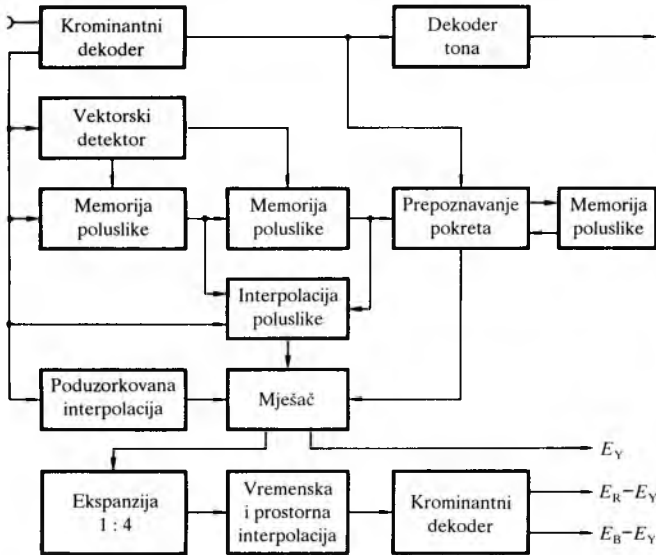


15 kHz, odnosno 20 kHz, frekvencija uzorkovanja 32 kHz, odnosno 48 kHz, a broj kanala 4, odnosno 2. Karakteristika je kompresije 15/8 za 8 područja, odnosno 16/11 za 11 područja. Kapacitet je kanala podataka 128 kbit/s, odnosno 112 kbit/s. Brzina je prijenosa audiosignala i signala podataka za oba načina 1350 kbit/s, a za vremenski interval prijenosa upotrebljava se vertikalni potisni period.

Sl. 112 i 113 prikazuju blok-sheme kodiranja i dekodiranja u sustavu MUSE.



Sl. 113. Pojednostavnjena blok-shema uređaja za dekodiranje u sustavu MUSE

U okviru europskog projekta Eureka EU95 iz 1986. nastala su dva nova sustava za odašiljanje signala u visokokvalitetnoj televiziji. To su EU95 familija 1 i EU95 familija 2 koji se poklapaju u većini bitnih parametara, dok se razlikuju u vertikalnom i horizontalnom statičkom i dinamičkom razlučivanju.

Uređaji visokokvalitetne televizije u sustavu MUSE. Mnogi uređaji potrebni za proizvodnju, prijenos i primanje signala visokokvalitetne televizije, kao što su kamere, telekina, prijammici i magnetoskopi, razvijeni su u Japanu. Međutim, kako su to sasvim nova tehnička rješenja s vrlo visokim karakteristikama i sa standardom koji nije kompatibilan sa sadašnjim sustavima NTSC, PAL i SECAM, trebat će još neko vrijeme do široke primjene visokokvalitetne televizije.

Sve se međunarodne organizacije slažu u tome da bi trebalo usvojiti zajednički svjetski standard za visokokvalitetnu televiziju, što bi koristilo radiodifuzijskim organizacijama i industriji televizijske opreme. Međutim, glavni su uzrok neslaganju različite frekvencije slike, odnosno poluslike, 50-i 60 Hz, kolorimetrijski parametri i način razlaganja slike (s proredom i bez proreda).

Zasada nema takvih argumenata koji bi dali prednost jednoj od tih dviju koncepcija, pa je potrebno nastaviti istraživanja kvalitete i ekonomičnosti pojedinih rješenja.

LIT.: Z. Smrčić, Uvod u televiziju. Tehnička knjiga, Zagreb 1968. – A. Todorović, R. Klajn, Magnetoskop. RT Beograd, Beograd 1974. – G. A. Reutemeier, Spatial Compression and Expansion of Digital Television Images. RCA Review, March 1981. – D. Nuhrmann, Kućni magnetoskopi. Tehnička knjiga, Zagreb 1983. – O. Limann, Televizija na lak način. Tehnička knjiga, Zagreb 1984. – K. Sadashige, An Overview of Solid-State Sensor Technology. Journal of SMPTE, 2, 1987. – N. Mayer, Nova televizijska tehnika. Tehnička knjiga, Zagreb 1987. – A. Oliphaut, R. Marsden, J. Zubrzycki, An Optical Routing System for Tomorrow's Television Studio Centres. Journal of SMPTE, 7, 1987. – B. Šesterikov, Satelitska i kablovska televizija. Tehnička knjiga, Beograd 1987. – B. Zovko-Cihlar, Šum u radiokomunikacijama. Školska knjiga, Zagreb 1987. – G. E. Lewis, Communications Services via Satellite. BSP Professional Books, Oxford 1988. – L. Thorpe, E. Tamura, T. Iwasaki, New Advances in CCD Imaging. Journal of SMPTE, 5, 1988. – H. Kriebel, Satelitski radio i TV prijem. Tehnička knjiga, Zagreb 1991. – K. Shinoda, F. Nagumo, T. Iizuk, H. Abe, The status of CCD Image Sensor Development. Sony Broadcast and Communications, Tokio, travanj 1991.

B. Zovko-Cihlar

TELUR (Tellurium, Te), kemijski element s atomnim brojem 52 i relativnom atomnom masom 127,60. Nalazi se u VIB podskupini periodnog sustava elemenata, između selena i polonija i pripada skupini halogenih elemenata. Prirodni je telur smjesa od osam stabilnih izotopa: ^{120}Te , ^{122}Te , ^{123}Te , ^{124}Te , ^{125}Te , ^{126}Te , ^{128}Te i ^{130}Te . Najviše su zastupljeni izotopi ^{128}Te (31,79%) i ^{130}Te (34,48%). Elektronska konfiguracija atoma telura jest $[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^4$. Energija ionizacije za prijelaz $\text{Te}^0 \rightarrow \text{Te}^+ \rightarrow \text{Te}^{2+}$ iznosi 9,01 eV, 18,6 eV, odnosno 31 eV.

Telur pripada skupini poluvodičkih elemenata i primjenjuje se u tehnici poluvodiča. Njegova je šira primjena mnogo manje važna nego selena, elementa kojemu je telur najbliži po svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima.

Telur je otkrio F. Müller 1782. godine. To otkriće potvrdio je M. H. Klaproth 1798. godine, a elementu je dao ime telur prema zemlji (lat. *tellus*, zemlja, tlo).

Maseni udjel telura u Zemljinoj kori vrlo je malen i iznosi 0,002 dijela na milijun dijelova. Telur stvara više minerala, koji se mogu podijeliti u dvije skupine: u primarne, koje čine teluridi metala, i u sekundarne, proizvode oksidacije telurida. Od minerala prve skupine najrasprostranjeniji su teluridi zlata, srebra i bizmuta, a mineralima druge skupine pripadaju elementarni telur, telurit (TeO_2), a također i soli teluritne (teluraste) i teluratne (telurove) kiseline. Telurovi minerali nemaju praktičnu važnost za njegovu proizvodnju. Sirovine za proizvodnju telura u prvom su redu muljevi od elektrolitičke rafinacije bakra, zatim muljevi od proizvodnje sulfatne (sumporne) kiseline i međuproizvodi i otpadni proizvodi od proizvodnje olova i cinka. Zbog toga je proizvodnja telura u svijetu, slično kao i selena, vezana uz proizvodnju bakra, te su najveći svjetski proizvođači bakra ujedno i najvažniji proizvođači telura (v. *Bakar*, TE 1, str. 651).

ELEMENTARNI TELUR

Svojstva. Kompaktni elementarni telur srebrnastolive je boje, metalnog je sjaja i po svom vanjskom izgledu podsjeća na antimon. Međutim, osim izgleda, telur ima vrlo malo metalnih svojstava. Krt je i kristalizira u heksagonalnoj rešetki. Talište telura iznosi 450 °C, vrelište 990 °C, a gustoća 6,245 g/cm³ (25 °C). Entalpija taljenja mu je 137,43 kJ/kg, a entalpija isparivanja 392,18 kJ/kg na temperaturi isparivanja. Do temperature 1300–1400 °C pare su telura dvoatomne, a na višoj temperaturi jednoatomne.

Telur je poluvodič. Širina zapornog energetskog područja mu je 0,34 eV. Karakteristika poluvodljivosti telura jest dvojna promjena tipa provodnosti u zavisnosti od temperature (v. *Poluvodiči*, TE 10, str. 638). Djelovanjem svjetlosti teluru se povećava električna provodnost, ali slabije nego senu.

Karakteristična valentna (oksidacijska) stanja telura u spojevima jesu -2, +4 i +6. Pri sobnoj temperaturi telur je postojan na zraku i u atmosferi kisika. Pri zagrijavanju u čistom kisiku sagorijeva plavim plamenom, stvarajući dioksid, TeO_2 . S halogenim elementima telur reagira i bez zagrijavanja, a s vodikom, dušikom i ugljikom ne reagira, mada se takvi spojevi mogu dobiti posredno. Sa sumporom telur ne gradi kemijske spojeve. U talinama se oba ta elementa miješaju u svim omjerima, a u čvrstom stanju s ograničenom međusobnom topljivošću. Sa selenom telur stvara neprekidan niz tekućih i čvrstih otopina, a s metalima se lako spaja pri zagrijavanju, stvarajući teluride. Polako se otapa u kloridnoj (solnoj) kiselini, a u nitratnoj (dušičnoj) kiselini otapa se uz stvaranje teško topljivog telur(IV)-oksida ili baznog nitrata telura. Lako se otapa u sulfatnoj (sumpornoj) kiselini i u tzv. carskoj vodi (smjesa od tri dijela kloridne i jednog dijela nitratne kiseline). U alkalijama telur se sporo otapa, a proces se može ubrzati dodatkom oksidansa.

Sirovine. Najveće rezerve telura, a i selena, u svijetu vezane su za ležišta bakreno-cinkovih ruda, a također i za ležišta polimetalnih ruda obojenih metala. Telur se javlja i kao pratilac zlatonosnih ruda. Mada je poznato vrlo mnogo minerala telura, koji predstavljaju spojeve telura sa zlatom,

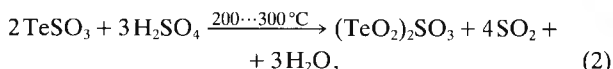
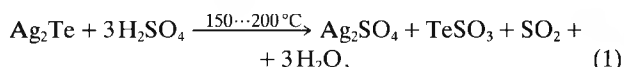
srebrom, bakrom, živom, niklom, željezom, olovom, bizmutom, arsenom, kisikom i sumporom, telurovi minerali u posebnim ležištima nisu važni kao sirovine za njegovu proizvodnju. Glavna sirovina za proizvodnju telura danas je anodni mulj od elektrolitičke rafinacije bakra.

Proizvodni postupci. Anodni mulj preostao nakon elektrolitičke rafinacije bakra (v. *Bakar*, TE 1, str. 657) obično sadrži 0,3...3% telura, a to je samo 4...5% od njegove ukupne količine sadržane u polaznoj rudi. Osim selena i telura, u tom mulju ima i bakra, plemenitih metala i drugih obojenih metala. Iz mulja se prvo uklanja bakar, zatim se dobivaju selen i telur, a na kraju plemeniti metali.

Telur se u mulju uglavnom nalazi u spojevima s plemenitim metalima: kao srebro-telurid, Ag_2Te , i kao dvojni telurid zlata i srebra. Iz tih se spojeva telur ne može prevesti u otopinu direktnim luženjem, nego je prva faza preradbe oksidacija telurida i njihovo prevođenje u lako topljivi oblik, a zatim slijedi dobivanje telura u elementarnom stanju elektrolizom iz otopine.

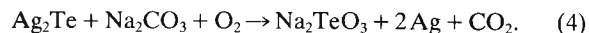
Teluridi se iz mulja, nakon uklanjanja bakra, oksidiraju i prevode u lako topljivi oblik prženjem, i to sulfatizirajućim prženjem, prženjem sa sodom i oksidacijskim prženjem.

Prilikom *sulfatizacije* mulj se prvo digerira sulfatnom kiselinom, a zatim se prži do temperature 450...550 °C. Pritom se zbivaju sljedeće reakcije:



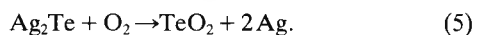
Mulj se zatim luži vodom, pa otopinom natrij-hidroksida, pri čemu telur prelazi u vodenu, odnosno u alkalnu otopinu (sl. 1). Iz vodene se otopine telur izdvaja cementacijom s bakrom, a iz alkalne otopine izdvaja se pri neutralizaciji u obliku telur(IV)-oksida. Cementat i oksid luže se zatim otopinom natrij-hidroksida, prevode se u otopinu kao Na_2TeO_3 , a elektrolizom te otopine konačno se dobiva elementarni telur čistoće 95...99,9%. U čelijama od nerđajućeg čelika i s takvim elektrodama elektrolizira se iz alkalnih otopina definiranog sastava, pri povišenoj temperaturi i gustoći struje od 60...200 A/m², već prema koncentraciji telura u elektrolitu.

Prženje sa sodom u prisutnosti zraka zbiva se na temperaturi 400...550 °C u električnim pećima uz istodobno sinteriranje



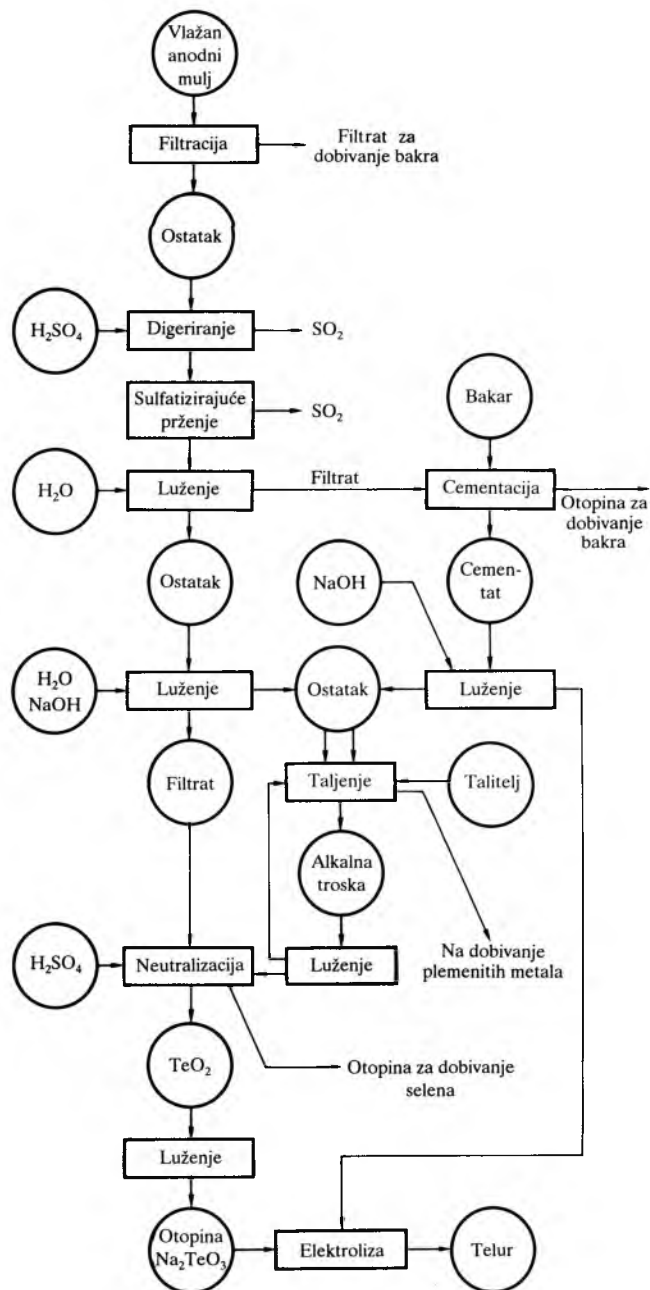
Nastali sinterirani proizvod luži se vodom i tali da bi se izdvojili plemeniti metali, a preostala se troska luži vodom i filtrat neutralizira sulfatnom kiselinom. Istaloženi telur(IV)-oksid luženjem se, kao i u postupku sulfatizacije, prevodi u otopinu, a elektrolizom se dobiva elementarni telur.

Oksidacijskim prženjem na temperaturi 600...730 °C stvara se prženac koji sadrži telur(IV)-oksid



Prženac se zatim tali radi izdvajanja plemenitih metala, a nastala se troska dalje obrađuje kao i u postupku prženja sa sodom.

Rafinacija telura. U tehničkom teluru proizvedenom po bilo kojem od opisanih tehnoloških postupaka, najčešće su prisutne sljedeće primjese: telur(IV)-oksid, selen, sumpor, olovo, bakar, natrij, silicij, aluminijski, željezo, kositar, bizmut, magnezij, arsen i klor, a ima i drugih elemenata. Zbog toga se telur rafinira, osobito ako se upotrebljava u tehnici poluvodiča. Za rafinaciju se primjenjuju različiti postupci, a rafinira se u više stupnjeva, kemijskim, fizikalnim i kombiniranim metodama. Od kemijskih se metoda najčešće primjenjuje frakcijska redukcija telura iz kiselih otopina, ponovno taloženje telur(IV)-oksida iz kiselih i alkalnih otopina i rekristalizacija telurovih spojeva. Jedan je od načina kemijskog prečišća-



Sl. 1. Proizvodnja telura sulfatizirajućim prženjem anodnog mulja preostalog nakon elektrolitičke rafinacije bakra

vanja telura i njegova oksidacija nitratnom kiselinom, otapanje nastalog telur(IV)-oksida u alkalijama ili u kloridnoj kiselini i redukcija telura elektrolizom ili sumpor(IV)-oksidom. Od mnogih fizikalnih metoda rafinacije najvažnije su: destilacija telura u struji inertnog plina, sublimacija i destilacija telura u vakuumu, destilacija telurovih spojeva, zonska rafinacija i usmjerena kristalizacija. Fizikalno-kemijski postupci za rafinaciju telura predstavljaju kombinaciju jednog ili više kemijskih s jednim ili više fizikalnih postupaka rafinacije i obično se primjenjuju kada se želi proizvesti telur vrlo velike čistoće (>99,999% Te) za tehniku poluvodiča.

Upotreba telura. Najšira je primjena telura u proizvodnji slitina sa olovom, pri čemu mali dodatak telura olovu poboljšava njegova antikorozijska i mehanička svojstva. Tako se, npr., slitine olova s telurom (maseni udjel telura 0,5%) upotrebljavaju za oblaganje uređaja za proizvodnju sulfatne kiseline i za izradbu drugih aparatura za kemijsku industriju. Pri proizvodnji zaštitnih slojeva za kabele olovu se također dodaje telur (do 0,1%) radi poboljšanja tvrdoće i elastičnosti. U staklarskoj i keramičkoj industriji telurovi se spojevi

upotrebljavaju za dekorativne boje. Telur služi i za vulkanizaciju guma. Elementarni telur i teluridi nekih metala primjenjuju se kao katalizatori u organskoj sintezi i pri preradi nafte.

Osnovno perspektivno područje primjene telura temelji se na njegovim poluvodičkim svojstvima i aktivnosti s obzirom na različite vrste elektromagnetnog zračenja. Telur zato služi za izradbu fotooptornika, fotoosjetljivih slojeva televizijskih ekrana, u dozimetriji, u prijamnicima infracrvenog zračenja itd. Teluridi se upotrebljavaju kao materijal za izradbu termogeneratora, koji mogu raditi i pri visokim temperaturama, te su našli primjenu u vojne svrhe i u tehnici svemirskih letova.

TELUROVI SPOJEVI

Telurovi su spojevi otrovni, a posebno se opasnim smatra telurovodik i telur(VI)-fluorid. S telurom i njegovim spojevima smije se raditi samo u zatvorenom zaštitnim kutijama (boksovima) s dobrom ventilacijom.

Telurovi spojevi šire nepodnošljivo neugodan zadah koji se upija u kožu i vrlo se sporo uklanja.

Telur(IV)-oksid, telur-dioksid, TeO_2 , najvažniji je telurov spoj. To je bijeli prah praktično netopljiv u vodi, lako topljiv u alkalijama i kloridnoj kiselini, a teže u nitratnoj i sulfatnoj kiselini. Sintetski oksid kristalizira tetragonalno, gustoća mu je $5,87 \text{ g/cm}^3$. Nastaje izgaranjem telura u struji zraka ili kisika. Pri zagrijavanju s ugljenom ili u struji vodika lako se reducira do elementarnog stanja. Preparativno se dobiva oksidacijom telura nitratnom kiselinom i hidrolizom solno-kiselih otopina. Telur(IV)-oksid se upotrebljava za izradbu halkogenidnih stakala koja propuštaju infracrveno zračenje. Osim toga, služi u kemijskoj industriji kao katalizator reakcija oksidacije i hidrogenacije.

Telur(VI)-oksid, telur-trioksid, TeO_3 , pojavljuje se u dvije kristalne modifikacije. α -modifikacija je smeđe boje, lako topljiva u jakim alkalijama, a teško u vreloj vodi, dok je β -modifikacija siva, inertna i teško se otapa u vodi i alkalijama. Termički je taj oksid nestabilan i razgrađuje se na temperaturi višoj od 400°C na TeO_2 i kisik. Može se dobiti samo posredno pri razgradnji teluratne kiseline, pri čemu se pod različitim uvjetima razgradnje dobivaju različite modifikacije.

Telurovodik, H_2Te , bezbojan je i otrovan plin. Može se dobiti djelovanjem razrijeđenih kiselina na teluride metala ili elektrolizom sumpornokiselih otopina na telurovoj katodi. Njegova topljivost u vodi slična je topljivosti sumporodika, a njegova vodena otopina ponaša se kao slaba kiselina.

Teluritna (telurasta) kiselina, H_2TeO_3 , nije poznata u izoliranom stanju, a vjerojatno nastaje pri otapanju telur(IV)-oksida u vodi. Takva vodena otopina reagira slabo kiselo. Soli teluritne kiseline, *teluriti*, opće su formule $x\text{MeO} \cdot y\text{TeO}_2$, a mogu biti bazni ($x > y$) i kiselni ($x < y$). Teluriti alkalijskih metala lako su topljivi u vodi, dok se teluriti teških metala u vodi teško otapaju.

Teluratna (telurova) kiselina, H_6TeO_6 , dobiva se djelovanjem jakih oksidacijskih sredstava na elementarni telur ili telur(IV)-oksid, uz naknadnu obradbu otopine koncentriranom nitratnom kiselinom. Javlja se u obliku na zraku postojanih bezbojnih kristala, kubične ili monoklinske kristalne modifikacije. Pri zagrijavanju dehidratira i prelazi u telur(VI)-oksid. Kiselina je dobro topljiva u vodi i njezine vodene otopine imaju svojstva slabe anorganske kiseline. Gradi soli *telurate* s potpunom ili djelomičnom zamjenom vodikovih atoma atomima metala. Najpoznatiji su telurati alkalijskih metala. S halogenim elementima telur lako reagira stvarajući halogenide opće formule TeX_4 (gdje je X atom halogenog elementa).

Teluridi su spojevi telura s elektropozitivnijim elementima, uglavnom s metalima. Po svojoj građi i svojstvima slični su sulfidima i selenidima. Dobivaju se neposrednim stapanjem komponenata u inertnoj atmosferi, djelovanjem telurovodika na metale pri povišenoj temperaturi ili njegovim propuštanjem kroz otopine metalnih soli. Najpoznatiji su teluridi alkalijskih

i zemnoalkalijskih metala, koji se javljaju u prirodi kao telurivi minerali, te teluridi metala cinkove podskupine. To su teluridi cinka, kadmija i žive (ZnTe , CdTe , HgTe) i svi pokazuju poluvodička svojstva. Poluvodiči su i teluridi nekih drugih elemenata (antimona, bizmuta, kositra, galija, indija, talija, silicija, fosfora).

Telur(IV)-klorid, telur-tetraklorid, TeCl_4 , najvažniji je među telurovim halogenidima jer je to polazna tvar za pripremu organotelurovih spojeva. To je žuti prah koji se topi na temperaturi 228°C , a može se dobiti od elemenata direktnom sintezom.

Organotelurovi spojevi. Kemija organotelurovih spojevi snažno se razvila u posljednjih dvadesetak godina. Poznato je mnoštvo lančanih i cikličkih spojeva dvovalentnog i četverovalentnog telura, koji se zbog svog antibakterijskog djelovanja upotrebljavaju za liječenje kožnih bolesti, kao fungicidi i sl.

LIT.: K. W. Bagnall, The Chemistry of Selenium, Tellurium and Polonium. Pergamon Press, Oxford 1975. – B. Đurković, D. Đurković, Metalurgija retnih metala. Građevinska knjiga, Beograd 1976. – K. Zanio, Cadmium Telluride, Semiconductors and Semimetals. Academic Press, New York 1978. – D. Maschewsky, Tellur und Tellur-Verbindungen, u djelu: Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Band 22. Verlag Chemie, Weinheim 1982.

Redakcija

TEMELJENJE, gradnja konstruktivnih dijelova, temelja, koji prenose sile građevina na tlo tako da deformacije i pomaci građevine ili njezinih dijelova zbog preokračanja dopuštenog opterećenja ili zbog zbijanja rahlog tla ostanu u granicama koje ne ugrožavaju njezinu stabilnost i funkcionalnost.

Građevina, temelji i tlo konstruktivna su cjelina, pa vrste i način temeljenja ovise o tipu i veličini građevine te o vrsti i svojstvima tla. Sigurnost, funkcionalnost i ekonomičnost građevine ovise ponajviše o ispravnom odabiru vrste temelja i o ispravnom njegovu ostvarenju.

Bitan je preduvjet za uspješno projektiranje bilo koje građevine i njenih temelja poznavanje sastava i svojstava različitih vrsta tala. Takvi se podaci prikupljaju bušenjem tla, indirektnim metodama (geoelektrična, geoseizmička mjerenja) i ispitivanjem fizikalnih svojstava naslaga tla na terenu i uzoraka tla u laboratoriju (v. *Mehanika tla*, TE 8, str. 235). Ti su podaci osnova za odabir najpovoljnijeg tipa temelja i za proračun njegovih dimenzija.

U praskozorje naše civilizacije kada je čovjek izašao iz spilja i napustio nomadski život, nastala je potreba temeljenja pri građenju nastambi, za učvršćenje stupova i poslije, za građenje sojenica redovno u mekom barskom terenu. Od tada datira upotreba pilota (šipova) za sigurno građenje na mekom tlu kojih se tragovi nalaze uz plitke obale mnogih jezera u Europi i svijetu.

Sačuvane velike građevine ranoga povijesnog razdoblja od Indije, Mezopotamije, Egipta, preko Grčke i Rimskog Carstva, srednjeg vijeka i renesanse svjedoče kako je ljudska civilizacija uspješno razvila temeljenje u prvom redu zato što su se građevine tada mogle postaviti na prikladno temeljno tlo. Do naših su se dana sačuvale ili čitave ili u ostacima one građevine koje su bile na dobrom temeljnom tlu, a neuspjela su temeljenja nestala u zaboravu prošlosti. Gradilo se tada pretežno na čvrstom tlu, a već je u starom vijeku razvijena tehnika temeljenja koja je omogućavala građenje u vodi.

Ostalo je, međutim, sačuvano i nekoliko primjera pogrešnog ili neuspjelog temeljenja. Jedan je takav primjer kosi toranj u Pisi (v. *Mehanika tla*, TE 8, str. 235), građen kroz više od 200 godina, počev od 1180, na recentnim nekonsolidiranim naslagama rijeke Arno. Građen je polaganom na masivnom plitkom temelju, kako je nalagalo iskustvo s građenjem drugih zgrada u tom gradu. Toranj je za razliku od ostalih zgrada bio veoma visok, pa se već u početku građenja naginjao i danas je nagnut od vertikale za $\sim 5,4^\circ$ te je blizu kritičnog nagiba kad će se prevrnuti. Administrativni stručnjaci nemaju hrabrosti da prihvate bilo koji od mogućih prijedloga da se taj proces zaustavi. I Venecija, grad na lagunama s mnoštvom velikih palača i crkava iznimne ljepote, građena je na meku i stišljivoj terenu na bezbroj drvenih pilota koji još danas odolijevaju utjecaju vremena. Nenadano se, međutim, usred bijela dana srušio zvonik Sv. Marka ispred Duždeve palače (1902) i malo tko zna da je današnji zvonik tada sagrađen kao vjerna kopija originala.

Klasične metode temeljenja bile su do početka industrijske ere plitki temelji na dobrom tlu, drveni piloti za teže građevine na slabu tlu te drveni sanduci i roštilji za temelje građevina u vodi. Industrijska era zahtijevala je, međutim, sve veće i teže građevine, a izbor mjesta prema prikladnosti terena