prej opisane lastnosti!

Literatura

Krpan — Jeraj: Laki motori, II. deo
Rodič Alenka: Sistematika in značilnosti mikrostruktur ventilskih jekel proizvodnje ŽR; R-8405.