

VEŽBA 2 – PRIBLIŽNE METODE ODREĐIVANJA VREMENA ZAGREVANJA

Kako bi se izbeglo složeno i dugotrajno računanje, u praksi se često koriste približne (iskustvene) metode određivanja vremena zagrevanja. Analitičke metode imaju nedostatak da se mogu koristiti samo za idealizovane oblike, tako da i ove metode često daju samo približne vrednosti.

Vreme zagrevanja može se približno odrediti prema

Kameničnom	Zaharovu	Vankeu (Wanke) i Šramu (Schramm)	Guljajevu	Smoljnikovu
------------	----------	----------------------------------	-----------	-------------

Određivanje prema Kameničnom

Prema Kameničnom moguće je vrlo grubo, orijentaciono određivanje vremena zagrevanja na osnovu tabele T.C.8.

Tabela C.8

Vrsta peći	Temperatura peći °C	Vreme zagrevanja za 1mm prečnika ili debljine komada u sekundama		
		Okrugao presek	Kvadratni presek	Pravougaoni presek
Električna peć	800	40-50	50-60	60-75
Naftna peć	800	35-40	45-50	55-60
Sono kupatilo	800	12-15	15-18	18-22
Olovno kupatilo	800	6-8	8-10	10-12
Sono kupatilo	1300	6-8	8-10	10-12

Navedeni podaci su bez ikakvih daljih uslova, kao što su vrsta čelika, način slaganja komada u peći, veličina peći, itd.

Određivanje prema Zaharovu

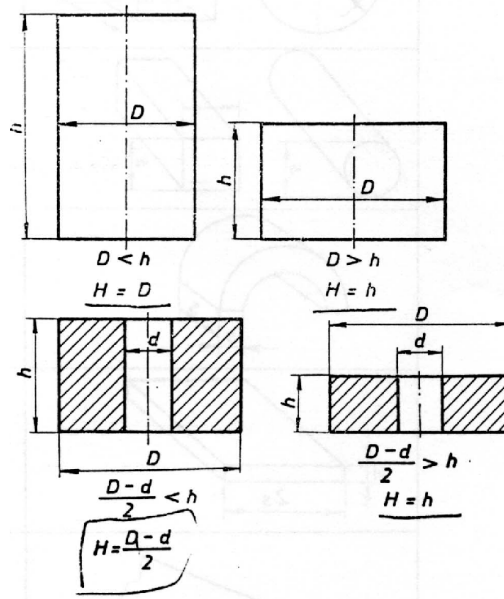
Ovaj autor daje izraze za ukupno vreme, tj vreme obuhvata vreme zagrevanja, progrevanja i vreme zadržavanja.

Za minimalno ukupno vreme pri zagrevanju za kaljenje (peć je zagrejana na temperaturu od 700 do 900 °C) Zaharov daje za male komade prostih oblika sledeće izraze	
Kod konstrukcionih ugljeničnih čelika	Kod ugljeničnih alatnih i konstrukcionih legiranih čelika
$\tau_u = 1.0 * H$	$\tau_u = 1.4 * H$

U slučaju stepenastog zagrevanja komplikovanijih komada za zagrevanje na prvi stepen (500 do 600 °C)			
Za ugljenične čelike		Za legirane čelike	
<i>Konstrukcije</i>	<i>Alatne</i>	<i>Konstrukcije</i>	<i>Alatne</i>
$\tau_u = 1.25 * H$	$\tau_u = 1.8 * H$	$\tau_u = 1.6 * H$	$\tau_u = 2.0 * H$
Za drugi stepen zagrevanja			
Za ugljenične čelike		Za legirane čelike	
$\tau_u = (0.7 \text{ do } 0.8) * H$		$\tau_u = (1.0 \text{ do } 1.2) * H$	

Za zagrevanje u sonim kupatilima Zaharov daje za ugljenične i legirane čelike pri direktnom zagrevanju na radnu temperaturu
$\tau_u = 0.35 * H$

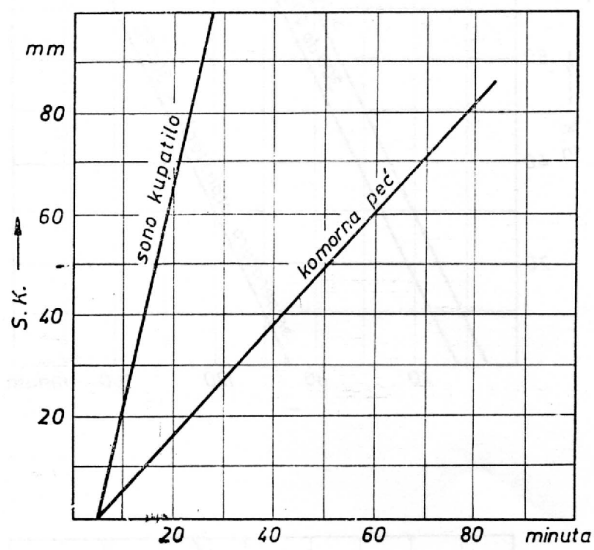
Način određivanja karakteristične dimenzije komada prikazan je na slici C.37.



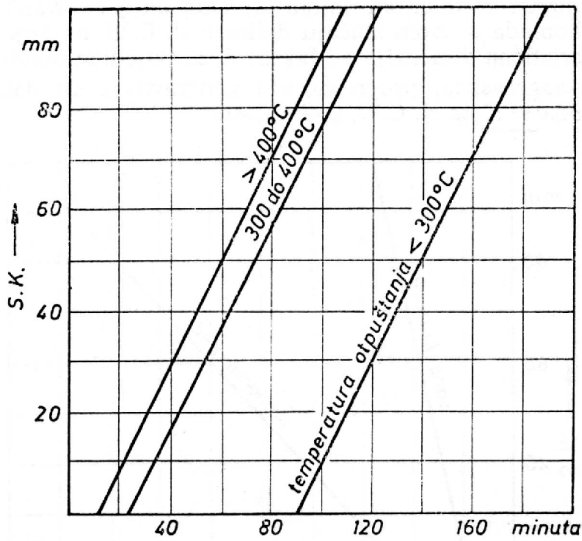
Slike C.37: Određivanje karakteristične dimenzije komada raznih oblika (H u mm)

Određivanje prema Vankeu i Šramu

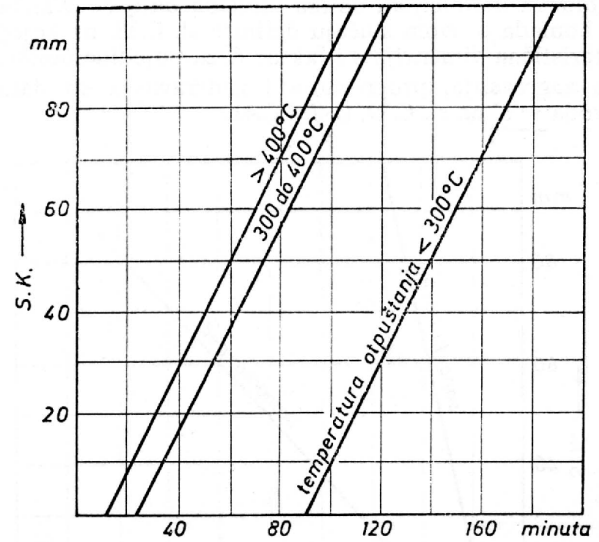
Ova dva autora daju još približniji način određivanja vremena zagrevanja. Ukupno vreme zagrevanja, progrevanja i zadržavanja određuje se na osnovu proizvoda $s \cdot k$ iz dijagrama C.39, C.40 i C.41.



Slika C.39: Ukupno vreme za normalizovanje, perlitiziranje, kaljenje, austenitiziranje, izotermno poboljšavanje i visoko žarenje.

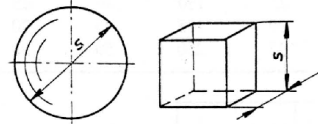
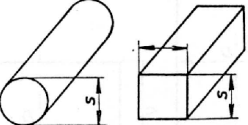
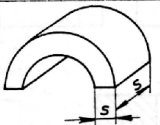
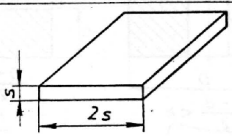
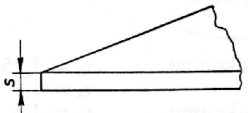
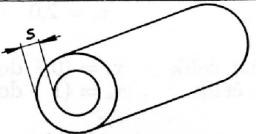


Slika C.40: Ukupno vreme za otpuštanje u pećima sa veštačkom cirkulacijom vazduha



Slika C.41: Ukupno vreme za otpuštanje u sonim kupatilima

Karakteristična dimenzija s i faktor oblika K raznih komada mogu se odrediti iz slike C.38.

Oblik i dimenzije mm	Faktor oblika K
	0,70
	1,0
	1,5
	1,5
	2,0
	2 – kratke, otvorene cevi 4 – duge, zatvorene cevi

Slika C.38: Karakteristična dimenzija s i faktor oblika K raznih komada

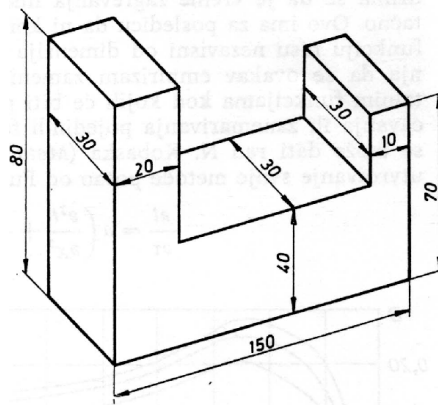
Određivanje prema Guljajevu

Koristi se sledeći izraz:

$$\tau_u = 0.1 * K_1 * K_2 * K_3 * D$$

Gde su:

D – karakteristična dimenzija komada – najmanja dimenzija u najvećem preseku komada (slika C.43)



Slika C.43 Primer za određivanje karakteristične dimenzije D

K1 – faktor oblika koji ima sledeće vrednosti

Lopta	1
Cilindar	2
Paralelopiped	2.5
Ploča	4

Faktori su dati za cilindar i paralelopiped beskonačne dužine, a za ploču beskonačne dužine i širine. Ako je odnos najveće mere prema poprečnoj manji od 2.5, faktor oblika se umanjuje množenjem sa 0.75, jer se u tim slučajevima ne može zanemariti protok kroz bazne površine.

K2 – faktor sredine

Sono kupatilo	1
Gasovita sredina	2

K3 – Faktor produžetka vremena zagrevanja – zavisi od položaja komada u peći (slika C.42)

Položaj komada u peći	K ₃	Položaj komada u peći	K ₃
	1		1
	1,4		1
 l = 0 4 l = 0,5d 2,2 l = d 2 l = 2d 1,8		 l = 0 2 l = 0,5d 1,4 l = d 1,3	

Slika C.44 Faktor produžetka vremena zagrevanja – K3

Određivanje prema Smoljnikovu

Prema ovom autoru za određivanje vremena zagrevanja koristi se sledeći izraz

$$\tau_z = m * K_1 * \frac{V}{F} * K_f * K_k$$

Gde su:

K1 – koeficijent koji karakteriše specifično vreme zagrevanja i progrevanja u zavisnosti od materijala komada, sastava i temperature sredstva za zagrevanje.

- Za zagrevanje ugljeničnih i niskolegiranih čelika sonom kupatilu (78% BaCl₂ i 22% NaCl) za temperature 800 do 950 °C K1 se određuje:

$$K_1 = 12.5 - 0.025(t - 800)$$

Data formula važi i za stepenasto zagrevanje sa prvim stepenom zagrevanja od 400 do 500 °C i omogućava određivanje vremena od te temperature na potrebnu temperaturu (800 do 950°C).

- Kod visokolegiranih, visokohromnih, srednjelegiranih i brzoreznih čelika za stepenasto zagrevanje od stepena sa temperaturom 860-880°C do radne temperature 1000-1300°C u sonom kupatilu (100% BaCl₂) K1 se određuje:

$$K_1 = 8 - 0.013(t - 1000)$$

m – faktor koji uzima u obzir sredinu – korekcija faktora K1 – za drugu vrstu soli ili drugu vrstu atmosfere

- Kod ugljeničnih i niskolegiranih čelika ima vrednosti:
 - So ... 78% BaCl₂ i 22% NaCl m=1
 - So ... 44% NaCl i 56% KCl m=0.9
 - So ... 100% NaCl m=1.2
 - Vazduh m=3 do 5
- Za brzorezne i visokolegirane čelike zagrevane u sonom kupatilu sa 100% BaCl₂ m=1

V/F – karakteristična dimenzija – tablica C.10

Telo	Uzeto za najmanju dimenziju D ili C cm	Ostale dimenzije cm	Formula za V : F cm
Lopta	prečnik D	—	$D : 6$
Kocka	stranica D	—	$D : 6$
Puni cilindar	prečnik D	visina H	$\frac{D \cdot H}{4 \cdot H + 2 \cdot D}$
Prava prizma sa bilo kojom bazom	prečnik D upisanog kruga	visina H	$\frac{D \cdot H}{4 \cdot H + 2 \cdot D}$
Šuplji cilindar (prsten)	spoljni prečnik D	unutrašnji prečnik d visina H	$\frac{(D - d) \cdot H}{4 \cdot H + 2(D - d)}$
Ploča	debljina C	gabaritne mere A · B C ≤ B ≤ A	$\frac{A \cdot B \cdot C}{2(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C)}$

K_k – faktor za korekciju geometrijskog kriterijuma – iznosi:

Koturovi i ostali alati za valjanje navoja, okrugle turpije, iglaste turpije i glodala za odsecanje	0.9
Nareznice za navoj, noževi	0.85
Cilindrična glodala	0.7
Tanjirasta glodala, razvrtači, upuštači	0.65
Navojne burgije	0.45

K_f – kriterijum oblika - **tablica C.11**

Oblik tela	Odnos dimenzija	Formula za k_f	Vrednost k_f za:		
			$H \rightarrow 0$	$\frac{H=D}{H=D-d}$ ili $H \rightarrow \infty$	
Dugački puni cilindar	$\frac{D}{H} \leq 1$	$k_f = 1 + 0,2 \frac{D}{H}$	—	1,2	1
Kratki puni cilindar	$\frac{H}{D} \leq 1$	$k_f = 1 + 0,2 \frac{H}{D}$	1	1,2	—
Dugački šuplji cilindar	$\frac{D-d}{H} \leq 1$	$k_f = 1 + 0,2 \frac{D-d}{H}$	—	1,2	1
Kratki šuplji cilindar	$\frac{H}{D-d} \leq 1$	$k_f = 1 + 0,2 \frac{H}{D-d}$	1	1,2	—
Duga N-tostrana prava i pravilna prizma	$\frac{D}{H} \leq 1$	$k_f = 1 + 0,2 \cdot \frac{D}{H} + \frac{1}{N+1}$			
prava i pravilna prizma trostrana		$k_f = 1,25 + 0,25 \frac{D}{H}$		1,45	1,25
prava i pravilna prizma četverostrana		$k_f = 1,20 + 0,2 \cdot \frac{D}{H}$		1,40	1,20
prava i pravilna prizma šestostrana		$k_f = 1,13 + 0,2 \cdot \frac{D}{H}$		1,33	1,13
Kratka N-tostrana prava i pravilna prizma	$\frac{H}{D} \leq 1$	$k_f = 1 + \frac{H}{D} \left(0,2 + \frac{1}{N+1} \right)$			
prava i pravilna prizma trostrana		$k_f = 1 + 0,45 \cdot \frac{H}{D}$	1	1,45	
prava i pravilna prizma četverostrana		$k_f = 1 + 0,40 \cdot \frac{H}{D}$	1	1,40	
prava i pravilna prizma šestostrana		$k_f = 1 + 0,33 \cdot \frac{H}{D}$	1	1,33	
lopta		$k_f = 1$			
paralelopiped	$C \leq B \leq A$	$k_f = 1 + 0,2 \left(\frac{C}{A} + \frac{C}{B} \right)$			
kocka		$k_f = 1,4$			
Arhimedov cilindar	$D = H$	$k_f = 1,2$			

Za cilindrična i prizmatična tela velike dužine (L:D=5:1 i više) ova metoda ne daje tačne rezultate. Tada se koriste izrazi:

- Za puna tela $\tau_z = K_z * D * \beta$
- Za šuplja tela $\tau_z = K_z * (D - d) * \beta$

Gde su:

K_z – koeficijent specifičnog vremena zagrevanja koji iznosi

- Za sono kupatilo (78% BaCl₂ i 22% NaCl), za ugljenične i niskolegirane čelike i temperature 780 do 950°C:

$$K_z = 19 - 0.04 * (t - 800) \quad \text{sek/mm}$$

- Za sono kupatilo sa 100% BaCl₂ i temperature od 1000 do 1300°C

$$K_z = 12 - 0.02 * (t - 1000) \quad \text{sek/mm}$$

β – faktor konfiguracije koji iznosi:

Puni cilindar	1
Trostrana prizma	1.25
Četverostrana prizma	1.2
Šestostrana prizma	1.13
Ploča neograničenih dimenzija	2.0
Spiralne burgije	0.45
Navojne burgije	0.53
Razvrtači, alati za provlačenje, upuštači	0.64
Turpije	0.9

Za sve slučajeve važi povećavanje sračunatog vremena za 20% do 30% ako se zagrevanje komada vrši u priborima (vešaljka, korpa, držač).