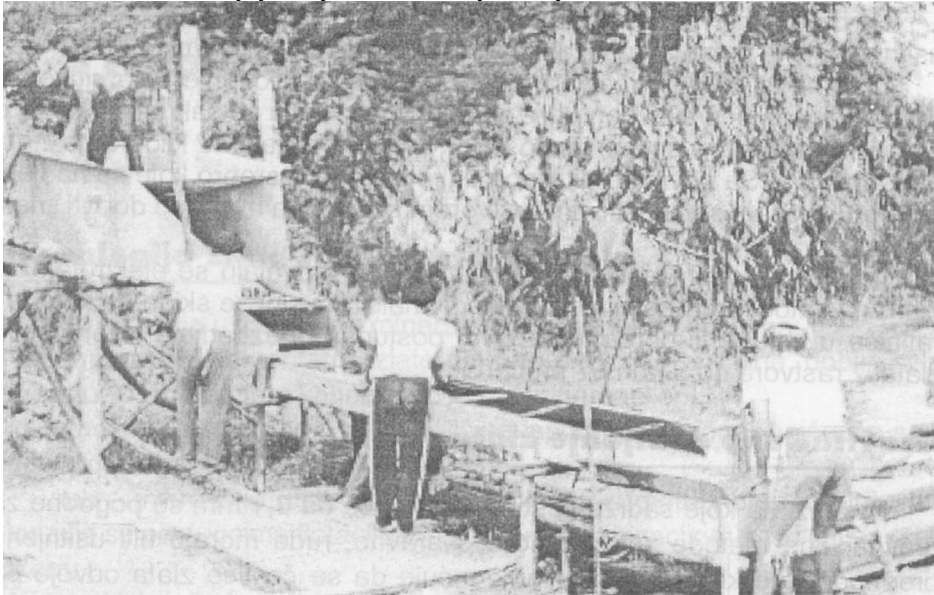


Ispiranje zlata

Do sredine devetnaestog veka proizvodnja zlata je, uglavnom, dolazila iz ispiranja nanosa reka i, u manjoj meri, iz otkopavanja žica. Od tog vremena počinje šira primena većeg broja tehnologija za dobijanje zlata iz različitih ruda.

Svi procesi ispiranja zlata iz nanosa reka zasnivaju se na velikim razlikama u specifičnim težinama između čestica i komada zlata i prateće stene. Najčešća prateća stena je kvarc. Specifična težina kvarca je $2,65\text{g/cm}^3$, a zlata $19,3\text{g/cm}^3$. Znači da je zrno zlata teže od istog zrnca kvarca preko 7 puta. Ova razlika dovodi do različitog ponašanja i kretanja zrnaca zlata i stena u vodenim tokovima što je iskorišćeno u više različitih uređaja kojima se dobija ovaj metal.



Uređaj za ispiranje zlata

Ispitak i rudarski tanjir su najjednostavniji ručni alati za odvajanje zlatnih zrna iz peska. Kada je potrebno ispiranje veće količine nanosa radi dobijanja zlata, najčešće se, najpre, sejanjem odvoje krupniji komadi koji, po pravilu, ne nose zlato. Potom se pesak, sa dosta vode, pušta da teče drvenim kanalima pod izvesnim nagibom. Po dnu drvenih kanala postavljene su poprečne letvice. Zahvaljujući tome što čestice zlata, kao teže, klize po samom dnu kanala, ove prepreke ih zadržavaju, a čestice peska voda odnosi. Povremeno se zaustavlja propuštanje vode sa peskom kroz kanale i sakuplja nataloženo zlato. Pošto se pored zlata tu,

ipak zadržavaju i čestice peska, obavlja se dodatno ručno prepiranje. Ovakav postupak je primenjivan u vreme zlatnih groznica, pa se često može videti u filmovima (st. 42).

Pored primene najjednostavnijih uređaja kao što su drveni kanali, korišćeni su, a i danas se koriste, i drugi koje se zasnivaju na sličnim principima izdvajanja zlata. Najpoznatiji su klatni stolovi kod kojih se odvajanje čestica zlata potpomaže oscilacijama. Spiralni koncentratori su uređaji koji su korišćeni u nekom vidu još u starom Egiptu a sastoje se od vertikalnog spiralnog kanala (sl. 61).

Gravitacione metode koncentracije zlata iz nanosa reka, koje su korišćene u različitim vidovima i pre više hiljada godina, koriste se i danas, naravno, uz savremeno konstruisane uređaje.

Pored ovih metoda za dobijanje zlata iz nanosa, a još više iz otkopanih ruda, koriste se amalgamacioni postupak, flotacija i luženje.

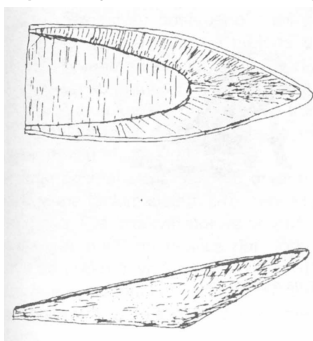
Rudarski tanjir

Rudarski tanjir je osnovna alatka ispiraća zlata. To je metalni, tanjir prečnika oko 60 centimetara. Služi za obaranje rečnog peska ili samlevene rude. Pesak ili samlevene ruda se sa vodom sipaju u tanjir, ispirać ga drži u rukama, pokreće tako da se masa u njemu kreće levo-desno. U toku kretanja na dno tanjira se sakupljaju teži minerali, ili zrnca zlata. Gornji deo peska se odbacuje, tako da na dnu postpeno ostanu samo teške čestice. Tada se mogu uočiti komadići ili zrnca zlata, ako ih ima.

Rudar-ispirać sa tim tanjirom oprobava u rečnom toku pesak na raznim lokacijama tražeći naslage sa većom koncentracijom zlata.

Ispitak

Ispitak je alat rudara-ispiraća kojim posle pronalaženja zlata uz pomoć rudarskog tanjira ispira manje količine peska. Postoje različiti oblici i veličine ispitaka. Mahom su to drvena korita kod kojih je jedna bočna strana otvorena. Dužine je ispod metra, a širine tridesetak santimetara. Zlatonosni pesak se sa vodom stavlja u ispitak, pa se pokretanjem napred-nazad dovodi do kretanja mase. Usled raslojavanja po težini zlatne čestice odvajaju se od peska. Pesak odlazi sa vodom preko ivice ispitka, a zlato ostaje na dnu.



Ispitak od drveta

Ploveći bageri

Zlatonosni nanosi manjih reka koriste se tako da se ručno, ili pomoću nekih utovarivača, otkopavaju naslage peska i potom ubacuju u manja, najčešće pokretna postojenja za izdvajanje koncentrata zlata.

Velika nanosna ležišta su obično pored tokova velikih reka. Dubina nanosa može biti i više desetina metara a slojevi sa najviše zlata su uglavnom, na većim dubinama. Da bi se uklonile velike količine nanosa sa površine i doprlo do dubljih zlatonosnih slojeva najčešće se koriste ploveći bageri. Ploveći bageri koriste se stotinak godina i predstavljaju kompletno postrojenje za odstranjivanje površinskih naslaga i vadjenje peska do površine bagera gde se pesak seje i, najčešće, gravitaciono izdvaja zlato.

Da bi se bager pomerao, sagradjen je kao ploveći ponton tako da sam sebi stvara plovne puteve. Iskorišćeni materijal se sa bagera odmah vraća u prethodno otkopani prostor.



Potruga za zlatom na rečnom dnu

Flotacija zlata

Proces flotiranja zlata koristi se kod ruda koje sadrže niske koncentracije ovog metala, najčešće oko jednog grama po toni sirovine. Za primenu flotiranja uslov je da se zlato u rudi javlja u vidu sitnih čestica ili vezano za sulfidne minerale kao što su pirit ili minerali bakra, olova i cinka.

Flotiranje se sastoji u razdvajanju čestica minerala, ali u ovom slučaju zlata od čestica jalovih stena i to pomoću pene. Da bi se omogućilo

flotiranje najpre se ruda drobi i melje u veoma finu prašinu sa česticama koje ne prelaze krupnoću 0,07 milimetara. Drobljenje rude se obavlja u suvom stanju a melje se u mlinovima sa dodatkom vode. Samlevena ruda sa vodom stvara pulpu koja se, uz dodavanje reagenasa za stvaranje pene i drugih koji omogućuju proces razdvajanja, šalje u flotacione mašine.

Uduvavanjem vazduha u pulpu sa dodatim reagensima stvaraju se mehurići pene na koje se lepe zlatonosni minerali ili čestice zlata i isplivavaju na površinu. Pena sa česticama zlata, odnosno koncentrat, stalno se uklanja sa površine pulpe u flotacionoj mašini i odvodi u dalji proces flotiranja radi metalurške prerade.

Jalova stena se kroz dno mašine odvodi na skladište jalovine. Proces flotiranja sadrži niz dopunskih tretmana pulpe koji služe da se postigne što veće iskorišćenje zlata. Iskorišćenje je zavisno od mnoštva faktora i kreće se do 95 procenata. Koncentrat zlata, zavisno od sadržaja u polaznoj rudi i drugih uslova, treba da sadrži preko 50 grama zlata po toni i takav se podvrgava topljenju ili luženju radi dobijanja čistog metala.

Amalgamacija

Amalgamacija je bila poznata i u Starom veku i bila je, do početka ovog veka, osnovna metoda za koncentraciju zlata i srebra. Flotacioni i cijanidni procesi su postepeno istisli ovu tehnologiju, pre svega zbog iskorišćenja koje je kod ove metode u proseku 70-75 posto. Procesima flotacije i cijanizacije moguća su iskorišćenja 90 do 95 posto što je vodilo u njihovu široku primenu. Amalgamacija se još uvek primenjuje, pre svega, zbog troškova koji su, najčešće, za trećinu niži od troškova cijanizacije.

Amalgamacija se primenjuje za dobijanje zlata iz sirovina u kojima se ono nalazi u obliku sitnih čestica. Ako su čestice ispod 0,4 mm koriste se amalgamacioni stolovi. To su drvene ploče pokrivene bakarnim limom i prevučene tankim slojem žive. Stolovi su 4-5 metara dugački, a široki oko 1,5 metara. Preko takvih stolova propušta se mešavina rude i vode. Prelazeći preko ovih površina, čestice zlata tonu u živu a stenski materijal sa vodom sliva se preko površine stola. Povremeno se prekida protok pulpe, skida sloj žive sa zlatom i upućuje na odvajanje. Filtriranjem i destilacijom dobija se koncentrat zlata sa 60-70 posto metala koji ide na metalurško dobijanje zlata.

Zlato dobijeno u metalurškim procesima mora se prečistiti, odnosno rafinisati. Rafinisanje hlorisanjem u rastopljenom stanju, po Milakovom procesu, daje čistoću 996 do 997, a kada se rafinacija obavlja

elektrolizom, po Volvilovom procesu (Wohlwill), dobijaju se poluge čistoće 999,5 do 999,8 promila.

Stari postupak dobijanja srebra

Davno napuštena tehnologija dobijanja srebra iz ruda koje su sadržale veće koncentracije ovog metala bazirane je na cementaciji.

Ruda u kojoj je najviše bilo minerala argentita i prustita je usitnjavana tucanjem a, potom, mešana sa kamenom soli. Ovakva smeša se rasprostirala na neku kamenu podlogu i preko nje su se terali konji kao kod nakadašnje vrše žita. Mešanjem soli i rude srebra dolazilo je do reakcije u kojoj se stvara hlorid srebra, cirargirita. Posle nekoliko dana smesi bi se dodavali plavi kamen i komadići gvoždja. Reakcijom gvoždja sa plavim kamenom nastaje metalni bakar i sulfid gvoždja. Nastali bakar reaguje sa cirgiritom i stvara se koloidno srebro koje se, potom, iz smese odvaja amalgamacijom sa živom. Amalgam bi se grejao da živa ispari i kao krajnji proizvod dobijalo bi se metalno srebro.

Srebro iz olovo-cinkovih ruda

Najveći deo proizvedenog srebra danas dolazi iz olovo-cinkovo-srebrnih ruda. Olovo i cink kod topljenja ruda se mešaju u rastopu ali kada se snižava temperatura dolazi do razdvajanja dva sloja. Donji sloj, olovni, ima veoma malo cinka a gornji, cinkov ima malo olova. Pošto je rastvorljivost srebra u cinku znatno veća nego u olovu, skoro celokupna količina srebra iz prvobitnog rastopa, prelazi u cinkov sloj iz koga se zatim izdvaja destilacijom cinka i oksidacijom olova.

Prečišćavanje srebra dobijenog u metalurgiji najčešće se obavlja elektrolizom, pri čemu je elektrolit rastvor srebro-nitrata a anoda ploča od sirovog srebra. Na katodi se izdvaja čisto srebro, a bakar, olovo, cink i druge nečistoće ostaju u rastvoru. Zlato, koga često ima kao primese, ostaje nerastvoreno i sakuplja se na dnu kada kao anodni mulj.

Kupelacioni postupak

Ovaj postupak primenjuje se za izdvajanje srebra iz sirovog olova bogatog srebrom.

Kupelacija se zasniva na tome da se u rastop smese metala, u kome dominira olovo uduvava vazduh. Ovim se postiže oksidacija olova i drugih neplemenitih metala. Oksidušu se najpre cink, gvoždje i nikl koji plivaju po rastopu i uklanjaju se. Potom se odstranjuju drugi metali kao što su kalaj, arsen, antimon, deo bakra i bizmuta. Postupak oksidacije i uklanjanja oksida sa površine rastopa ponavlja se sve dok se ne dobije

95-procentno srebro sa drugim plemenitim metalima. Dobijeno srebro najčešće sadrži zlato, pa se u daljem postupku najpre odvaja ovaj metal.

Hidrometalurške metode

U savremenoj industrijskoj praksi primenjuju se sledeći hidrometalurški procesi u dobijanju zlata:

cijanidno luženje zlatonosne sirovine na gomilama ili agitacijom uz izdvajanje zlata iz rastvora aktivnim ugljem (CIL-postupak);

kombinacioni procesi luženja i taloženja na aktivnom uglju (CIP-postupak);

luženje zlata tioureom;

priprema sulfidnih ruda za luženje oksidacijom u autokalvima.