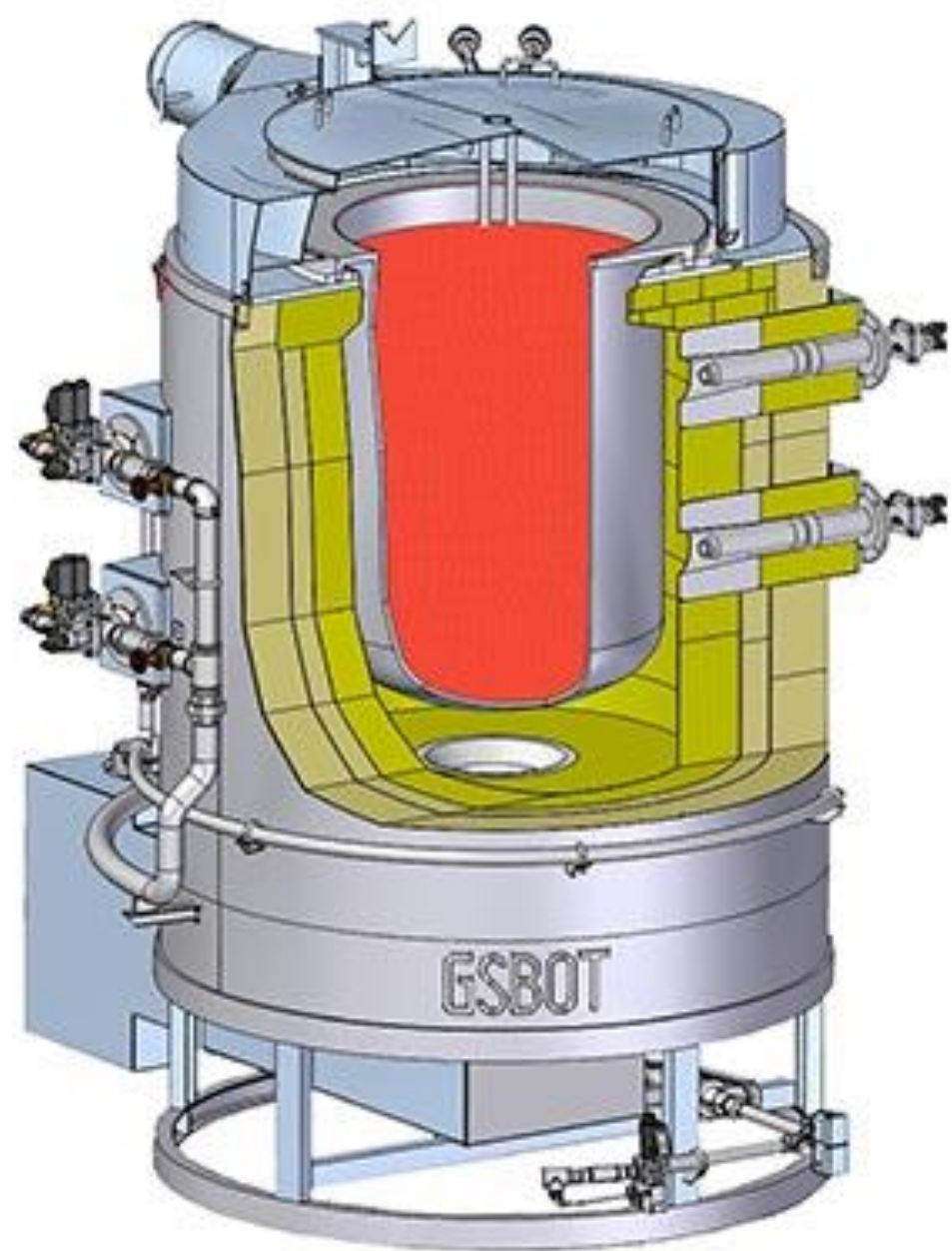


Termička obrada u solima



Termička obrada u solima

- Sona kupatila su posebna vrsta peći za izvođenje termičke obrade. U sonim kupkama je sredstvo za zagrevanje tekuće (rastopljena) so, u kojoj je zagrevanje mnogo brže.
- Izuzetno pogodna za pojedinačnu proizvodnju,
- veoma je fleksibilna,
- relativno jeftin uređaj,
- Sona kupatila služe da se izvrši termička obrada a da ne dođe do razugljeničenja niiti do oksidacije.

Termička obrada u solima

Prednosti:

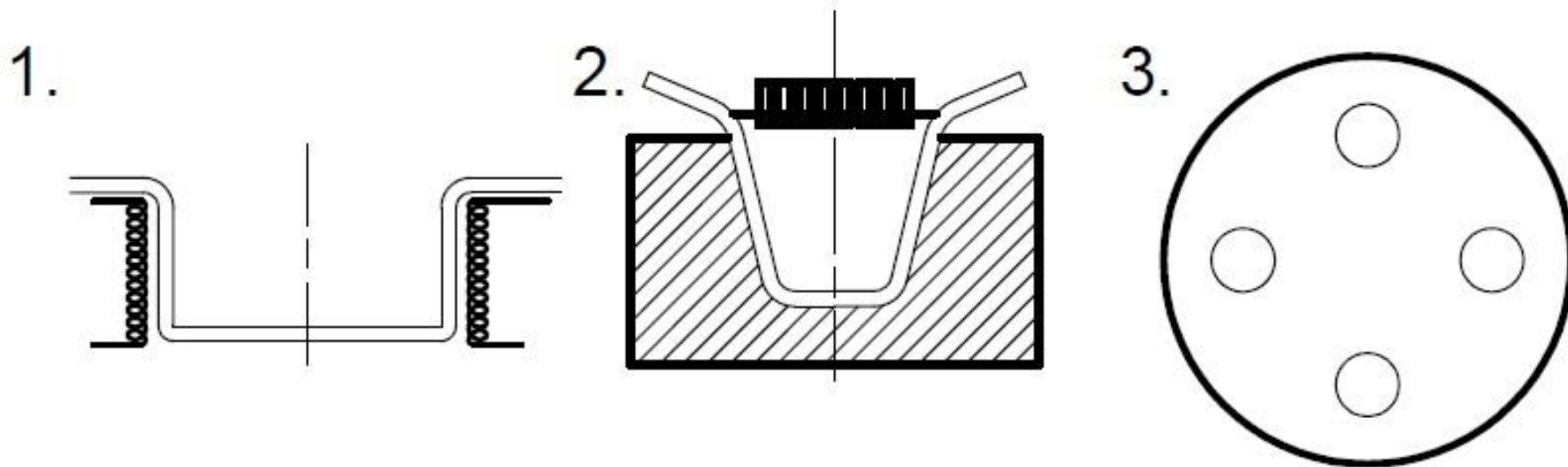
- Brzo zagrevanje
- Ravnomerno zagrevanje po celoj zapremini kupke, garantuje se $\pm 3^{\circ}\text{C}$ na 1350°C .
- Manje deformacije pri zagrevanju

Podela uređaja prema temperaturi:

- Niskotemperaturne (do 750°C .)-otpuštanje.
- Srednjetemperaturne ($750-950^{\circ}\text{C}$)-kaljenje, normalizacija, cementacija.
- Visikotemperaturne (1300°C)-kaljenje alatnih brzoreznih čelika.

Podela peći:

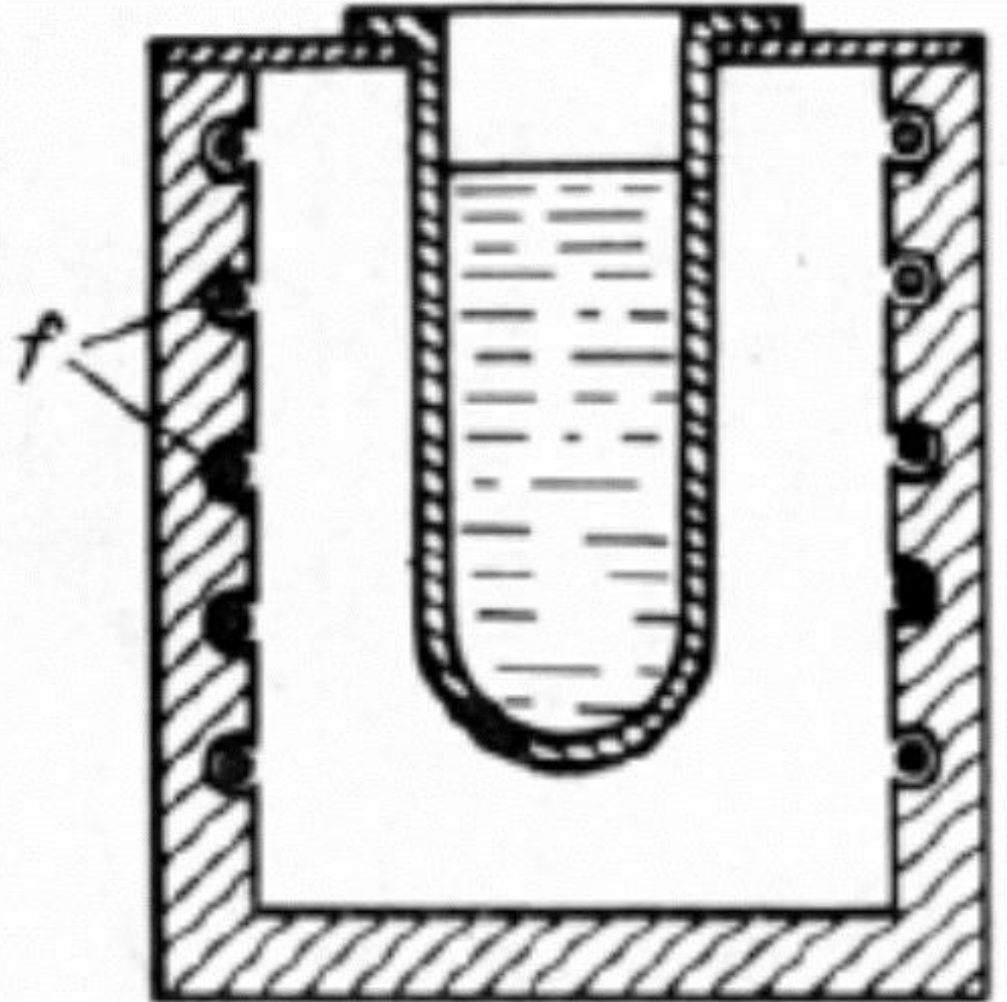
1. Niske temperature – do 750 °C – čelični lonac sa električnim grejačima spoljai.
2. Srednje temperature – 750-950 °C – grejanje od gore
3. Velike temperature – 950-1250 °C – grejanje unutar šarže.



- Poznata su dva tipa ovih peći. Jedan je peć sa loncem, koja se zagreva sa spoljne strane gasom, uljem ili električna peć sa loncem, grejanje je električno – elektrodna sona kupka (grejanje je električnim putem).
- Sama so je smeštena u loncu od ugljeničnog čelika.

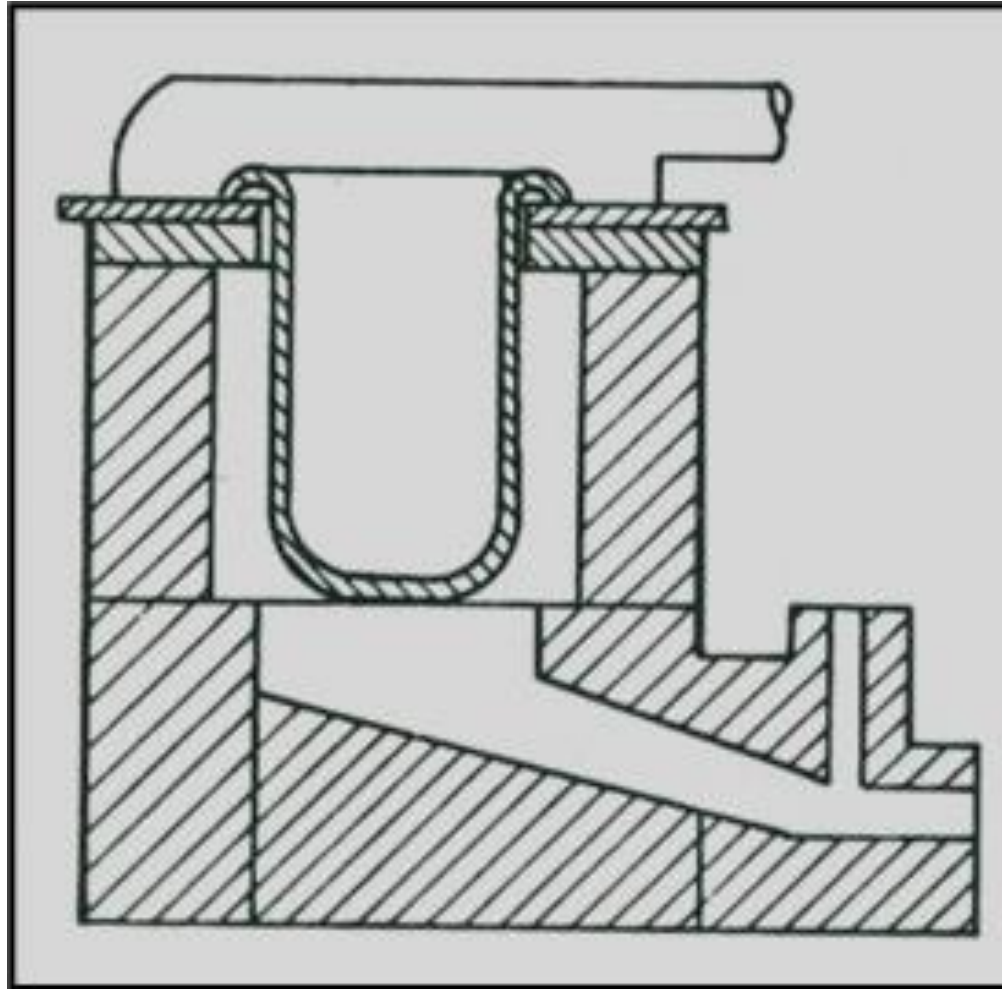
Niskotemperaturne:

- Termopar se zaranja u sam radni prostor.
- Koriste se soli za otpuštanje, (150-500°C), sa tačkom topljenja <110°C.



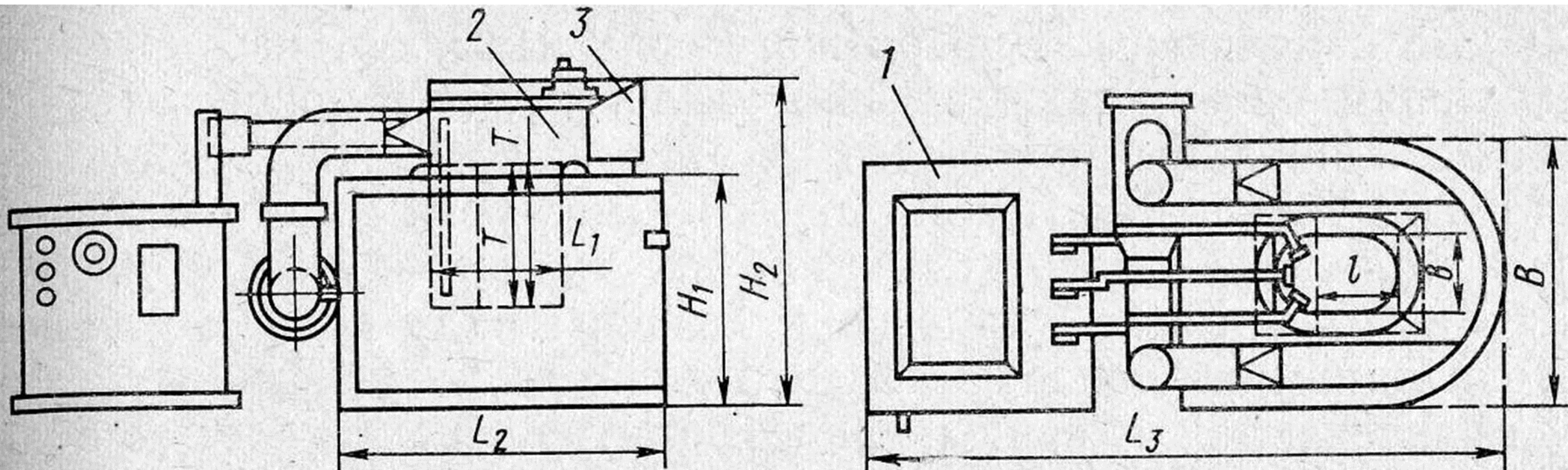
Solna kupka s loncem (plameno zagrijavanje)

- Sona kupka s loncem za indirektno plameno zagrevanje. Kod nje plamen okružuje metalni lonac, a zagrevanje može biti i električno (otpornim elementima).

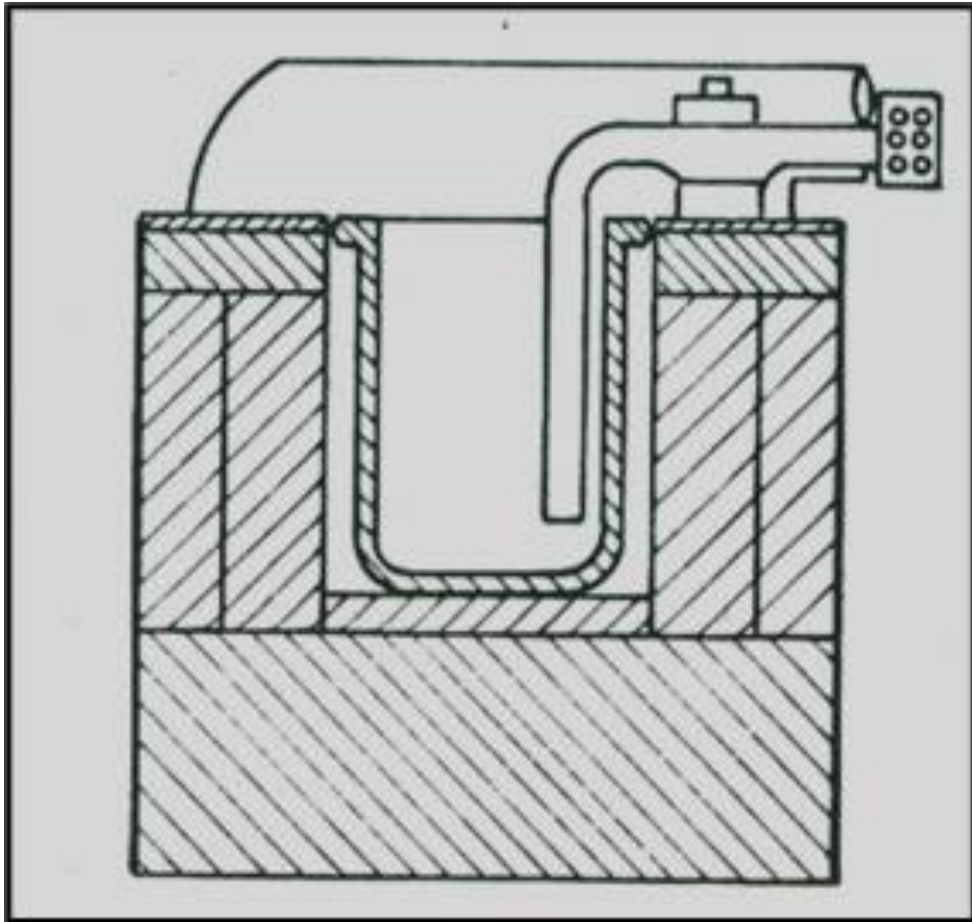


Srednjetemperaturne peći:

Kupatila se nemogu zagrevati spolja, i zato se gubi ranomernost temperaturnog polja i smanjuje trajnost lonca.



- **Elektrodna kupka s metalnim loncem**, prikazana je na slici. Ova kupka se može upotrebljavati zavisno o izdržljivosti lonca i vrsti soli za temperature preko 1000°C , a većinom do 950°C . Najviše se upotrebljava za zagrijavanje dijelova za kaljenje i za hemijsku termičku obradu (naugljičenje, karbonitriranje i slično).



Spolja je vatrootporni sloj. (950°C) Najopterećeniji deo lonca je na delovima gde se nalazi gornja površina soli. Elektrode mogu biti kružne i kvadratne. Izvor struje: monofazni i trofazni. Prednost monofaznog: maksimalni radni prostor peći. Tačnost temperature unutar radnog prostora je smanjena jer se prenos električnog toka vrši između elektroda, pa je so koja se nalazi između elektroda pregrejana a ostatak soli nezagrejan.

- Primena trofaznog sistema, kada je kupatilo kružnog, ovalnog ili pravougaonog oblika. Elektrode se spustaju u obliku trougla.



- Običnio je nešto više opterećena srednja elektroda. So se između elektroda vrtloži (intenzivno mešanje) zbog indukovanja struje između elektroda.
- Ravnomerna je temperatura ali je mali radni prostor unutar kupatila.
- Povećanje radnog prostora se postiže ugradnjom elektroda na dno kupatila.

- Soli:
- Za otpuštanje (k-135)
- Za kaljenje (k-550)
- Za cementaciju (U soli)



Kalijum nitrat 99. 8% za kupku sa solju za termičku obradu

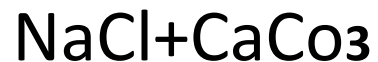
Kalijum nitrat 99. 8% za slanu kupku toplotne obrade.

Boja: Belo fino kristalno ili zrnato

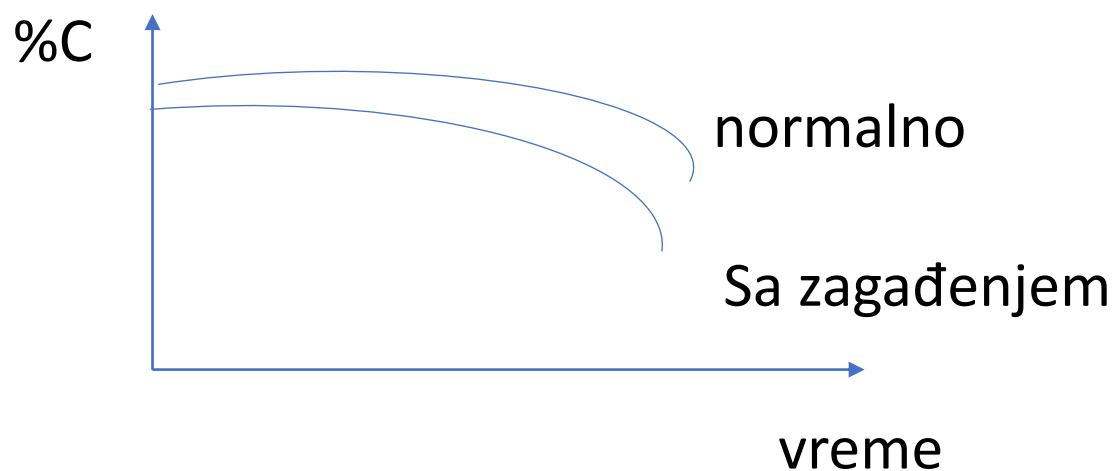
CAS br.: 7757-79-1 kalijum nitrat kalijum nitrat / nitrat kalijevog tipa: kristalni ili prosipano, sa sredstvom protiv pečenja ili bez ...



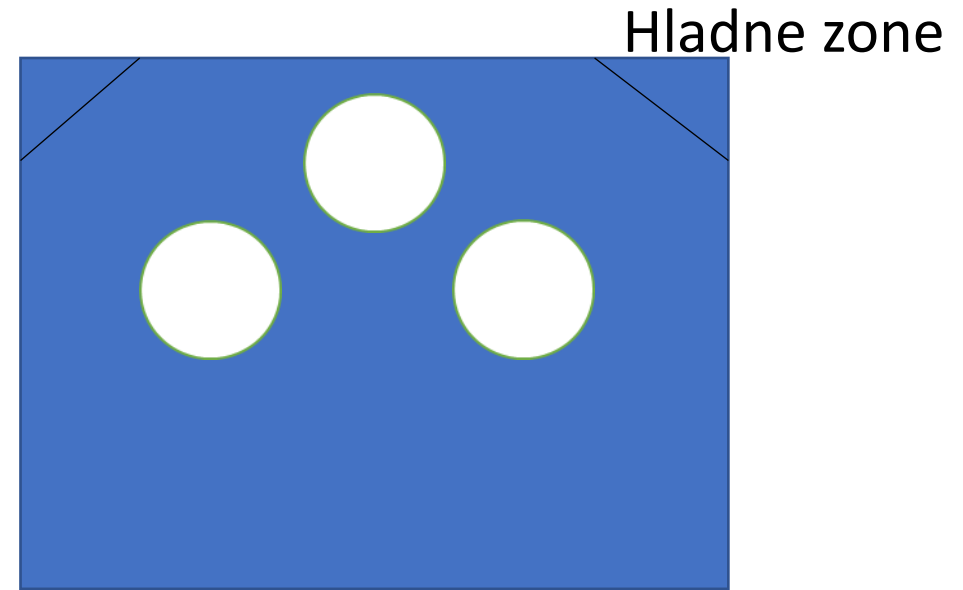
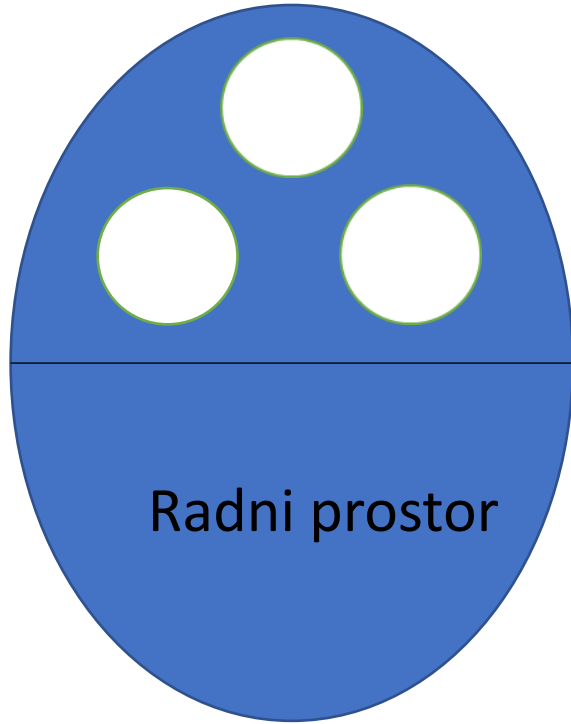
- Soli: 10-15 vrsta soli



- Kupatila su osetljiva na silicijum, ne sme se ubaciti pesak.
- U solima nema kiseonika, zato kroz ogledalo difunduje u kupatilo. Sa komadom unosimo okside, uništavamo so i moramo je često menjati.
- Ne sme da voda dospe u kupatilo.



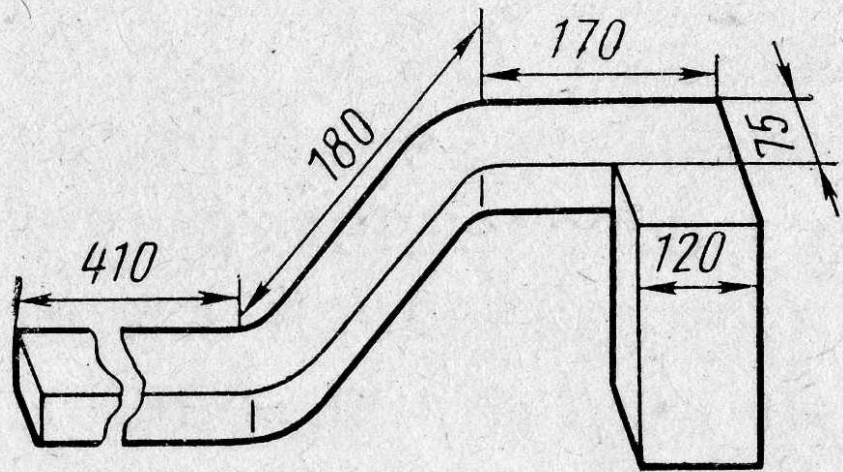
- Bolji ovalan oblik: veći radni prostor, ali su lonci skuplji.



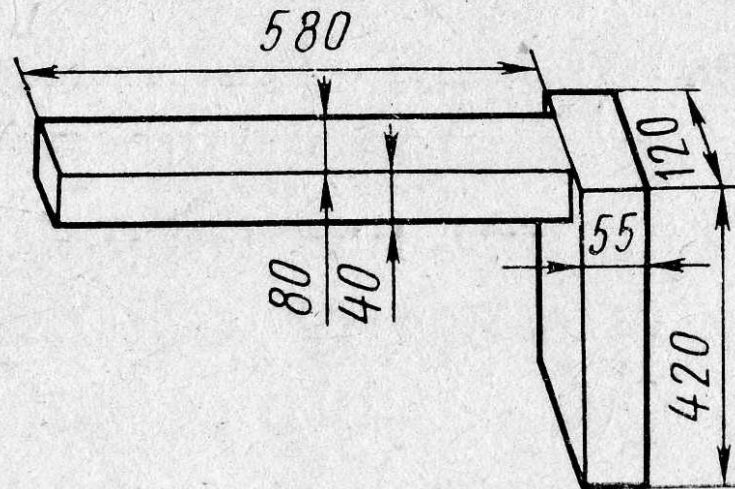
- Bitan je raspored elektroda. Ako je nečemu bliža, onda vuče jaču struju.

- Za provlakače su elektrode podeljene na nekoliko segmenata, da bi se održala ravnomerna temperatura.
- Elektroda je od specijalnog legiranog čelika ili od betonskog gvožđa, sa što manje ugljenika.
- Elektroda je sa trafoom spojena sa Cu (bakarnim) valjanim profilom, što duže to bolje, da se toplota ne prenosi na trafo (2-3m). Za kraće dužine treba hladilica na Cu profilu.
- Poseban ampermetar za svaku elektrodu. Ako se pojavi razlika veća od 10%, onda to znači da se neka elektroda savila, pomerila ili je neki radni predmet upao na elektrode, i tada so ključa na površini.
- Srednja elektroda najpre strada.

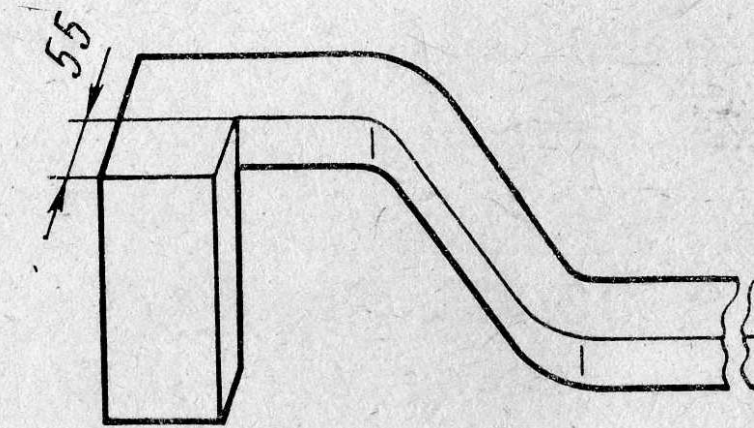
Bakarni razvod (šine)



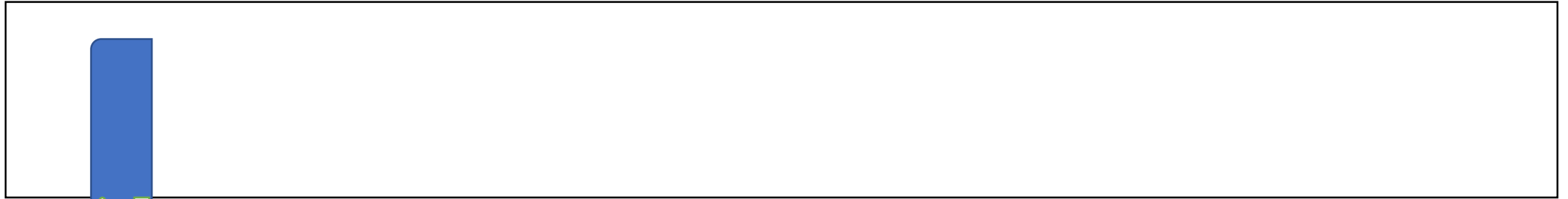
a)



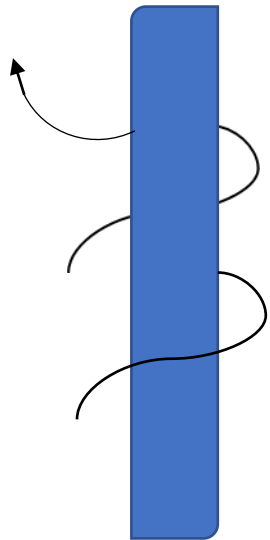
b)



c)



Elektroda se tu stanji i padne usled
sopstvene težine



Okolo elektrode se so spiralnokreće

Elektroda je izvor toplote i kretanje soli. Ciklus zagrevanja je kraći nego kod komornih peći.

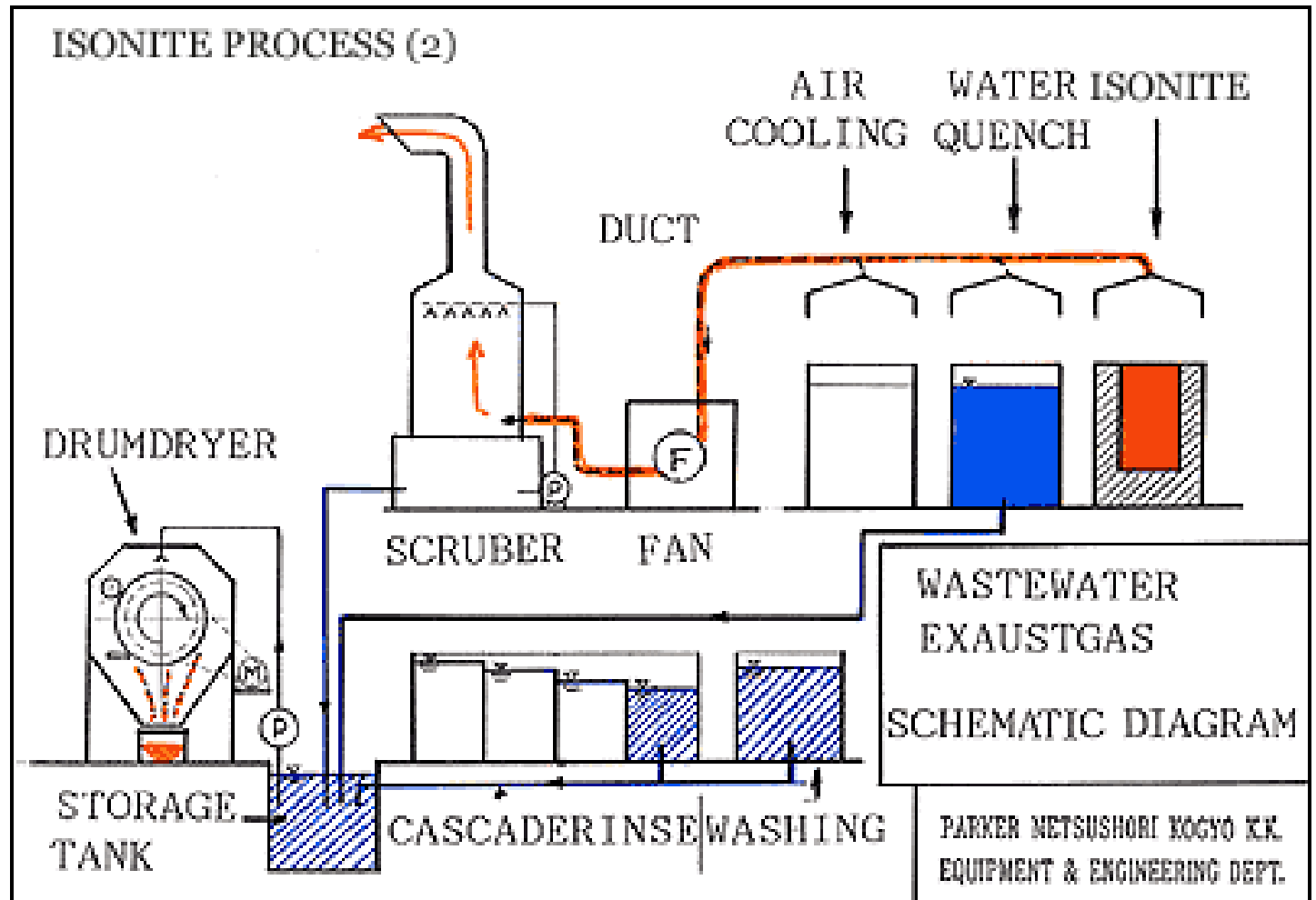
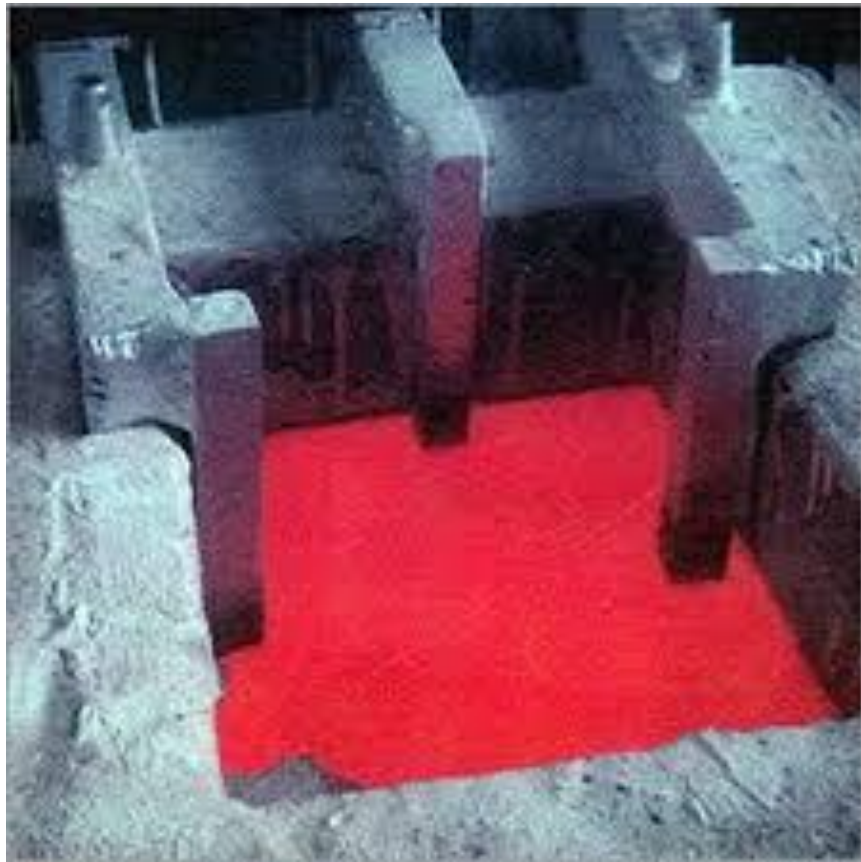
- Talog na dnu se kontroliše jedanput dnevno, specijalnom kašikom.
- Može da očvrsne kora odgore na površini, a gasovi mogu da je probiju i da eksplodira so.
- Pomoćna elektroda (L profil): elektrootpornim putem topi so.

- Trafo ima 10akm položaja.
- Sona kupatila se isplate ako ima minimum nedelju dana posla.
- Kvalitetan radnik, teško je automatizovati.
- Kontrola temperature je delikatan posao

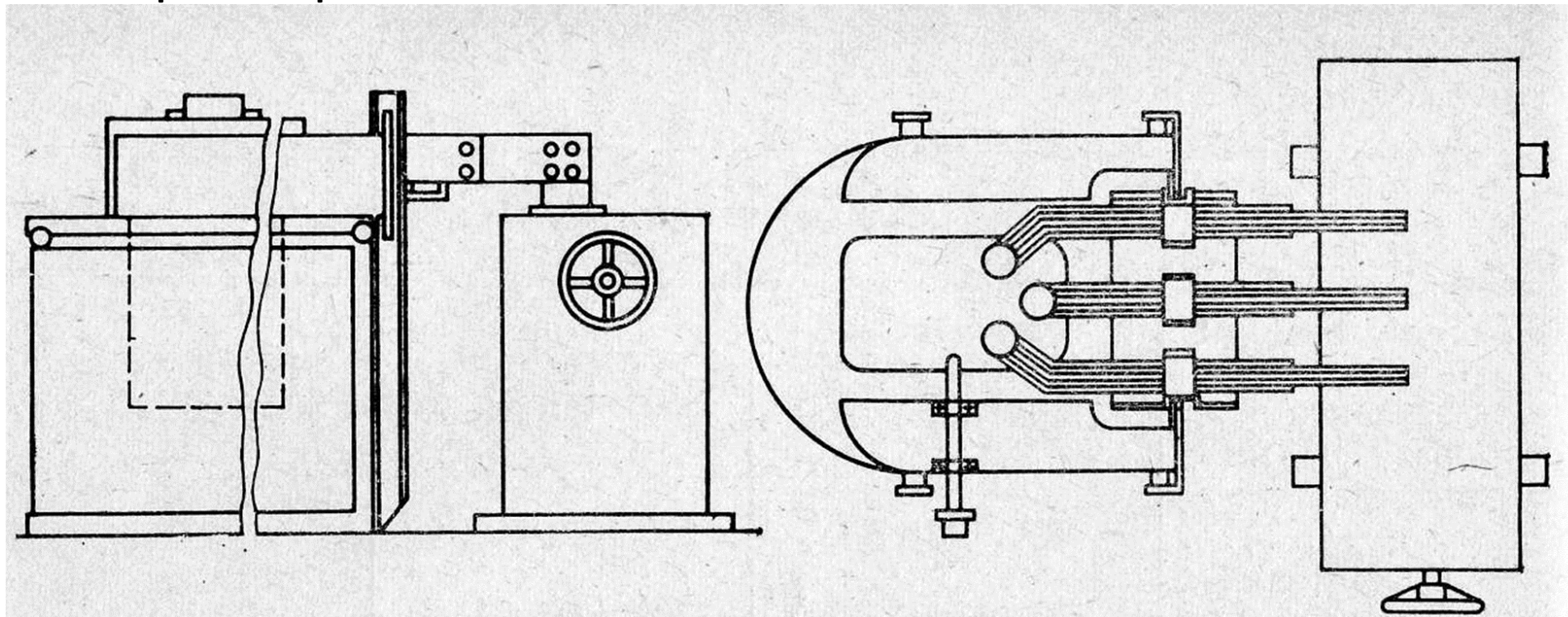
- Snaga peći je 50-60kW, i naviše. Mora biti poseban strujni kabel i trafo. (čist bakarni razvod i dozvola elektrodistribucije).
- Problem kod soli za naugljeničenje i nitriranje: kako smanjiti oksidaciju i gubitak kvalitetne soli. Ogledalo pospemo čistim grafitom, jer se lako topi. Grafit se gubi prilikom vađenja predmeta, pa se mora obnavljati.
- Cijanidna sona kupatila su se pravila vrlo otrovna.
- Kvalitaetan sistem za osisavanje na peći.



- Visina kalionice, ventilacijatakvi da se ne otruje radnik.
- Nakupljene soli su jako otrovne.
- Opasniji-cijanidi, manje opasni-sulfonitridi.
- Vrši se prodivavnje soli, uduva se vazduh na dnu peći i idu gore na površinu preko šarže i izbacuju otrovne gasove.
- Lonac za nitriranje jako kratko traje i zato se pravi od legure Titana.
- Šarža ne sme preći desetinu težine soli.

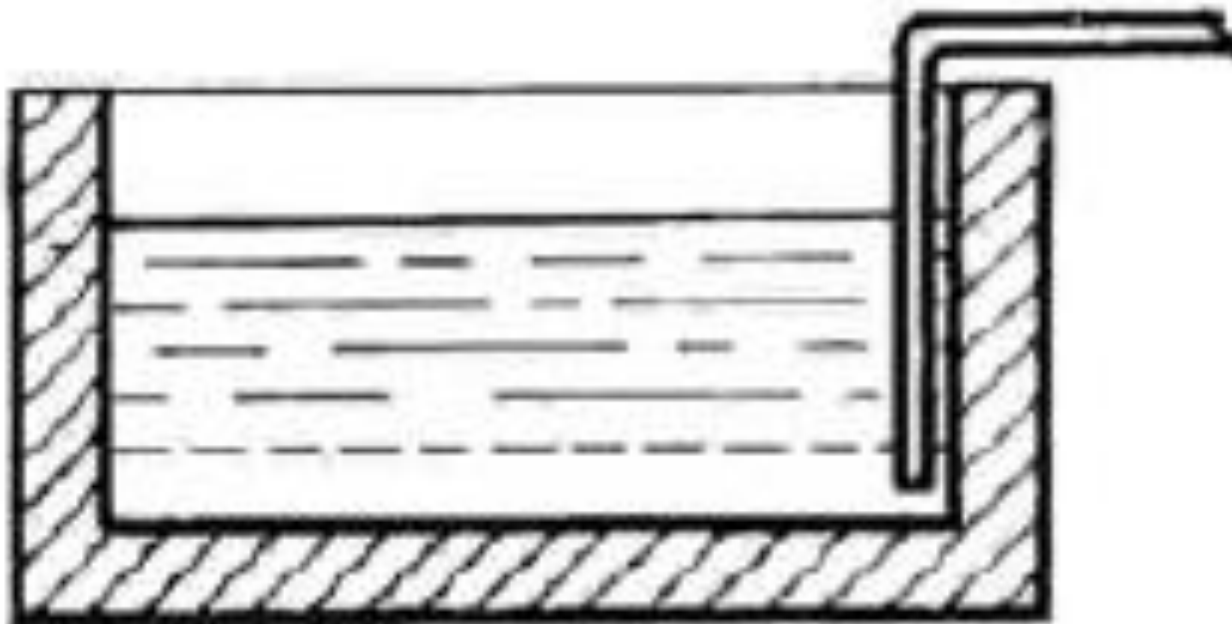


- Ovakve peći se upotrebljavaju, zavisno od izdržljivosti lonca, do temperatura čak i 900°C , a većinom da 750°C . Zavisno o soli, koja se stavlja u lonac, ovakve peći se upotrebljavaju za sve vrste popuštanja, žarenja, hemijsko-termičke obrade i kaljenja.
- So u loncu moguće je zagrevati i direktnim elektrodama. Elektrode po kojima dolazi električna energija od transformatora, su uronjene u so. Transformator je nemešten pored peći.





- Drugi tip ovih peći je elektrodna sona kupka koja se neposredno zagreva električnom strujom niskog napona (5...20V), posredstvom elektroda, uronjenih u sonu kupku. Kupka se nalazi u kadi ozidane šamotom, što obezbeđuje dugi radni vek peći.





Internally Heated Salt Bath Furnaces



Electrode Salt Bath Furnace

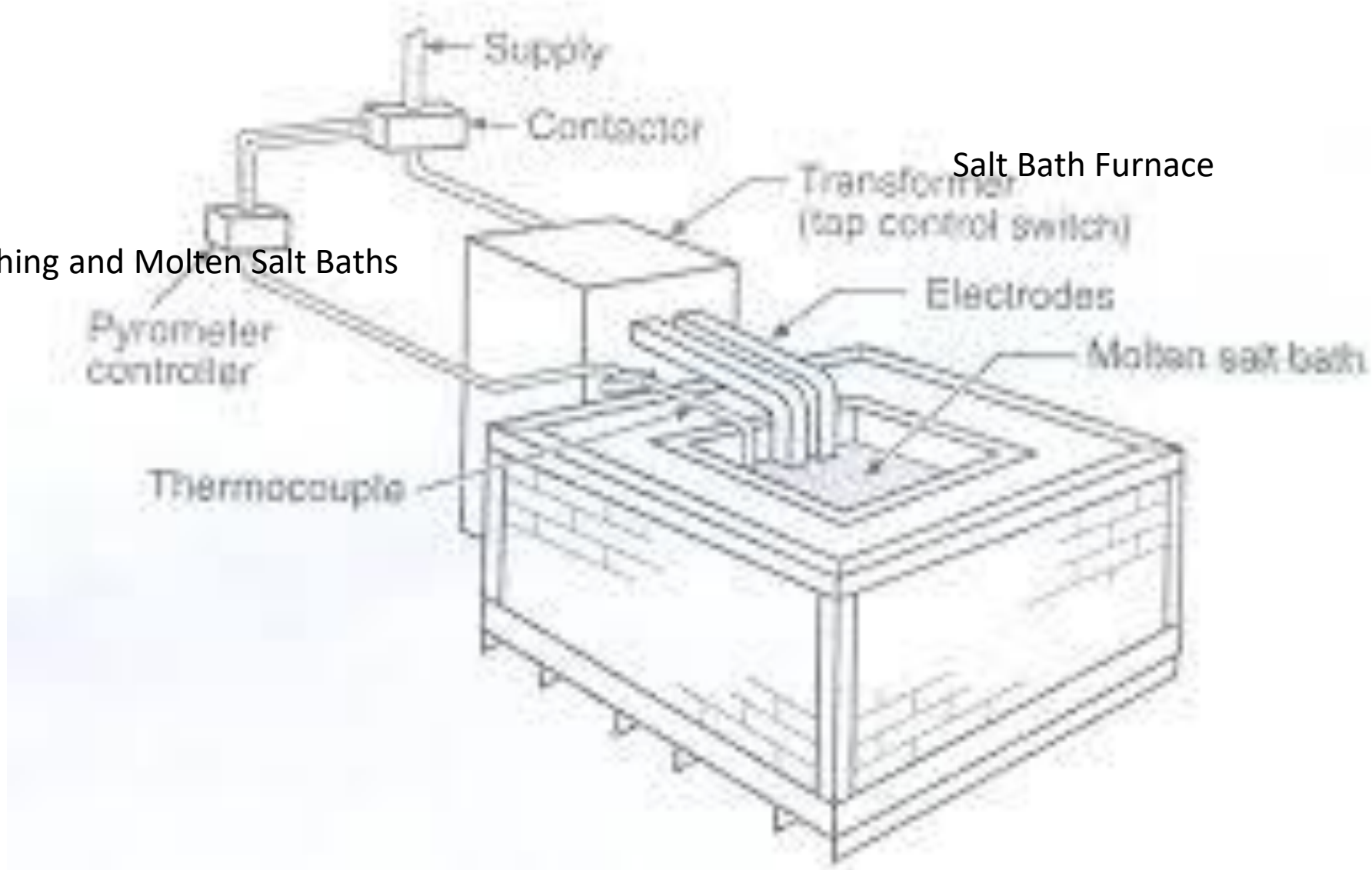
Austenitizacija



Niskotemperaturna



Oil Quenching and Molten Salt Baths



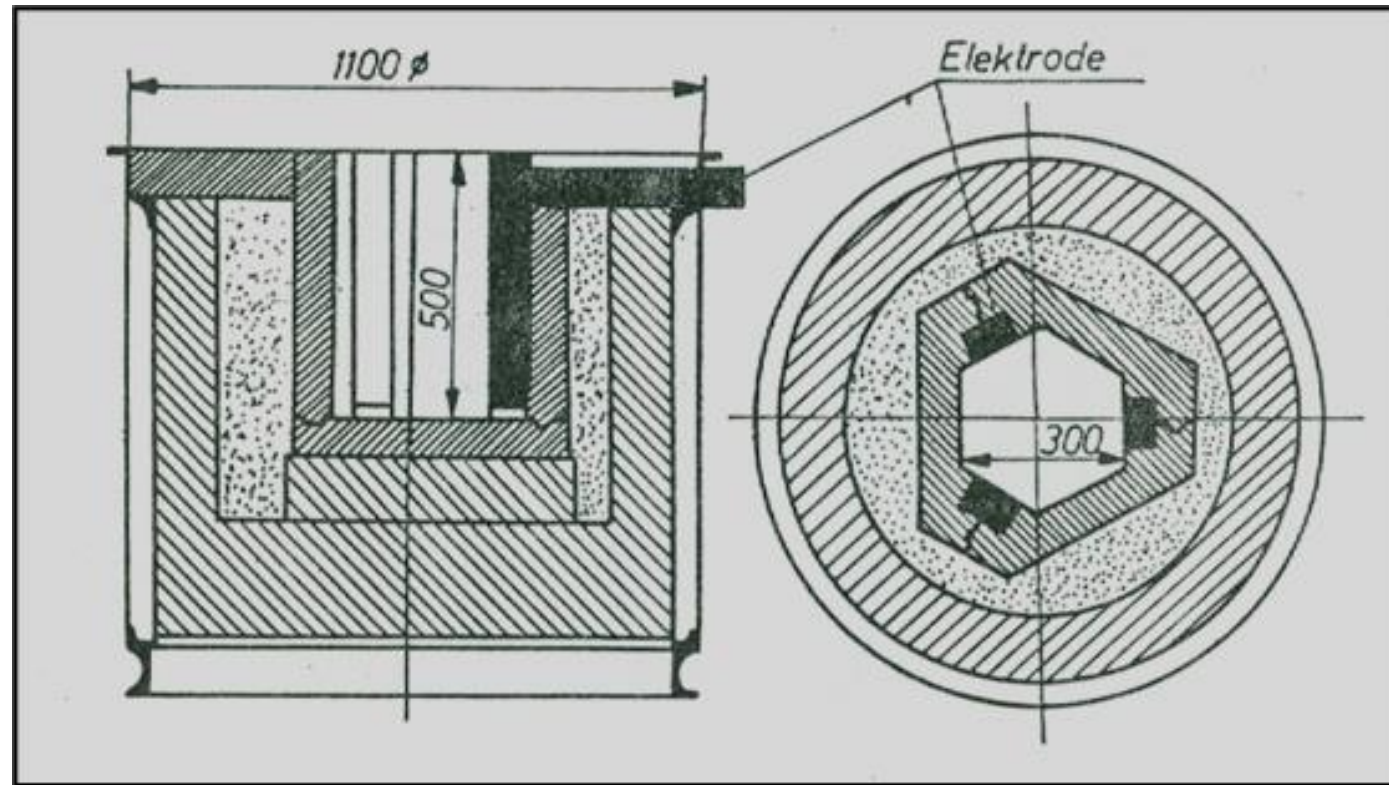
Visoko temperaturna sona kupatila

Teško ih je izbaciti iz upotrebe jer imaju niz prednosti:

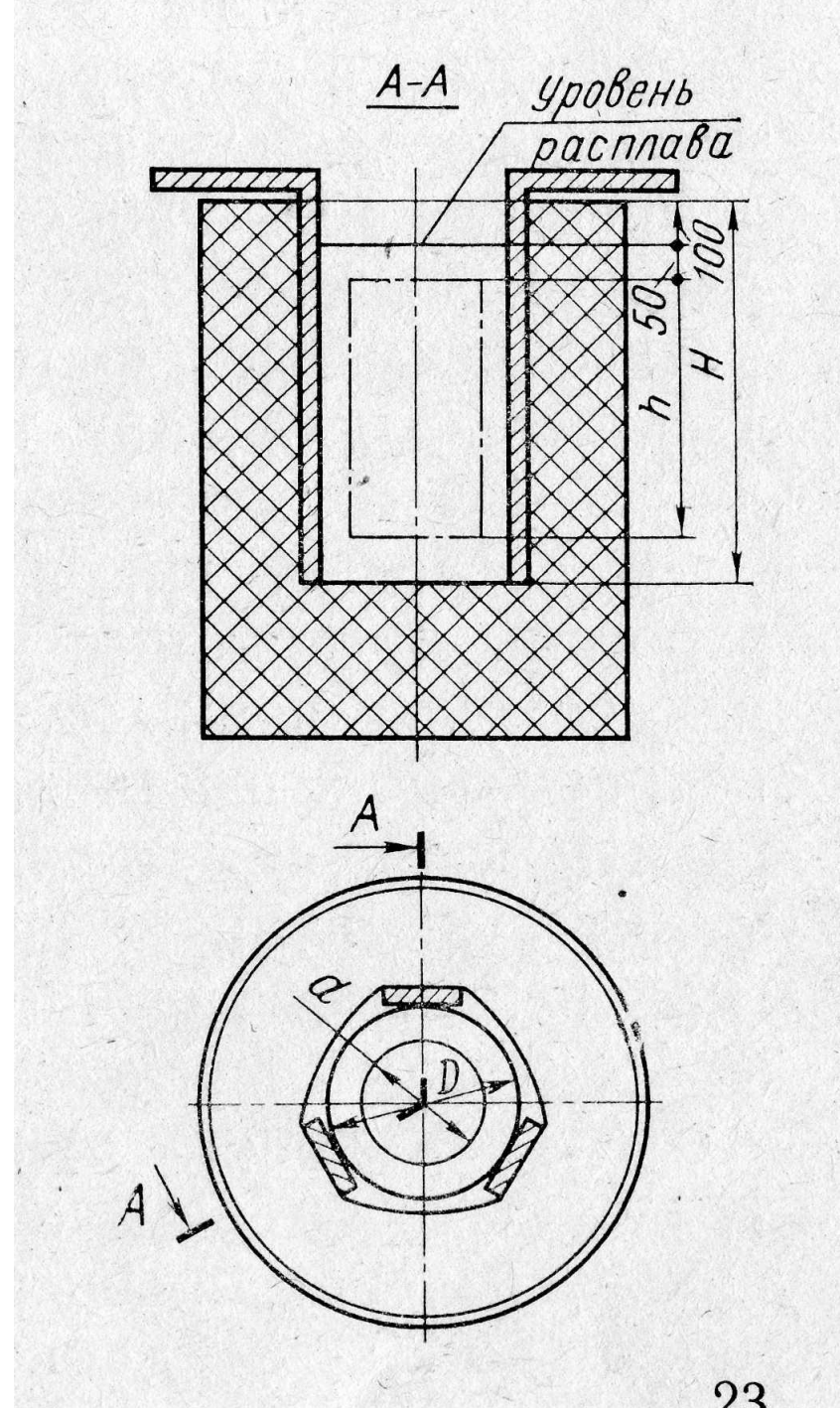
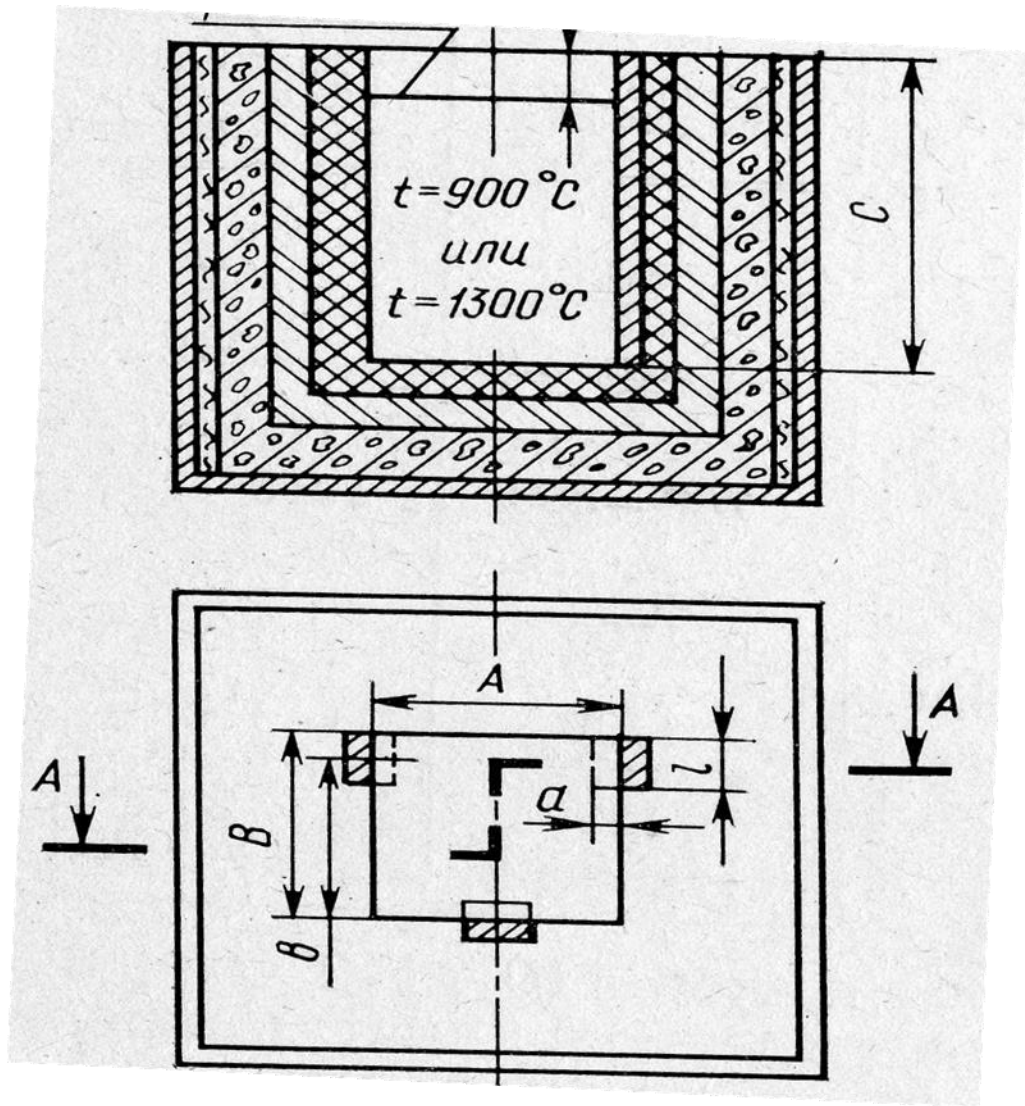
- Dobri rezultati termičke obrade brzoreznih (alatnih) čelika, čelika za rad na toplo i nekih specijalnih čelika.
- Hemijski sastav kupatila je specifičan i razlikuje se od nisko i srednje temperaturnih kupatila. Soli su isključivo na bazi Barijum hlorida.
- Soli su isključivo neutralne.
- Delikatne su peći. Ove soli nikada ne stavljamo u metalni lonac, jer nebi izdržao trajan rad na tako visokim temperaturama.
- So se smešta u šamotnu oblogu direktno i zbog toga se moraju pre puštanja u rad preduzeti posebne mere za sušenje i pripremu obloge peći. (šamotni prah i vodeno staklo se nabiju u neki kalup). Sušenje ćumumom ili brenerom. Ako ostane vlage u oblozi, sve će odleteti u vazduh.

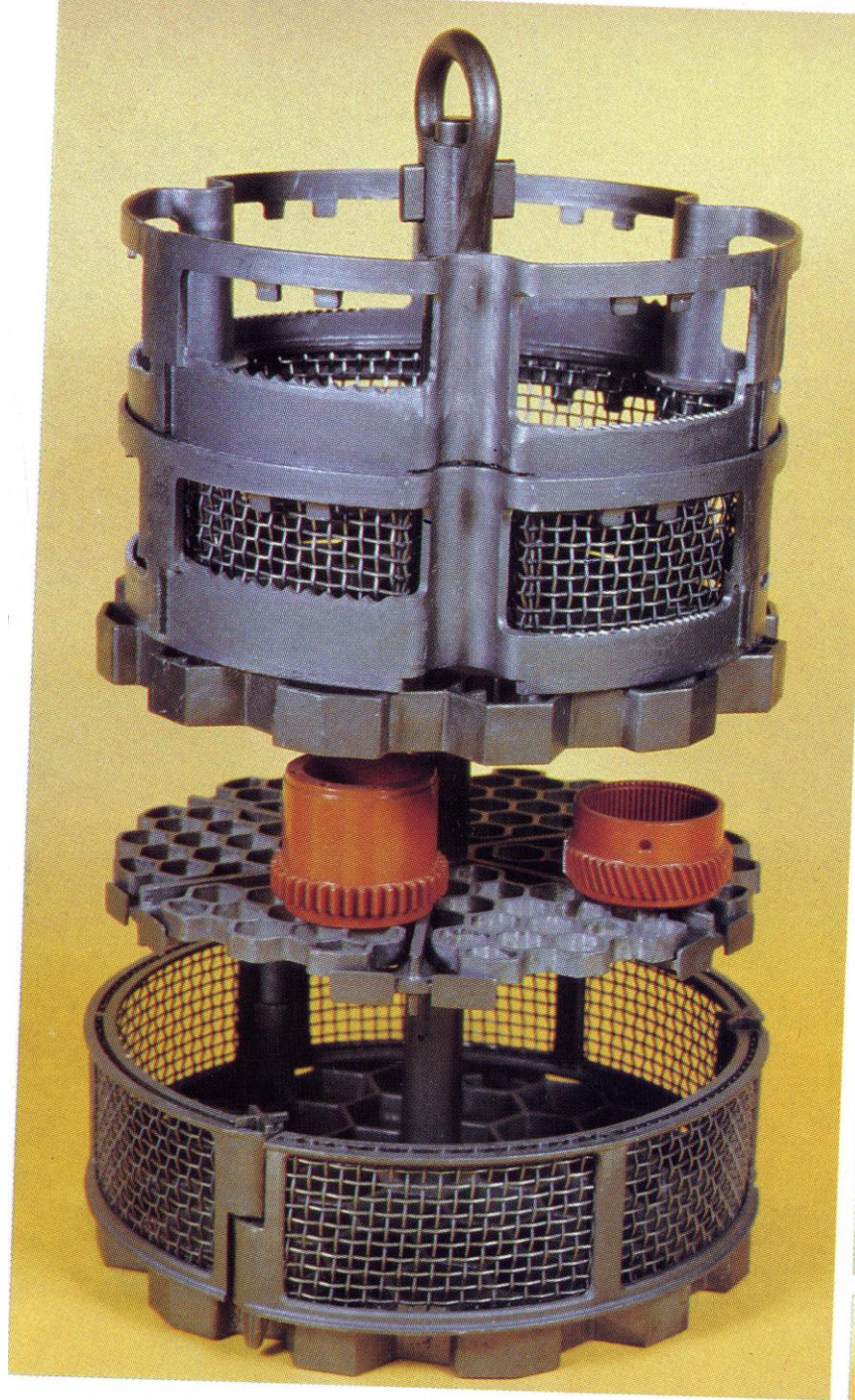
- Ako se lonac ne koristi mesec dana , ulazi vlaga, i mora se ponovo sušiti.
- Lonci su relativno mali, Ø400X400mm.
- Temperatura se sa termoparovima sa trostrukom oblogom ili optičkim pirometrom. Vrlo osetljiv instrument (isparava so, zaprljane površine).
- Obično je kružni oblik kupatila sa elektrodama smeštenim u oblogu peći.
- Ključni problem je održavanje temperature $\pm 3^{\circ}\text{C}$.
- Radni prostor je relativno mali.
- Startovanje peći je sa pomoćnim elektrodama sa direktnom vezom (kratki spoj).
- Početno topljenje soli se obavlja sa višestepenim regulatorom, i to prvo sa manjim snagama.
- Ako nije adekvatna i neutralna prema čeliku, vrlo brzo se napraviš škart i brzo oksidiše. Zato prvo ide probni komad.
- Uklanjanje soli, u stari rudnik (metalna burad) ili neutralizacija.

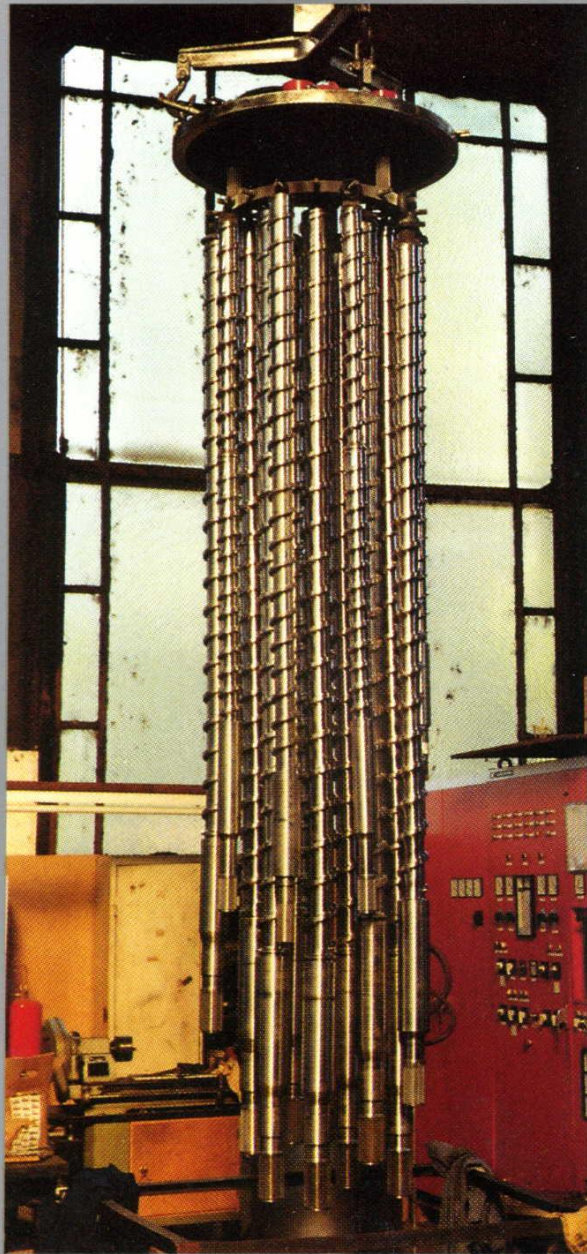
- **Trofazna elektrodna solna peć** s keramičkom kadom za zagrevanje delova do najviših temperatura, (čak i do 1300°C), koja se upotrebljava za kaljenje brzoreznih čelika i čelika za rad na toplo, prikazana je na slici.



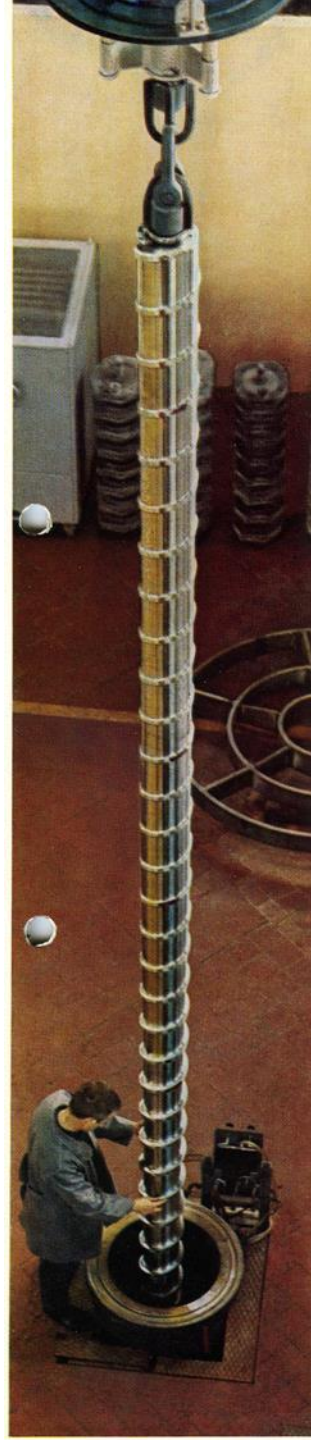
- Pre stavljanja delova u vruću so potrebno je delove odmastiti, dobro oprati, predgrejati i obesiti na vešalice. Ako se stave hladni komadi u vruću so doći će do „prskanja“ soli u okolinu, što je veoma opasno po operatera.



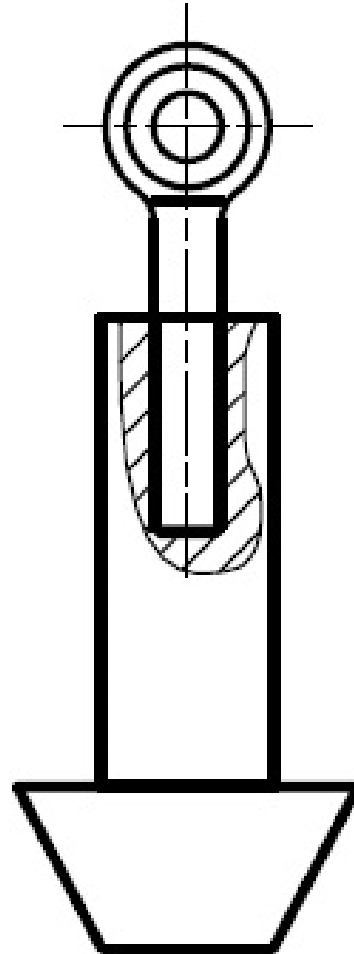




Screws of plastic machines in cover plate fixed position, 4,000 lbs. load.



- Za spuštanje komada u rastopljene soli koristi se štap i paljena žica koji je otporan na visoke temperature. Preporučuje se da masa šarže bude 10% od mase soli. Snage peći su velike, od 50 kW pa na gore, što prouzrokuje veliku potrošnju energije – struje.
- Ako se masovni komadi obrađuju, tada spuštanje mora da se reši na poseban način.



- U sonim kupatilima se termička obrada izvodi u malim i srednjim serijama. U nima je moguće obrađivati i velike serije delova, samo kada su potpuno automatizovane.
- I pored svih prednosti zagrevanja u sonim kupatilima ipak se opseg termičke obrade u njima ograničava prvenstveno zbog teškoća kod zaštite radnika i zaštite okoline. Posledica toga je sve veća upotreba modernijih automatskih postrojenja kod kojih se dijelovi tretiraju u kontrolnoj atmosferi.
- Kod rukovanja savremenim pećima, tačnost kod zagrevanja zavisi i od dobrog poznavanja toplotehnike i materijala koji se zagrevaju kao i načina njihovog zagrevanja. Ovo je posebno važno, pošto komadi prilikom zagrevanja i hlađenja usled nepovoljnog termičkog režima mogu zbog nastalih unutrašnjih napona puknuti, a zavisno od njihove veličine i vrste materijala šteta, može biti velika. Ako se komad pregreva više vremena nego što je predviđeno, može nastati grubozrnasta struktura koja slabi žilavost materijala. Zbog toga se akcenat stavlja na dobro poznavanje teorije toplotehničkih procesa, a potrebno je imati i mnogo iskustva u praksi.

