

INFORMACIJE B
Broj 22



Mr. geol. BUDIMIR FILIPOVIĆ — dipl. geol. MILAN MARKOVIĆ

METODIKA HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA RUDNIČKIH VODA

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD 1964.

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Glavni urednik
Dipl. ing. MOCO SUMBULOVIC

R e d a k c i o n i o d b o r

Blažek ing. Aleksandar, Čepercović ing. Miodrag, Dular ing. Slavko, Đordjević ing. Kirilo, Filipovski ing. Blagoje, Gluščević prof. ing. Branko, Jovanović dipl. hem. Nićifor, Kovačević ing. Vjekoslav, Lešić prof. dr ing. Đura, Malić prof. dr ing. Dragomir, Marinović ing Ivo, Mihajlović ing. Jovan, Misita ing. Risto, Novaković ing. Ljubomir, Odić ing. Tvrtko, Perišić ing. Mirko, Petrović prof. ing. Milorad, Popović ing. Božidar, Slokan prof. dr ing. Karel, Spasojević ing. Borislav.

Mr. geol. BUDIMIR FILIPOVIĆ — dipl. geol. MILAN MARKOVIĆ

METODIKA HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA RUDNIČKIH VODA

Beograd, 1964.

S A D R Ž A J

	<i>Strana</i>
U v o d	3
Značaj i potrebe proučavanja rudničkih voda	3
Hidrogeološka istraživanja u periodu prethodnog istraživanja rudnog ležišta	6
Hidrogeološka istraživanja u periodu detaljnih istraživanja rudnog ležišta	8
Hidrogeološka istraživanja u periodu izrade jamskih radova	10
Hidrogeološka istraživanja pri eksploataciji rudnih ležišta	11
Detaljno hidrogeološko kartiranje rudnog polja	11
Kompleksno osmatranje režima površinskih, podzemnih i rudničkih voda	12
Stalna osmatranja površinskih voda	13
Osmatranje režima podzemnih voda	14
Stalna osmatranja režima rudničkih voda	16
Osmatranje postojanosti stena u rudarskim radovima	18
Metode proučavanja sitnih pukotina u stenama	19
Metoda merenja	20
Metoda masovnog merenja	20
Geofizičke metode istraživanja	21
Zaključak	22
Literatura	23

U V O D

Poslednjih godina hidrogeologija rudnih ležišta se i u svetu i kod nas brzo razvija. Njen brzi razvoj u posleratnom periodu uslovljen je mnogobrojnim problemima, koji nastaju prilikom razrade i eksploatacije rudnih ležišta, usled prisustva većih ili manjih količina podzemnih voda, koje u određenim uslovima postavljaju probleme preko kojih se ne može preći.

U rudarskoj praksi su sve češći izraziti i specifični primeri ovodnjenosti rudnih ležišta, gde se problem odvodnjavanja odnosno isušivanja rudnog ležišta (u celini ili njegovih pojedinih delova) postavlja u prvi plan.

Postojanje takvih problema, vezanih za razradu i eksploataciju rudnih ležišta, uslovilo je izdvajanje posebne grane u okviru hidrogeologije, hidrogeologija rudnih ležišta, koja se je kao takva nametnula svojom obimnom, specifičnom i raznovrsnom problematikom.

Iako je hidrogeologija rudnih ležišta kod nas tek u početku razvoja, ona svakim danom sve više skreće pažnju, jer se stalno pojavljuju problemi, koji se rešavaju ili očekuju svoje rešenje. U tom pogledu čine se napor da ova problematika nadje svoje mesto, jer je zaista krajnje vreme da bude postavljena i perspektivno razradjena.

ZNAČAJ I POTREBE PROUČAVANJA RUDNIČKIH VODA

U našoj zemlji se poslednjih godina na pojedinim rudnicima ulažu velika materijalna sredstva u cilju rešenja problema odvodnjavanja — isušivanja

rudnih polja (Kreka, Kostolac, Mostar, Vrdnik i dr.).

Osnovni put je ka iznalaženju konkretnih mera za odvodnjavanje pre ili u toku eksploatacije, a najčešće kad se odgovarajući problemi pojave. U tom pogledu postignuti su izvesni rezultati (Kreka), ali podaci o tome, nažalost, još nisu objavljeni. Uglavnom, sva istraživanja i postavljanje odnosno preduzimanje odgovarajućih mera još uvek se odvijaju na svojstven način ili bolje rečeno onako, kako to na prvi pogled nametnu problemi. Sve to dovodi do lutanja u toku istraživanja i rešavanja odgovarajućih problema, često sa neizvesnim očekivanjima. Dobrim delom, ovo je potpomognuto i jednostranim prilaženjem problemima, što u svakom slučaju donosi slabe rezultate.

Proučavanje rudničkih voda predstavlja jedan od važnih delova kompletног istraživanja prirode ležišta, kako za vreme prospekcije, tako i u toku istražnih, a naročito eksploatacionih radova.

Mnoga rudna ležišta postala su geochemijskim radom podzemnih voda u geološkoj prošlosti: migracija hemijskih elemenata u zemljinoj kori, njihova koncentracija u obliku rudnih naslaga često se javlja kao rezultat raznolikih hidrohemičkih procesa, koji nastaju cirkulacijom podzemnih voda i njihovim medjusobnim uticajem na stene u kojima cirkulišu. U takva ležišta spadaju: hidrotermalna, metazomatska, infiltraciona, hipergena itd.

Podzemne vode pri svom kretanju i medjusobnim dejstvom s mineralnim tvorevinama imaju osnovnu ulogu u procesima izmene ležišta, mestimice dodeći do ponovnog obogaćenja na jednom i do razaranja ležišta na drugom mestu. Izučavanje

nidrogeološkog dela tih procesa može uati uragocen materijal za prospexiju i istraživanje rudnih ležišta.

Pri otvaranju i razradi ležišta obično se pojavljaju podzemne vode, koje ponekad uslovljavaju izvodjenje rudarskih radova i eksploataciju rude. Borba s podzemnim vodama zahteva preduzimanje niza specijalnih radova: postavljanje moćnih pumpi, isušivanje horizonata-slojeva pomoću bušotina sa sniženjem nivoa izdani, drenažnih potkopa, utisnih filtera, specifičnih načina izrade jamskih radova u rastresitim vodonosnim stenama i dr.

Količina iscrpljene vode iz rudničkih radova obično znatno prelazi količinu izvadjene rude. U nekim slučajevima pritacaj vode u rudničke prostorije dostiže ogromne razmere. Tako u terenima prostranog razvića karsta, poznata su svetska ležišta, gde pritacaj vode dostiže i 5.000 m³/čas. Kod nas je poznat primer, rudnik mrkog uglja Mostar, u kome pritacaj vode u pojedinim godišnjim periodima mogu biti oko 3.600 m³/čas. Neravnomernost pritacaja povezana sa nejednorodnošću ovodnjениh pukotina u stenama u karstnim naslagama i na mestima gde su razvijene tektonske pukotine, često predstavlja iznenadne provale voda, koje potapaju radove.

S pritacajem vode u rudarske radove povezan je čitav niz pojave deformacija stena od kojih posebno mnogo komplikacija čine tekući peskovi.

Prodori tekućih peskova u rudničke radove понекad imaju katastrofalan karakter i ne samo da dovode do gubljenja celokupne opreme i instalacija u rudniku, nego često povlače za sobom i znaće štete nadzemnih rudničkih objekata, zgrada i sl.

Pri otkrivanju rudišta površinskim kopom, u slučaju prisustva "promenljivo ovodnjenihs peskovo-to-glinovitih stena, dolazi do oburvanja i kliženja (pojedinih blokova stena na ivicama kopa ili celog kopa, istočni deo kolubarskog basena).

U rudarskoj praksi su poznati slučaji kada se, usled velike ovodnjnosti ležišta, nije mogla osvojiti projektovana dubina radova u toku nekoliko godina. Imajući u vidu veliku ovodnjenosnost stena u povlati, čitav niz ležišta se ne eksploatiše u očekivanju tehnički pouzdanijih i ekonomski pogodnijih načina razrade (polje „Drmno“ — Kostolac).

Pri eksploataciji rudnih ležišta u uslovima karsta, detaljno izučavanje uslova ovodnjnosti ležišta ima presudan značaj za dobijanje i bezopasno izvodjenje rudarskih radova.

Nedovoljna ocena ugroženosti od pritacaja velikih masa karstnih voda može da dovede do potapanja jamskih radova sa svim urednjajima. Likvi-

dacija takvih katastrofa često je vezana s ogromnim materijalnim rashodima (mostarski rudnik uglja).

U zakaršćenim karbonatnim stenama izvodjenje rudarskih radova zahteva mnogo vremena i sredstava, jer pritacaj vode iz zakaršćenih krečnjaka u jamske radove u toku razrade ležišta često dostiže 300—350 m³/čas.

Proučavanje ovodnjnosti ležišta i objašnjenje uloge različitih prirodnih faktora: geoloških struktura, zaledanja vodonosnih pukotina, povezanosti podzemnih voda s površinskim — predstavljaju jedan od osnovnih zadataka hidrogeologije rudnih ležišta.

Druga grupa zadataka povezana je sa proučavanjem hemijskog sastava vode rudnih ležišta. Sastav tih voda je veoma raznolik i zavisi od geološke istorije ležišta, uslova zaledanja pukotina s vodom mineralnog sastava ležišta kao i susednih stena.

Na rudnim ležištima sreću se kako slatke vode hidrokarbonatnog i hidrokarbonato-sulfatnog tipa, tako i različiti tipovi vode s povišenom mineralizacijom i visoko mineralizovani rasoli. U nekim ležištima vode dobijaju specifičan sastav (Suplja Stena, Bor, Tušanj i dr.) usled prelaza u rastvor karakterističnih elemenata, koji se nalaze u mineralnim naslagama. U drugim slučajima karakteristične crte mineralizacije vode nastaju u posebnim uslovima formiranja (vode naftnih i gasnih ležišta). Takve vode mogu da služe kao pokazatelji prisustva odgovarajućih mineralnih naslaga prilikom njihovog istraživanja. Često takve vode imaju ekonomski značaj i predstavljaju poseban interes za dobijanje odgovarajućih mineralnih sirovina (npr. dobijanje soli iz podzemnih voda u Tušnju, proces cementacije u Boru i dr.).

U novije vreme u svetu se razraduju hidrogeološki kriterijumi, koji u kompleksu s drugim podacima mogu biti iskorišćeni pri istraživanju ležišta naftne kamene soli, bakra i nekih drugih obojenih metalâ i retkih elemenata.

Podzemne vode koje se sreću u oblasti rudnog ležišta privlače na sebe pažnju i u pogledu njihovog korišćenja za piće i tehničko vodosnabdevanje. Ovo pitanje ima veliki značaj pri kompleksnom rešavanju problema eksploatacije ležišta.

Pri prostim uslovima otvaranja ležišta, a pri složenim uslovima u pogledu vodosnabdevanja, hidrogeološka istraživanja treba da budu usmerena na istraživanja izvora za obezbedjenje rudnika vodom i obrnuto, složeni uslovi jamskih radova, a jednostavni uslovi vodosnabdevanja zahtevaju detaljno rešenje problema isušivanja jamskog polja

Na nekim ležištima isušivanje i vodosnabdevanje mogu biti složeni. U takvim slučajevima geološka istraživanja treba da budu usmerena u oba pravca. Svi ti raznoliki hidrogeološki zadaci, koji nastaju u vezi s otkrivanjem rudnih ležišta, svode se u suštini na rešavanje dva osnovna problema: izbor najracionalnijih sredstava u borbi s vodom pri izvodjenju rudarskih radova odnosno eksploraciji i rešavanje vodosnabdevanja rudnika. Prema tome, značaj proučavanja rudničkih voda je više struk bilo po njihovoj vrednosti za dobijanje pojedinih mineralnih sirovina ili za otkrivanje istih, bilo za vodosnabdevanje ili pak za sprečavanje štetnih posledica, kako pri iznenadnim prodorima podzemnih voda u rudnike, tako i za preduzimanje mera protiv njihovog štetnog hemijskog dejstva (korozija rudničke mehanizacije i dr.), kao i sprečavanja štetnog uticaja na ljudske organizme, jednom reči. svodenjem materijalnih sredstava, u borbi s rudničkim vodama, na minimum.

Potrebe proučavanja rudničkih voda su, takođe velike i od velikog značaja za rudničku privredu.

Za pravilno industrijsko osvajanje rudnih ležišta potrebno je još u periodu njihovih detaljnih istraživanja u potpunosti proučiti prirodne hidrogeološke uslove, u okviru kojih treba da budu proučena tri osnovna problema:

- stepen ovodnjenosti ležišta i hidrogeološki uslovi njegovog otkrivanja i eksploracije;
- stepen postojanosti stena rudnog polja i inženjersko-geološki uslovi jamskog ili površinskog otkopa; i
- uslovi vodosnabdevanja (pitka i tehnička voda) budućeg rudnika.

Medutim, "u praksi, ovi uslovi se ne ispunjavaju. U periodu istraživanja ležišta često se rešavaju samo posebni hidrogeološki problemi (ili se isti potpuno zanemaruju, što je vrlo čest slučaj) npr. vodosnabdevanje budućeg rudnika, a pri tom se ne proučavaju uopšte uslovi ovodnjenosti rudnog polja i mere borbe s velikim pritiscnjima vode u rudarske radove. Ili, obrnuto, u periodu istražnih radova javljaju se odredjeni hidrogeološki problemi kojima se posvećuje pažnja u toku otkrivanja ležišta, a zadaci oko vodosnabdevanja budućeg rudnika ostaju nerešeni. Nedovoljno ili se uopšte ne prikazuju inženjersko-hidrogeološke prilike, a naročito pri površinskom otkopavanju.

Za nepotpuno rešavanje hidrogeoloških zadataka u periodu istražnih radova rudnih ležišta postoji više uzroka, a jedan od glavnih je slaba organiza-

cija hidrogeološke službe na mestima svih manjih istražnih geoloških objekata.

Prva dužnost je proučavanje hidrogeoloških prilika rudnih ležišta i potpuno osvetljavanje kompleksa hidrogeoloških pitanja u odnosu na dva osnovna problema — isušivanje (odvodnjavanje) i vodosnabdevanje.

Zadatak hidrogeoloških istraživanja u periodu industrijskog osvajanja rudnog ležišta sastoji se u pravilnoj organizaciji nadzora kako površinskih tako i jamskih radova sa izgradnjom vodozahvatnih objekata u cilju blagovremene ocene detalja složenih hidrogeoloških faktora i razrade efektivnih mera, koje obezbeđuju bezopasno izvodjenje radova. Hidrogeologu se daje, takodje, mogućnost da u tom periodu proveri ranije proračune o prognozi pritacija vode u rudarske radove, o prognozi izdostnosti vodozahvatnih objekata i dr.

Na taj način, kao druga dužnost javlja se organizacija pravilnog i blagovremenog nadzora u periodu izgradnje rudnika. Ovaj nadzor je neophodan na rudnim ležištima u složenim hidrogeološkim uslovima.

Kao što je poznato, hidrogeološka istraživanja rudnih ležišta se ne ograničavaju samo na period izgradnje—istraživanja, već se nastavljaju i za vreme eksploracije rudnog ležišta.

U tom periodu na objektima sa složenim prirodnim uslovima postavlja se čitav niz zadataka:

- kompleksno proučavanje režima podzemnih i rudničkih voda u cilju preduzimanja najneophodnijih mera borbe s velikim pritiscnjima vode u rudarske radove i preventivnih mera radi blagovremenog otklanjanja štetnih uticaja;
- hidrogeološko obrazloženje o izvodjenju radova na projektovanim horizontima;
- hidrogeološko obrazloženje o mogućem proširenju vodozahvatnih objekata koji su u rādu;
- hidrogeološki nadzor u eksploraciji odvođenih delova ležišta itd.

Iz tih razloga u velikim rudnicima, u prvom redu u onima koji se nalaze u složenim prirodnim hidrogeološkim uslovima, potrebno je organizovati stalnu hidrogeološku službu ostvarenja nepodnog nadzora pri eksploraciji rudnog ležišta.

Očevidno je da će sadržaj hidrogeoloških radova i njihov obim za rešenje navedenog zadataka zavisiti od stepena složenosti hidrogeoloških uslova rudnog ležišta.

Teškoće koje stvaraju podzemne vode u rudnicima mogu biti višestruke i raznovrsne. Neprestano doticanje vode u rudarske radove otežava rad u rudniku, utiče na smanjenje produktivnosti rada i

eksploatacije rudnog tela. Naglo prodiranje podzemne vode u velikim količinama dovodi do potapanja rudnika, a ponekad i do katastrofa koje su prane ljudskim žrtvama. Velike statičke rezerve podzemnih voda, koje se nalaze iznad rudnog tela, prilikom razrade ležišta ili eksploatacije predstavljaju stalnu opasnost i mogu naglo da prodrat u rudnik i da ga potope. Zbog postojanja takvih mogućnosti (potapanje rudnika), što za sobom nosi čitav niz posledica potrebno je što detaljnije hidrogeološki proučiti rudno ležište i preduzeti mere za odstranjivanje suvišnih voda kako bi se radovi i eksploatacija normalno razvijali, a istovremeno izbegle nepredvidjene katastrofe do kojih bi moglo doći.

Pored toga, treba voditi računa o količinama vode koje se odvode iz rudnika, jer iste mogu da variraju u širokim granicama, a što zavisi od kompletne uslove datog ležišta, koji u određenim trenucima mogu da stvore neželjene teškoće.

Ospozobljavanje rudnika za ponovni rad zahteva često veoma mnogo truda, sredstava i vremena. Poznati su primeri u svetu gde je na pojedinim rudnim ležištima bilo potrebno izbaciti nekoliko stotina miliona m³ vode, znači više nego što sakupe neka veštačka jezera.

Hidrogeološka proučavanja rudnih ležišta treba, pre svega, da pruže jasniju sliku o hidrogeološkim osobinama stena, o tipovima izdani i o njihovom odnosu prema rudnom telu s jedne strane, kao i prema susednim stenama sa kojima čine celinu s druge strane, o količinskim karakteristikama pojedinih izdani, o načinu i uslovima hranjenja izdani, a samim tim i rudničkih voda, o načinu dreniranja izdani (prirodno ili veštačko, ili i jedno i drugo) i slično. "Na osnovu hidrogeoloških proučavanja, koja su nesumnjivo potrebna i od velikog značaja, treba preduzeti tehničke mere za odvodnjavanje rudnika i rudnog ležišta, mere za poboljšanje uslova rada u rudniku u cilju povećanja proizvodnje, mere da bi se izbeglo potapanje (potpuno ili delimično) rudnika ili da bi se sprečili iznenadni prodori podzemnih voda.

Rudna ležišta nalaze se u zemljinoj kori u veoma različitim geološko-hidrogeološkim uslovima, koji su ponekad vrlo prosti ili vrlo složeni, kako u mlađim tako i u najstarijim terenima, u različitim stenama i na različitim dubinama. U zavisnosti od ovih faktora, hidrogeološki uslovi rudnog ležišta mogu biti prosti, složeni i veoma složeni.

U zavisnosti od značaja i potreba rešavanja hidrogeoloških problema bilo u vezi sa odvodnjavanjem rudnika ili vodosnabdevanjem istog s jedne

strane, i u zavisnosti od stepena složenosti rudnog ležišta, s druge strane, sadržaj hidrogeoloških radova i njihov obim u pojedinim etapama istraživanja i eksploatacije biće različiti.

HIDROGEOLOSKA ISTRAŽIVANJA U PERIODU PRETHODNOG ISTRAŽIVANJA RUDNOG LEŽIŠTA

Pri rešavanju hidrogeoloških zadataka u periodu istraživanja rudnog ležišta, pored usvajanja vidova i sadržaja istraživanja, suštinski značaj ima određivanje obima hidrogeoloških radova.

Pri rešavanju kompleksa hidrogeoloških zadataka na rudnim ležištima u periodu njihovog istraživanja obim istražnih i opitnih radova treba utvrđivati:

- metodom sastavljanja prognoznih hidrogeoloških karata oblasti ležišta i rudnog polja;
- metodom prethodne ocene stepena hidrogeološke složenosti ležišta;
- metodom određivanja, za konkretnе uslove datog ležišta, značaja pojedinih hidrogeoloških zadataka iz opšteg kompleksa potreba (isušivanje ležišta, snabdevanje budućeg rudnika vodom ili inženjersko-hidrogeološki uslovi otkrivanja).

U vezi s takvim principom ocene opšteg pravca hidrogeoloških istraživanja i određivanja obima istražnih i opitnih radova posebni značaj imaju radovi u periodu prethodnog istraživanja ležišta.

U saglasnosti s ciljevima i zadacima hidrogeološkog istraživanja ležišta u sastav hidrogeoloških radova treba da udju sledeći vidovi rada:

- kompleksno geološko-hidrogeološko kartiranje rejona ležišta u razmeri 1:25.000 ili 1:50.000 pri čemu treba da budu iznete opšte hidrogeološke zakonitosti;
- prethodno proučavanje hidrogeoloških uslova rudnog polja.

Za izvršenje ovih zadataka mora biti organizованo brižljivo i blagovremeno prikupljanje hidrogeoloških podataka iz geoloških istražnih radova (potkopa, jama, bušotina, geofizičkih merenja itd.). Korisno je u tom periodu vršiti bušenje specijalnih hidrogeoloških bušotina i probna crpljenja iz njih u cilju proučavanja vodoobilnosti, različitih po litološkom sastavu stena koje su rasprostranjene u rejonu rudnog polja. Crpljenja se vrše iz osnovnih vodonosnih horizonata. Ona imaju za cilj određivanje specifične i opšte izdašnosti, koeficijenta filtracije, razmera, oblika i brzine porasta depresionog levka, utvrđivanje povezanosti izmedju pojedinih vodonosnih horizonata i mogućnosti veštačkog isušivanja

ležišta ili bar delimičnog sniženja pritiska u povlati ili podini rudnog ležišta. Imajući u vidu zavisnost od vremenskog uticaja, treba ići na što duža opitna crpljenja.

Pored toga, neophodno je organizovati stalna osmatranja režima podzemnih i površinskih voda sa istovremenim laboratorijskim ispitivanjem hemijskog sastava podzemnih voda i fizičko-tehničkih osobina stena.

Od svih oblika radova u ovoj etapi istraživanja najveći značaj imaju kartiranje i crpljenje.

Prospekcijski radovi su osnovni; po njihovim rezultatima hidrogeolog je dužan da dà ocenu hidrogeoloških uslova u oblasti ležišta, prethodnu ocenu stepena složenosti rudnog polja i da okarakteriše moguće izvore vodosnabdevanja budućeg rudnika.

Najobimniji radovi u prethodnim istraživanjima ležišta su geološko-hidrogeološko kartiranje terena, koje treba smatrati kao osnovni metod istraživanja podzemnih voda i metod prethodnih prognoza uslova otvaranja ležišta.

Ako za dati teren postoji geološka osnova navedene razmere, hidrogeolog treba u toku kompleksnog kartiranja u znatnoj mjeri da ponovi geološko proučavanje oblasti. Pri tom glavna pažnja treba da

se obrati na one geološke faktore, koji u određenom stepenu uslovjavaju osnovne hidrogeološke zakonitosti te oblasti. To su:

- litološki sastav vodonosnih stena, njihova debljina, površina rasprostranjenja, uslovi zaledanja i strukturne osobine sredine u kojoj cirkulišu podzemne vode (ispucalost, kavernoznost, zakarske nost);

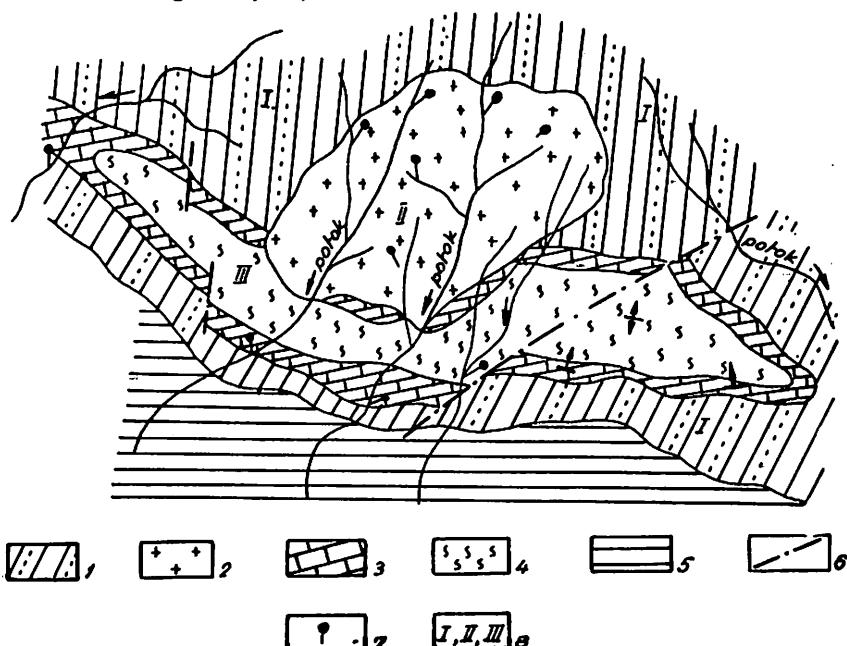
- tektonska gradja, fizička izraženost struktura, uslovi zaledanja i rasprostiranja, uloga tih struktura u pogledu vodonosnosti različitih vodonosnih horizonata;

- kvartarne rastresite tvorevine, njihov mehanički sastav, debljina, površina rasprostiranja, uloga tih naslaga u pogledu hranjenja izdani i pri otvaranju ležišta.

Pored sastavljanja opšte poznatih hidrogeoloških karata na kraju izvršenih radova treba dati prognoznu kartu s prethodnom ocenom prirodnih rezervi podzemnih voda oblasti u celini i rudnog polja.

Prognozna karta sastavlja se uzimanjem u obzir sledećih osnovnih faktora:

- uslovi formiranja prirodnih rezervi podzemnih voda datog terena;



Sl. 1 — Semačka prognoza hidrogeološka karta ležišta (po R. V. Borodinu) 1 — peščarsko škriljava serija paleozoika; 2 — granodioriti; 3 — krečnjaci srednjeg karbona; 4 — peščari, škriljci, konglomerati gornjeg karbona; 5 — gline peščari tercijarne starosti; 6 — bazeni podzemnih voda: I-II basen pukotinskih podzemnih voda u peščarima i granodioritima, III basen medjuslojnih pukotinsko-karstnih voda u krečnjacima.

— izvori hranjenja podzemnih voda i njihova prethodna izdašnost;

— mogućnost nakupljanja prirodnih rezervi podzemnih voda u granicama posebnih geoloških struktura kao i na području rudnog polja.

Takva prognozna hidrogeološka karta daje mogućnost rešavanja prethodnih zadataka i to:

— konstatovanje stepena hidrogeološke složenosti rudnog polja (stepen ovodnjenosti i uslovi otvaranja ležišta);

— obeležavanje mogućih izvora vodosnabdevanja budućeg rudnika, prethodnom ocenom pogodnih geoloških struktura u kojima može doći do nakupljanja prirodnih voda u količinama dovoljnim da opravdaju postavljanje specijalnih istražnih radova.

Prognozna karta sastavlja se na osnovu prikupljenog hidrogeološkog materijala u prethodnim istraživanjima i javlja se kao završna u istraživanju.

Znači, za rešenje hidrogeoloških zadataka u periodu prethodnog istraživanja neophodno je:

— utvrditi opšte hidrogeološke zakonitosti oblasti ležišta

— dati orientacionu ocenu opštih prirodnih rezervi podzemnih voda i njihov vid, i

— ukazati na izvore popunjavanja prirodnih rezervi podzemnih voda.

Bez ocene glavnih faktora ne mogu se pravilno rešiti dva osnovna hidrogeološka pitanja — isušivanje odnosno odvodnjavanje i vodosnabdevanje.

HIDROGELOŠKA ISTRAŽIVANJA U PERIODU DETALJNIH ISTRAŽIVANJA RUDNOG LEŽISTA

Ova istraživanja imaju, donekle, drugi karakter. U periodu detaljnog istraživanja treba da budu:

— detaljno proučeni uslovi ovodnjenja ležista i njegovi izvori;

— odredjene količinske karakteristike opštih prirodnih rezervi podzemnih voda i njihovi vidovi (statičke i dinamičke);

— odredjeni inženjersko-hidrogeološki uslovi za rešavanje zadatka o određivanju pritiska vode u buduće rudarske radove, za razradu i preduzimanje mera za isušivanje ležista i borbe s rudničkim vodama (približni proračuni prethodnog isušivanja ili sniženja nivoa), a takodje i mere za obezbeđenje podine u slučaju otvaranja ležista površinskim kopom;

— ispitani izvori za vodosnabdevanje budućeg rudnika (kvantitativne i kvalitativne karakteristike izvora vodosnabdevanja i izgradnju vodozahvata).

Za rešenje prva tri zadatka obično treba izvršiti sledeće hidrogeološke radove:

— detaljno hidrogeološko kartiranje površine rudnog polja u razmeri 1:10.000 ili 1:5.000 u cilju doznavanja rasprostranjenja vodonosnih horizonta, pravca kretanja i dubine zaledanja podzemnih voda; i

— istražne hidrogeološke bušotine za:

— proučavanje karaktera vodonosnih horizonta, debljine, površine rasprostranjenja, litološkog sastava pijezometrijskih nivoa, povezanosti pojedinih vodonosnih horizontata i dr.;

— izvodjenje probnih, opitnih pojedinačnih i grupnih crpljenja;

— inženjersko-geološka istraživanja (uzimanje proba s nenarušenom strukturom stena za laboratorijska ispitivanja);

— postavljanje stalne mreže za osmatranje režima podzemnih voda;

— istražni hidrogeološki radovi (kanali, šahte) rade se pri plitkom zaledanju podzemnih voda za:

— proučavanje dubine zaledanja podzemnih voda;

— izradu karata s hidroizohipsama;

— opitne radove i osmatranje režima;

— količinsko isprobavanje vodonosnog horizonta metodom izvodjenja različitih vidova crpljenja iz bušotina i rudarskih radova u cilju određivanja neophodnih hidrogeoloških parametara za proračun izdašnosti, specifične izdašnosti, koeficijenta filtracije, poluprečnika uticaja, zavisnosti izdašnosti i specifične izdašnosti od sniženja staličkog nivoa, stepena uzajamnog uticaja izdašnosti ili dinamičkih nivoa opitnih radova i dr.;

— kvalitativno isprobavanje podzemnih voda u cilju izučavanja njihovog hemijskog sastava;

— stalno osmatranje elemenata režima podzemnih voda u cilju proučavanja zakonitosti i davanja prognoza hidrogeološkog režima u vezi s predstojećim osvajanjem ležista;

— bilansno hidrometrijska istraživanja u cilju proučavanja vodnog bilansa ležista. Ti radovi se obično izvode kod rudnih ležista koja se nalaze u basenima s pukotinskim i karsnim vodama; njihove opšte prirodne rezerve, a takodje i njihovu veličinu popunjavanja i stepen odvodnjenošću ležista treba odrediti metodom vodnog bilansa;

hidrogeološka dokumentacija svih vidova geološko-istražnih radova koji su izvedeni u vezi s detaljnim istraživanjem ležišta (bušotine, izvedeni rudarski radovi i dr.), u cilju maksimalnog iskorišćenja tih podataka za ocenu hidrogeoloških uslova rudnog polja;

geofizičke metode ispitivanja za rešavanje hidrogeoloških zadataka, karotazu bušolina, elektro-termometrijska istraživanja i dr.;

sakupljanje i uopštavanje hidrogeoloških podataka o uslo-

SADRŽAJ I CILJ NAMENE HIDROGEOLOŠKIH RADOVA U ZAVISNOSTI OD STEPENA SLOZENOSTI OBJEKTA I KONKRĒTNIH POTREBA*)

Grupa ležišta	Cilj radova	Sadržaj hidrogeoloških istraživanja
I grupa Prosti hidrogeološki uslovi.	Za izradu projekta: — otkrivanja ležišta (za rešenje pitanja odvodnjavanja pri izradi rudarskih radova). U mnogim slučajevima hidrogeološki materijali mogu da služe kao osnova tehničkog projekta.	Detaljno hidrogeološko kartiranje rudnog polja u razmeri 1 : 10.000 ili 1 : 5.000; — hidrogeološka dokumentacija svih vidova istražnih geoloških radova u cilju maksimalnog iskorišćenja podataka za ocenu hidrogeoloških uslova rudnog polja; — bušenje specijalnih hidrogeoloških bušotina dopušta se isključivo u vrlo nezнатном obimu; — probna i opitna crpljenja iz pojedinih bušotina (ili opiti nalivanja); — hidrohemijsko ispitivanje podzemnih voda.
II grupa Složeni hidrogeološki uslovi.	Za izradu projekta: — šema odvodnjavanja jamskog polja (po podacima određivanja mogućih vodoproticaja u rudarske radove); — mera za izolaciju osnovnih izvora odvodnjavanja.	Sadržaj radova koji su navedeni za prvu grupu ležišta i pored toga: — obavezno bušenje za hidrogeološke potrebe; — opitna crpljenja iz grupe bušotina; — prikupljanje i uopštavanje hidrogeoloških podataka eksploatacionih radova u analognim uslovima; — proučavanje režima podzemnih voda; — kompleksno geofizičko ispitivanje.
III grupa Vrlo složeni hidrogeološki uslovi.	Za izradu projekta: — prethodno odvodnjavanje jamskog ili površinskog polja; — sniženje nivoa za izradu rudarskih radova na specijalan način.	Sadržaj radova navedenih za I i II grupu ležišta i pored toga: — bilansno-hidrometrijska istraživanja; — grupna crpljenja, istovremeno iz nekoliko hidrogeoloških bušotina.
IV grupa Osobito složeni hidrogeološki uslovi.	Za izradu projekta: — prethodno isušivanje ležišta; — obezbeđenje postojanosti površinskih ili podzemnih radova.	Sadržaj radova navedenih za I i II grupu ležišta i pored toga: — inženjersko-geoška istraživanja stena; — bušenje specijalnih inženjersko geoloških bušotina; — grupna crpljenja istovremeno iz nekoliko bušotina; — laboratorijska ispitivanja stena.

*) po N. I. Plotnikovu

vima ovodnjenosti rudarskih radova susednih rudnika koji su u radu, u cilju iskorišćavanja tih podataka za proračun mogućih pritica vode u buduće rudarske radove ležišta koje se istražuje metodom analogije.

U periodu detaljnog straživanja ležišta za rešavanje pitanja vodosnabdevanja budućeg rudnika potrebno je preduzeti specijalna istraživanja po posebno razradjenom programu ili projektu. Vrlo često pitanja snabdevanja tehničkom vodom mogu biti rešena na račun korišćenja rudničkih voda, koje se crpu iz rudarskih radova. Problem isušivanja-ovodnjavanja ležišta može se rešavati istovremeno s pitanjem snabdevanja tehničkom vodom. U tom slučaju podaci će biti svedeni na istraživanje i ispitivanje izvora za pitku vodu.

Pred početak detaljnih istraživanja treba izraditi projekt hidrogeoloških radova. Sastavljanje projekta treba da bude obavezno u svim slučajevima. On se javlja kao neophodna etapa hidrogeoloških istraživanja u kome je hidrogeolog dužan ne samo da obrazloži vid, obim i metodiku radova, već i da unapred odredi različite metode neophodnih hidrogeoloških proračuna za rešenje praktičnih zadataka (odredjivanja pritica vode, sniženja nivoa odvodnjavanje i dr.), s kojima je tesno povezano odredjivanje opštег pravca terenskih istraživanja.

Na osnovu ovog, izvođenje detaljnih hidrogeoloških radova na rudnim ležištima bez pažljive prorade projekta ne bi trebalo dopustiti.

Opšti raspored osnovnih oblika hidrogeoloških radova, koji se preporučuje pri detaljnim istraživanjima rudnika, sistematizovan je u tablici I.

Pitanja oko vodosnabdevanja budućeg rudnika treba da budu rešena ranije, tako da bi ona omogućila nesmetano izvođenje radova na istraživanju rudnog ležišta.

HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U PERIODU IZRADE JAMSKIH RADOVA

Hidrogeološka istraživanja u periodu izrade jamskih radova treba vršiti pri vrlo složenim hidrogeološkim uslovima, kao i pri posebno složenim hidrogeološkim uslovima. Osnovni zadatak hidrogeoloških radova, pri tom, je obezbeđenje neophodnih uslova za bezopasno izvođenje rudarskih radova. Pored toga, treba da budu obezbedjeni i potrebni

hidrogeološki uslovi za izgradnju vodozahvatnih objekata.

Prodror rudničkih voda i tekućih peskova u svakom posebnom slučaju može se preduhitriti, ako se blagovremeno organizuje hidrogeološko osmatranje, koje će omogućiti preduzimanje preventivnih mera.

Organizacija hidrogeološkog nadzora treba da bude sprovedena u svakom posebnom slučaju u зависnosti od konkretnih uslova izgradnje.

Da bi se rešio postavljeni zadatak, u toku izvođenja radova potrebno je izvršiti sledeće (po N. I. P l o t n i k o v-u):

- detaljno proučiti geološko-litološku gradju i hidrogeološke uslove ležišta; u okviru toga treba izvršiti kompleksno kartiranje u razmeri 1:10.000 s većim brojem bušotina;

- detaljno proučiti hidrogeološki režim oblasti ležišta, odrediti mesta i veličine poniranja površinskih voda u rudnosne stene; zbog toga se vrši stalna osmatranja na specijalno opremljenim mestima;

- proučiti klimatske uslove u cilju odredjivanja količine voda koje dolaze da popune prirodne rezerve, a na račun infiltracije atmosferskih voda koje padnu u oblasti hranjenja; zato je potrebno organizovati hidrometeorološku stanicu;

- detaljno proučiti režim podzemnih i rudničkih voda rudnog polja u cilju odredjivanja uslova formiranja depresione površine na području jamskog polja, veličine hidrostatičkog pritiska iznad rudarskih radova i ocena povezanosti podzemnih voda s površinskim; u vezi s tim treba da bude primljena specijalna mreža bušotina (za osmatranje režima) i preliva;

- izvršiti jamsko hidrogeološko kartiranje rudarskih radova radi utvrđivanja zakonitosti u rasprostranjenju pukotina s vodom ili karsnih šupljina.

- voditi hidrogeološku dokumentaciju istražnih geoloških radova u cilju proučavanja izmena u pogledu vodonosnosti, zakaršćenosti, ispucalosti stena s dubinom;

- izvršiti opitna istraživanja (podzemna, površinska bušenja i crpljenja) u cilju:

- a. odredjivanja uslova vodonosnosti stena na području izgradjenih jamskih radova;

- b. izučavanja pogodnih načina za smanjenje hidrostatičkog pritiska u eksploracionim i pripremnim horizontima;

- c. utvrđivanja mogućnosti primene bušotina za sniženje nivoa (u konkretnim uslovima) radi omogućivanja novih radova;

— vršiti istraživanja u cilju proučavanja hemijskog sastava površinskih, podzemnih i rudničkih voda; i

— izvoditi geofizičke radove kao dopunske u cilju razjašnjenja pojedinih problema.

HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA PRI EKSPLOATACIJI RUDNIH LEŽISTA

Pored hidrogeoloških radova u ovom periodu, u zavisnosti od konkretnih prirodnih uslova ležišta pojavljuju se sledeći osnovni zadaci:

— razrada i preduzimanje mera za borbu s rudničkim vodama (mogućnost izolacije izvora ovodnjnosti ili isušivanje jamskog polja);

— obezbeđenje bezopasnih, u hidrološkom pogledu, uslova izvođenja pripremnih i drugih radova u ležištu koja imaju visoki stepen i složene uslove ovodnjenosnosti;

— prognoza mogućih priticaja vode u rudarske radove na nižim horizontima, koji su u planu za osvajanje;

— uticaj preduzetih radova u ležištu na izmenu i složenost hidrogeoloških uslova pri eksploataciji; mere za stvaranje bezopasnih uslova rada;

— razrada mera za isušivanje neposrednih rudnih naslaga ili njihova izolacija od vlaženja u toku eksploatacije u cilju obezbeđenja neophodne vlažnosti dobijene rude;

— razrada mera u cilju racionalnog rasporeda crpnih pumpi u vezi sa osvajanjem bočnih delova nižih horizontata;

— utvrđivanje štetnih uticaja rudničkih voda na rudničku opremu i uklanjanje istih;

— proračun postojanosti stena u izvedenim radovima, bilo u podzemlju bilo na površinskom kopu i razrada mera za sprečavanje mogućih deformacija.

Za rešavanje navedenih zadataka hidrogeoloških radova u periodu eksploatacije rudnog ležišta potrebno je:

— detaljno proučiti hidrogeološke uslove neposrednog eksploatacionog horizonta;

— detaljno proučiti površinu rudnog tela.

Iz ovog raznolikog kompleksa hidrogeoloških istraživanja koja se obično izvode u rudnim ležištima u periodu njihove eksploatacije, razmotrićemo metodiku i osnovne vidove radova.

DETALJNO HIDROGEOLOŠKO KARTIRANJE RUDNOG POLJA

Suštinu kompleksnog hidrogeološkog istraživanja na rudniku predstavlja detaljna hidrogeološka

karta površine rudnog polja sastavljena u razmeri od 1:5.000 do 1:10.000.

Za neka ležišta detaljne karte mogu biti sastavljene još u periodu njihovih prethodnih istraživanja. U takvim slučajevima se ne ponavlja izrada detaljnih hidrogeoloških karata.

Zadatak se u datom slučaju ogleda u dopunjenoj detaljne karte novim podacima, koji su bili prikupljeni posle istražnih radova.

U kartu treba da budu naneti svi rudarski radovi, podaci novih bušenja, mesta izbacivanja rudničkih voda na površinu, konture zone obrušavanja itd.

Na ležištu u eksploataciji, gde zbog ovih ili onih uzroka nije bila sastavljena takva hidrogeološka karta, potrebno je izvršiti naknadno potpuno hidrogeološko kartiranje navedenih razmera. U procesu detaljnog kartiranja u zavisnosti od lokalnih uslova treba da bude izveden odnosno izgrađen neophodan obim rudarskih radova i bušenja. Ovi radovi zajedno sa istražnim mogu biti ubuduće iskorišćeni za osmatranje i proučavanje režima rudničkih voda.

Posebnu pažnju pri detaljnem kartiranju treba posvetiti faktorima koji otežavaju ili olakšavaju infiltraciju površinskih voda i mogućnosti ponovnog vraćanja već izbačenih na površinu rudničkih voda.

Kao rezultat detaljnog hidrogeološkog kartiranja treba da budu izradjene hidrogeološke karte rudnog polja: karta vodonosnosti stena s ocenom uloge hidrografske mreže ovodnjenosnosti rudarskih radova, karta dubine zaledanja ili hidroizohipse i hidrogeološki profili kroz rudna polja.

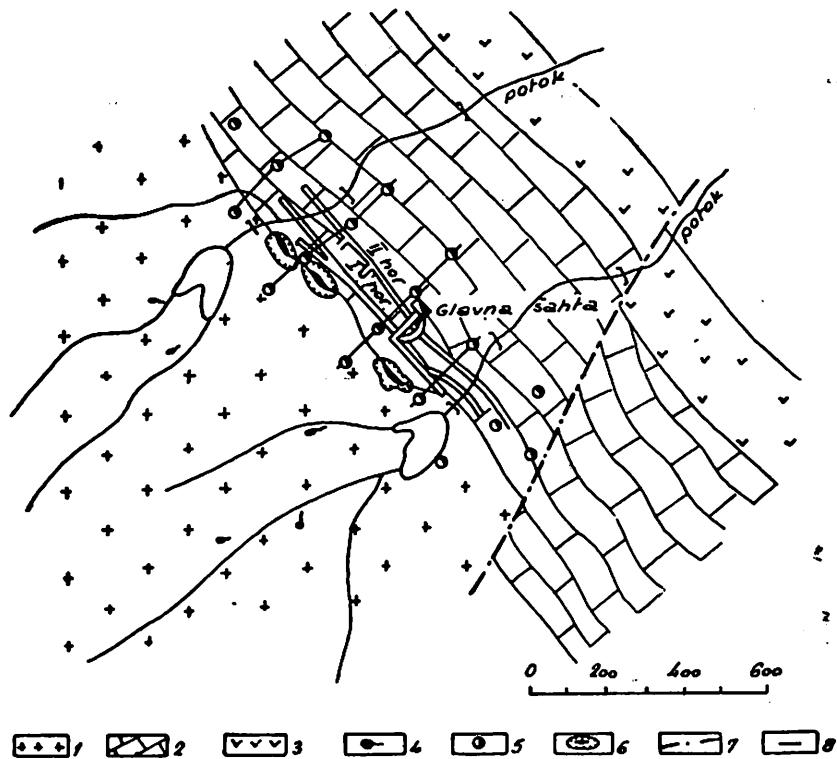
Navodimo u mnoštvu primera kartu vodonosnosti stena (vidi sl. 2) rudnog ležišta u eksploataciji gde je bilo izvršeno detaljno kartiranje na površini od 15 km². U toku istražnih radova ustavljeno je da u oblasti basena pukotinskih podzemnih voda u magematskim stenama, hidrografska mreža ima ulogu prirodne drenaže, koja je formirana potocima na račun podzemnih voda. Presecajući basen krečnjaka sa pukotinskom izdani, potoci gube deo voda usled infiltracije u krečnjačke mase. Pod uticajem podzemnog oticanja u jamskim radovima i usled sniženja nivoa, poniranje se povećava i površinske vode počeće su neposredno da utiču na ovodnjenosnost rudarskih radova.

Osmatranjima na vodomerima utvrđeno je da oba potoka u predelu rudnog polja u toku godine (srednja vrednost) gube do 100 l/sek, što iznosi oko 50% celokupnog podzemnog oticanja iz rudarskih radova. Opšti pritacaj vode u rudarske radove

iznosi $750 \text{ m}^3/\text{čas}$, a od toga $360 \text{ m}^3/\text{čas}$ formira se na račun poniranja površinskih voda iz potoka (po N. I. Plotnikovu).

U vezi s pripremom za eksploataciju nižih horizontata razradjuju se mere za izolaciju površinskih voda, a takodje i za postavljanje mreže osmatračkih bušotina oko rudnog polja za organizованo osmatranje razvoja depresionog levka i hidrostatskih pritisaka pukotinskih voda iznad rudarskih radova.

Istovremeno s hidrogeološkim radovima na površini, organizuju se radovi u neophodnom obimu i specijalna istraživanja u rudarskim radovima.



Sl. 2 — Sema rasporeda mreže za osmatranje režima na rudnom ležištu (po N. I. Plotnikovu)
1 — granodioriti u kojima je formiran basen pukotinskih podzemnih voda; 2 — rudenosni krečnjaci u kojima je formiran slabu izražen basen pukotinsko-karstnih voda; 3 — slabu vodonosni efuzivi; 4 — izvori; 5 — hidrogeološke bušotine za osmatranje režima; 6 — dnevni kopovi; 7 — rased; 8 — hidrometrijske osmatračke postaje.

KOMPLEKSNO OSMATRANJE REŽIMA POVRŠINSKIH, PODZEMNIH I RUDNIČKIH VODA

Kompleksno osmatranje režima površinskih, podzemnih i rudničkih voda jedan je od osnovnih viđova hidrogeoloških istraživanja na ležištu u periodu eksploatacije. Rezultati tih istraživanja su od velikog teoretskog i praktičnog značaja za rešavanje niza praktičnih zadataka.

Kao veoma važno praktično pitanje javlja se praćenje režima priticaja voda sa osvajanjem većili dubina s jedne strane, i u zavisnosti od proširenja fronta ili površine radova s druge strane. Po pravilu, priticaj vode u rudarske radove nije stalан u toku godine, a menja se u zavisnosti od količine i karaktera atmosferskih taloga itd. Čest je slučaj u zakaršenim terenima da je jesenji maksimalni priticaj 3–5 puta veći od zimskog minimalnog.

U periodu otkrivanja i početkom eksploatacije ležišta priticaj vode u znatnoj meri zavisi od sta-

nja statičkih rezervi. Povećanjem depresije vode počinju da pritiču iz oblasti hranjenja vodonosnih horizonta. U tom slučaju veličina proticaja zavisiće od veličine zone hranjenja i uslova popune rezervi podzemnih voda.

Proučavanje režima ne treba da bude ograničeno samo na rudarske radove već je neophodno da se istovremeno vrše sistematska osmatranja na specijalnoj mreži bušotina. Ta osmatranja dozvoljavaju da se pronikne u dinamiku hidrogeoloških pojava. Takva kompleksna proučavanja su od velikog značaja za praksu u rešavanju problema racionalnog osvajanja krupnih ovodnjениh ležišta.

Uporedno sa ovim proučavanjima potrebno je i praćenje izmena hemijskih sastava i mineralizaci-

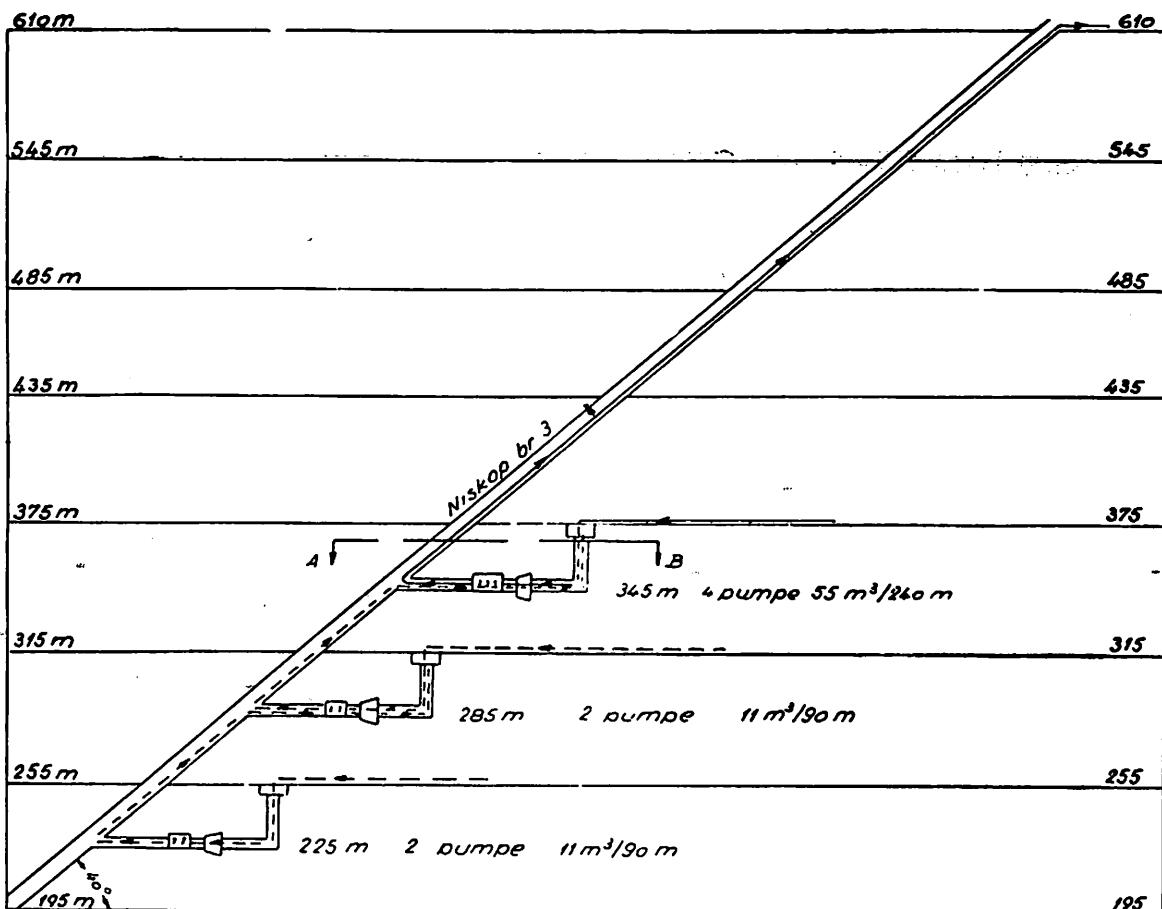
je površinskih i podzemnih voda. Ovo je od značaja za dokazivanje mogućnosti o povezanosti ili nepovezanosti različitih vodonosnih horizonta međusobno ili s površinskim vodama.

S t a l n a o s m a t r a n j a p o v r š i n s k i h v o d a . — Na površini rudnog polja bi trebalo da budu zavedena sledeća osmatranja (po N. I. Plotnikovu):

- osmatranje promena proticaja u rečnoj mreži;
- osmatranje oticanja atmosferskih voda koje padnu na dati teren;

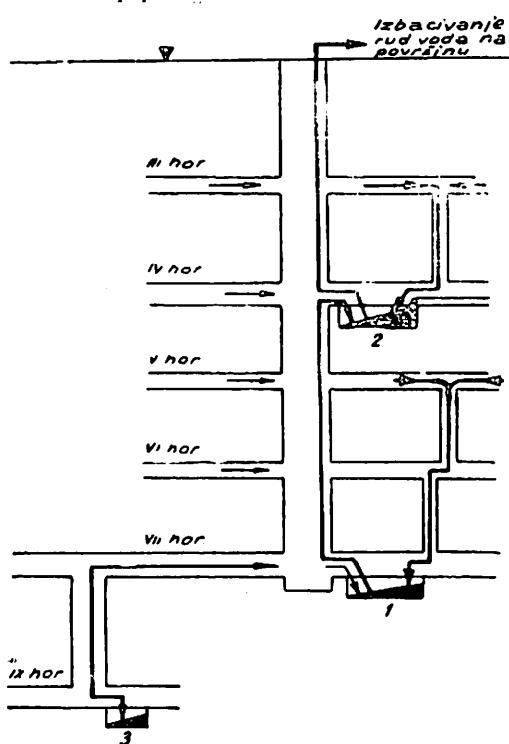
— osmatranje mogućnosti poniranja rudničkih voda, koje su prethodno iscrpljene na površini.

U toku osmatranja proticaja površinskih voda u rečnoj mreži treba da bude razjašnjen uticaj po-



vršinskih voda na ovodnjenost rudnog polja. Treba utvrditi količinu voda koje poniru sa površine i preduzeti mera za izolaciju osnovnih izvora ovodnjenosti.

Osmatranja oticaja atmosferskih voda na površini rudnog polja, u prvom redu na površini rasprostranjenja zone oburavanja, treba odrediti debove na kojima je moguće poniranje. Podaci osmatranja dozvoljavaju preduzimanje mera u cilju zaptivanja mesta poniranja, zatim izradu kanala za brzo odvodjenje vode kao i preduzimanje mera od eventualnih poplava.



Sl. 4 -- Šema odvodnjavanja (po N. I. Plotnikovu) čiji je princip ostvaren u Starom Trgu.

Izolacija osnovnih mesta poniranja atmosferskih voda u znatnom stepenu može olakšati uslove eksploatacije ležišta, obzirom da su u praksi vrlo česti slučajevi intenzivnog uticaja atmosferskih voda na ovodnjenost rudarskih radova tako da količine vode ponekad prevazilaze srednje godišnje pritiske za nekoliko puta, narušavajući u tom periodu normalnu eksploataciju.

Poniranje izbačenih rudničkih voda se najčešće osmatra u jako složenim i zakaršćenim ležištima; u tom pogledu postavljaju se preliv na kojima se prati proticaj tih voda u cilju određivanja tačnih

mesta poniranja kao i preduzimanja osnovnih mera za izolaciju od istih.

Osmatranje režima podzemnih voda. — Na površini rudnog polja takva osmatranja se vrše u cilju:

— proučavanja uslova formiranja depresionih površina nivoa podzemnih voda, površina njihovog rasprostranjenja i prognoza daljeg razvoja depresije u vezi sa razradom nižih horizontata;

— određivanja veličina hidrostatičkih pritisaka podzemnih voda iznad horizontata rudarskih radova, koji se nalaze u eksploataciji ili pripremi.

Za izvršenje ovih radova potrebno je postaviti mrežu bušotina za rezimska osmatranja.

Gustina ovih bušotina zavisi konkretno od datog objekta i složenosti hidrogeoloških uslova kao i od načina otkrivanja ležišta.

Dubina postavljanja osmatračkih bušotina određuje se projektom u zavisnosti od uslova formiranja depresione površine podzemnih voda.

Pri ovim osmatranjima treba iskoristiti i bušotine koje su izradjene u toku istražnih radova. U zavisnosti od razvoja fronta rudarskih radova ne isključuju se mogućnost izrade novih bušotina.

Navećemo primere rezultata osmatranja položaja — razvoja pijezometrijskog nivoa i veličine hidrostatičkog pritiska, pukotinsko-karsnih voda, odnosno rudarskih radova u eksploataciji i horizontata u pripremi na jednom ležištu.

Eksploracioni horizonti na tom ležištu blagodareći pripremnim radovima bili su skoro potpuno odvodnjeni — isušeni i radovi na obnavljanju istih izvodjeni su u potpuno bezopasnim uslovima. Ipak na pripremnim horizontima hidrostatički pritisci pukotinsko-karsnih voda iznosili su: na III horizontu preko 4 at, na IV preko 8 at.

Nastavljanje radova u takvim hidrogeološkim uslovima bilo je vrlo opasno, naročito na IV horizontu. Iznenadni prođori podzemnih voda mogli bi da dovedu do potapanja jamskih radova. Da bi se snizili pritisci pristupilo se metodi specijalnih podzemnih bušenja, što je kasnije omogućilo bezopasno izvodjenje radova.

Na osnovu rezultata osmatranja hidrostatičkih pritisaka podzemnih voda daju se jednomesečne informacije sa tablicom podataka o pritiscima (vidi tab. 2).

Osmatranje režima nivoa podzemnih voda omogućuje, takodje, proučavanje uslova formiranja i razvoja depresione površine unutar rudnog polja. Rezultati ovih osmatranja su od velikog značaja za pravilnu ocenu izvora ovodnjenosti ležišta. Na primer, sistematska osmatranja na jednom rudniku omo-

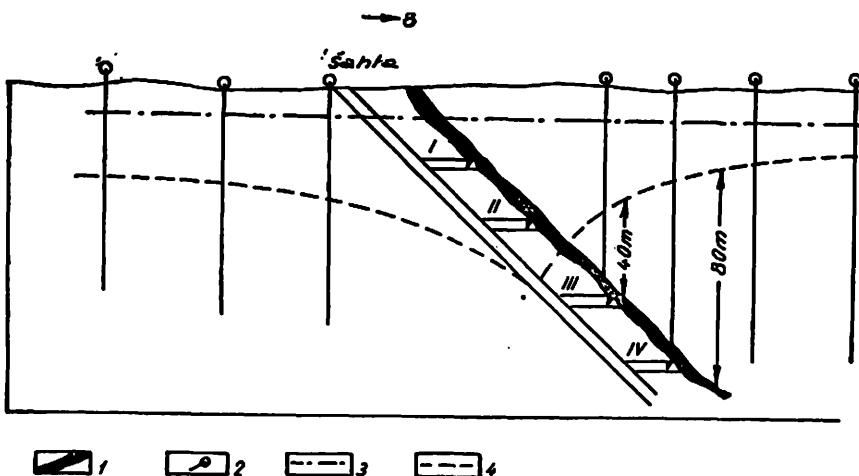
gućila su da se utvrdi sledeće: da se pri obradi nižih horizontata uticaj jamskog odvodnjavanja širi na istok više od 2 km i na zapad do 1,5 km. Kao rezultat takvog uticaja, površinske vode reka i malog jezera počele su da utiču neposredno na održanje rudarskih radova. U vezi s tim pritacaj voda u jamske radove naglo se povećao od 175 na 390 m³/čas.

Stalna osmatranja režima podzemnih voda na rudnom polju omogućuje rešenje ne samo navedenih praktičnih pitanja, nego i određivanje npr. zo-

ne hranjenja rudničkih voda, površinu dreniranja rudarskih radova, povlatnih vodonosnih horizontata itd.

Navećemo primer (tab. 2) iz prakse hidrogeološke službe o formi mesečnih informacija režimskih osmatranja pijezometrijskih pritisaka.

Iz navedenih podataka se vidi da je pijezometrijski pritisak najveći na horizontu — 20 m okna br. 4 Severnog rudnika. Pri takoj velikom pritisku (8,7 i 9,1 at) dalje izvodjenje radova bilo bi vrlo opasno, pa su bile preduzete mere za sniženje pritiska putem bušenja bušotina za isticanje vode i



Sl. 5 — Hidrogeološki profil kroz rudno polje (po N. I. Plotnikovu) 1 — slojevito rudno telo; 2 — hidrogeološke bušotine za osmatranje

režima; 3 — statički nivo podzemnih voda pre otvaranja ležišta; 4 — dinamički nivo podzemnih voda koji je formiran u toku razrade ležišta.

Tablica 2*)

Rudnik	Broj okna	Horizont m	Radovi	Apsolutni nivo podzemnih voda nad radom, m		Pijezometrijski pritisak (po podacima osmat. buš.), at.	
				Podina	Povlata	Podina	Povlata
Severni	3	70	Oko okna	52	62	Isušeni horizont	
	3	40	isto	52	62	1,2	2,2
	4	70	isto	71	67		Isušeni radovi
	4	70	Ort. juž. potkopa	89	66	1,1	0,1
	4	40	Oko okna	71	67	3,1	2,7
	4	20	isto	71	67	9,1	8,7
	5	70	Oko okna		Isušeni radovi		
Centralni	5	70	Sev. pot.	72	66	1,2	2,4
	5	70	Juž. pot.	89	75	2,7	3,1

*) po N. I. Plotnikov-u

Izgradjivanjem „vodenih brana” u rudarskim ravninama radi predostrožnosti.

S t a l n a o s m a t r a n j a r e ž i m a r u d n i č k i h v o d a . — Stalna osmatranja rudničkih voda treba da udju u opšti kompleks istraživanja po proučavanju hidrogeološkog režima rudnog polja.

Za rešavanje zadataka, koji nastaju u vreme eksploatacije ležišta korisno je uključiti u stalna osmatranja sledeće vidove hidrogeoloških istraživanja (po N. I. Plotnikovu):

- osmatranje izdašnosti priticaja u okviru rudarskih radova u celini;
 - osmatranje priticaja iz pojedinih bočnih radova, posebno po horizontima i najviše ovodnjenim delovima;
 - osmatranje rudničkog odvodnjavanja s izbacivanjem rudničkih voda na površinu;
 - sistematsko hidrogeološko kartiranje podzemnih rudarskih radova;
 - proučavanje hemijskog sastava rudničkih voda.

Podaci svih navedenih vidova istraživanja omogućuju rešenje niža vrlo važnih praktičnih zadataka.

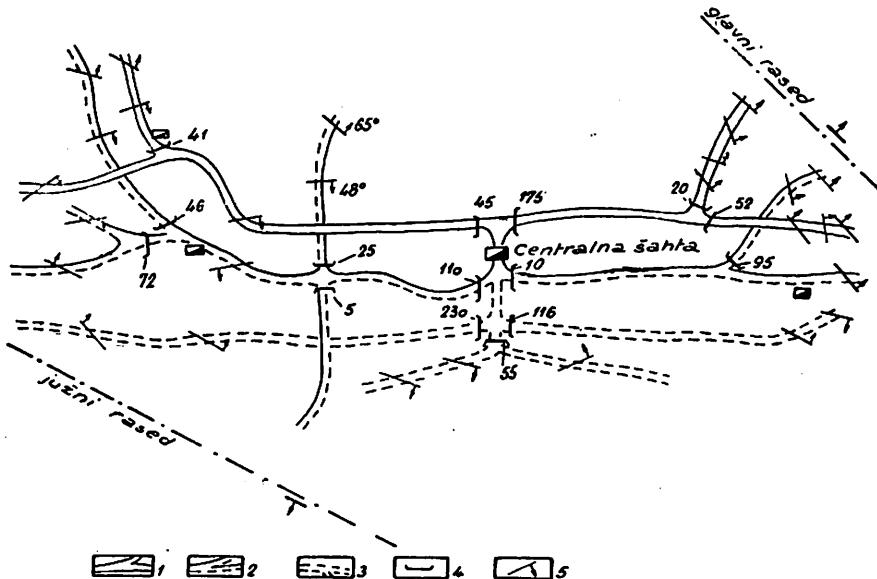
Osmatranje priticaja yode u rudarske radove mora biti tako organizovano na rudniku da se mo-

gu podjednako proučiti uslovi vodonosnosti rudo-nosnih stena kako po prostiranju tako i upravno na njihovo prostiranje, po tektonskim zonama, kao i vodonosnost samih rudnih naslaga.

Pri proučavanju uslova eksploatacije ležišta treba utvrditi stepen uticaja dreniranja nižih horizonta na pritok vode u gornje razradiene horizonte i različite uslove ovodnjenja bočnih delova ležišta u zavisnosti od geoloških strukturalnih oblika.

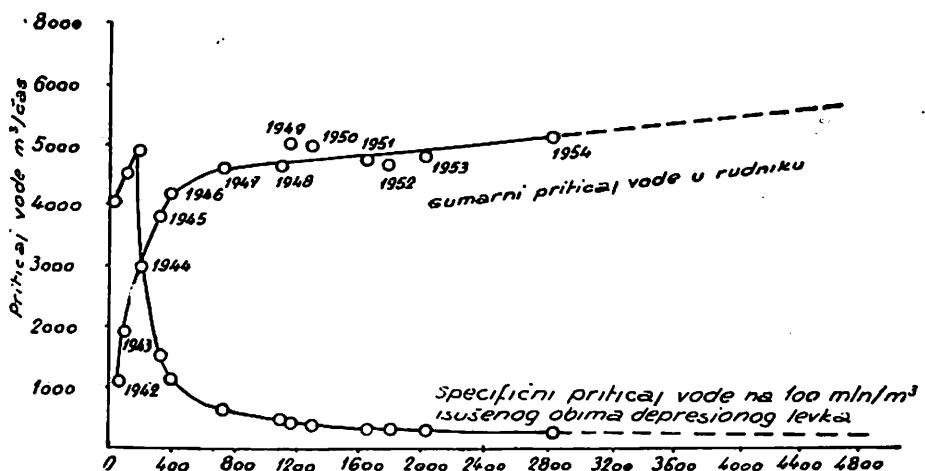
Na slici 6 data je šema rasporeda mreže za osmatranje režima. Takav raspored mreže i podaci o režimu omogućuju da se utvrdi različiti stepen ovodnjenoštvi rudarskih radova kako u celini tako i pojedinih delova rudnog polja.

Analiza podataka osmatranja režima dozvoljava, takođe, da se dodje do zaključaka o zavisnosti između opšteg pritiska vode u rudnik i dubine izvedenih radova, s kojom je povezano postepeno sniženje nivoa podzemnih voda. Takva zavisnost bila je utvrđena po K. P. Petuškov-u (sl. 7) za jedno rudno ležište u Kazahstanu. Ta zavisnost se pokazala pravolinijskom. Metodom ekstrapolacije podataka pravolinijske zavisnosti bili su određeni opšti mogući pritisci u rudarske radove na projektovanom horizontu. U saglasnosti sa dobijenim podacima opšteg pritiska na VIII horizontu treba očekivati oko 2.150, a na IX horizontu do $2.550 \text{ m}^3/\text{cas}$.

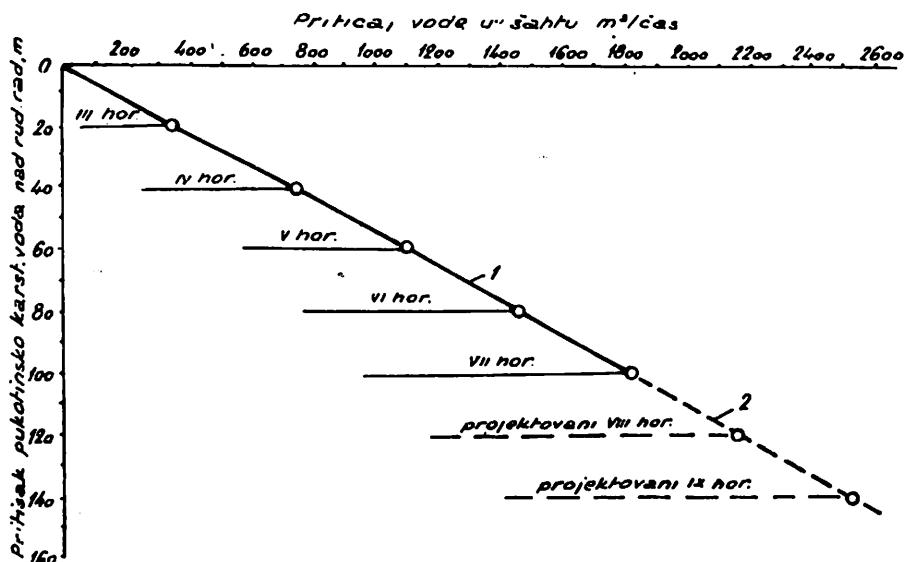


Sl. 6 — Jamska karta i šema rasporeda mreže za osmatranje režima rudničkih voda (Po N. I. Plotnikovu) 1 — 2 — 3 — rudarski radovi ovodenjenog IV, V i VI horizonta; 4 — mesta za osmatranje režima u rudarskim radovima (broj s desne strane — izdašnost rudničkih voda); 5 — elementi zateganja vodonosnih pukotina.

Na drugom rudnom ležištu, na osnovu rezultata višegodišnjeg osmatranja, bila je utvrđena zavisnost između sumarnog pritiska vode u rudarske radove i obima ovodnjjenih delova vodonosnih stena u području poluprečnika uticaja janskog odvodnjavanja (sl. 8).



Sl. 7 — Grafička zavisnost sumarnih priticaja vode po horizontima od sniženja nivoa pukotinsko-karstnih voda (po K. P. Petuškovu) 1 — utvrđeno na osnovu faktičkog posmatranja; 2 — ekstrapolirani (prognozni) vodopritisak u rudarske radove na VIII i IX horizontu.



Sl. 8 — Grafička zavisnost sumarnih vodopritisaka u rudarske radove i obima odvodnjjenih krenjaka (po N. F. Unkovskoj i N. F. Sokolovu).

Svestranu analizu režima rudničkih voda treba vršiti zajedno s podacima iz hidrogeološke dokumentacije o rudarskim radovima.

Podzemno hidrogeološko kartiranje po horizontima dozvoljava objašnjenje uslova pojavljivanja vode, zakonitosti u rasprostranjenju podzemnih

voda i najkarakterističnijih pukotina s vodom. Zbog toga hidrogeološko kartiranje treba vršiti na svim horizontima i sistematski prikupljati podatke zajedno sa napredovanjem radova.

Sve podatke dokumentacije treba naneti na geološke planove i po rezultatima kartiranja sastaviti prognozne planove o ovodnjenošći rudarskih radova.

OSMATRANJE POSTOJANOSTI STENA U RUDARSKIM RADOVIMA

Metodika inženjersko-geoloških i hidrogeoloških osmatranja deformacija stena i redova i metodika ocene (prognoza) mogućih iznenadnih deformacija u današnje vreme je još uvek slabo razradjena.

Iz raznorodnog kompleksa nestabilnih ili slabo stabilnih stena koje se sreću u rudarskim radovima pre svih mogu se po N. I. Plotnikovu izdvojiti tri kategorije: peskovitne stene i raznorodne metamorfne stene, koje su u toku metamofizma pretvorene u razne hlorito-sericitske škriljce ili gline.

Stepen nepostojanosti ovih kategorija stena i karakter njihovog uticaja na izvodjenje rudarskih radova veoma su raznovrsni, posebno kada su te stene u manjoj ili većoj meri zasićene vodom.

Najopasnije pojave koje utiču na deformaciju rudarskih radova su:

- bubrežje, tečenje i nadimanje glinovitih stena;
- iznenadni prodori tekućih peskova;
- iznenadni prodori tečnih glinovitih masa iz bokova izradjenih radova.

Osnovni zadaci inženjersko-geoloških i hidrogeoloških osmatranja deformacija nestabilnih stena u rudarskim radovima ogledaju se:

- u određivanju uzroka i tipičnih pojava nestabilnosti stena pri izvodjenju rudarskih radova; zavisnost uzroka od fizičko-mehaničkih, hemijskih, mineraloških, hidrogeoloških i drugih osobina stena;
- u pažljivom proučavanju geološko-hidrogeoloških uslova delova terena u kojima će biti izvedeni rudarski radovi;
- u razradi konkretnih inženjerskih mera za sprečavanje mogućih deformacija stena.

Ovi osnovni zadaci mogu biti rešeni pomoću:

- obrade, sistematizacije i uopštavanja svih inženjersko-geoloških i hidrogeoloških materijala sakupljenih u periodu istraživanja ležišta;
- sastavljanja prognoznih inženjersko-geoloških i hidrogeoloških planova i profila s prikazom delova koji su najopasniji i gde su mogući prodori tekućih peskova, tečenje glinastih stena i dr.;

— preduzimanja, u slučaju neophodnosti dopunskih, specijalnih istraživanja (bušenje i opitni radovi) konkretno na trasama projektovanih magistralnih radova, novih šahti i sl.;

— laboratorijskih ispitivanja fizičko-hemijskih osobina stena, mineraloškog sastava, hemijskog sastava podzemnih voda i njihov uticaj na stabilnost stena;

— pomoću pažljivog prikupljanja inženjersko-geološke dokumentacije o svim pojavama deformacija u rudarskim radovima sa njihovim detaljnim opisom i nanošenjem podataka na prognozne karte.

Razmotrimo ukratko opšte uslove deformacije navedenih kategorija najrasprostranjenijih nestabilnih stena pri izvodjenju radova.

Izvodjenje radova u vodonosnim peskovima menja prirodni režim vodonosnog horizonta i hidrodinamičke uslove toka. Unutar radova nastaju oštri prelazi hidrostatičkog pritiska, ispiranje peska usled povećanja brzine kretanja vode, i točkom prilikom dolazi do iznošenja sitnih frakcija peska i obrazovanja kanala podlokavanja.

Narušava se ravnoteža u vodonosnom horizontu, svodovi nastalih šupljina se ruše, uslovljavajući kretanje većih masa peska. Oko okna ili bušotine obrazuje se levak koji često dopire do površine zemlje, izazivajući deformacije i površinskih delova terena.

Analogni uslovi za nastanak deformacija postoje i pri izvodjenju horizontalnih radova. U zavisnosti od geoloških profila veličina deformacija vodonosnih peskova može biti vrlo različita.

Pri eksploataciji ležišta površinskim kopom prodori tekućih peskova često dovode do znatnih deformacija samih ivica kopa.

Pri izvodjenju radova treba se rukovoditi sledećim:

- ne treba izvoditi radove u peskovitim slojevima otvorenim odvodnjavanjem. Potrebno je pretходno preduzeti mere isušivanja pomoću filtera;

- filtri treba da budu takvi da ne dodje do ispiranja peskova;

- bušotine za isušivanje treba da daju vodu samo iz datog horizonta proizvoljno; komuniciranje između vodonosnih horizontata ne bi trebalo dozvoliti;

- sve istražne bušotine po njihovom završnom radu treba da budu tamponirane;

- u slučajima ispiranja ili stvaranja partija tekućih peskova u rudarskim radovima treba pažljivo ispuniti nastale šupljine tamponažnim materijalom.

Za takvo rešenje veliku ulogu ima sastavljanje prognoznih planova rudnog polja.

Deformacije glinovitih stena u rudarskim radovima mogu, takođe da oštro naruše planove tih radova.

Pri izvodjenju rudarskih radova u glinovitim stenama usled narušavanja ravnoteže vrlo često se javlja bubrežje, tečenje i nadimanje. Priroda tih procesa nije dovoljno proučena, slabo su razradjene mere borbe s deformacijama.

Sve to nameće potrebu organizacije sistematskih osmatranja oblika deformacija i proučavanja uslova i uzroka deformacija za svaki konkretni slučaj.

Ne manje rasprostranjenje imaju i oblici deformacija nastalih u rudarskim radovima u seritskim, hloritskim i talkištskim škriljcima koji su pod uticajem podzemnih voda pretvoreni u žitku pokretljivu masu koja često uslovjava iznenadne prodore.

Veliku ulogu u formiraju deformacija glinovitih metamorfnih škriljica imaju podzemne vode. Kao što su pokazala ispitivanja, na račun intenzivne oksidacije sulfidnih minerala u rudničkim vodama dolazi do nakupljanja jona SO_4^2- . Dalje uzajamno dejstvo

između kiselih rudničkih voda, koje su zasićene jonima SO_4^2- sa rudonosnim škriljcima dovodi do intenzivnog ispiranja karbonata. Kao rezultat toga metamorfni škriljci postaju trošni, a samim tim nase taje mogućnost da postanu tečni pri neznatnoj koncentraciji vode.

Mere borbe s takvim pojavama deformacija glinovitih škriljaca su slabo razradjene. U praksi se obično preduzimaju preventivne mere.

Iz ovog se vidi koliko je važno i od kakvog su praktičnog značaja stalna režimska osmatranja inženjersko-geoloških i hidrogeoloških pojava. Veliku ulogu u ovim osmatranjima imaju laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina mineraloškog sastava stena i hemijskog sastava rudničkih voda.

METODE PROUČAVANJA SITNIH PUKOTINA U STENAMA

Pri različitim vidovima hidrogeoloških i inženjersko-geoloških istraživanja rudnih ležišta veliki značaj ima proučavanje sitnih pukotina u stenama.

Za ocenu vodonosnosti stena osnovnu ulogu imaju:

- otvorene pukotine koje nisu ispunjene materijalom sem vodom i vazduhom;

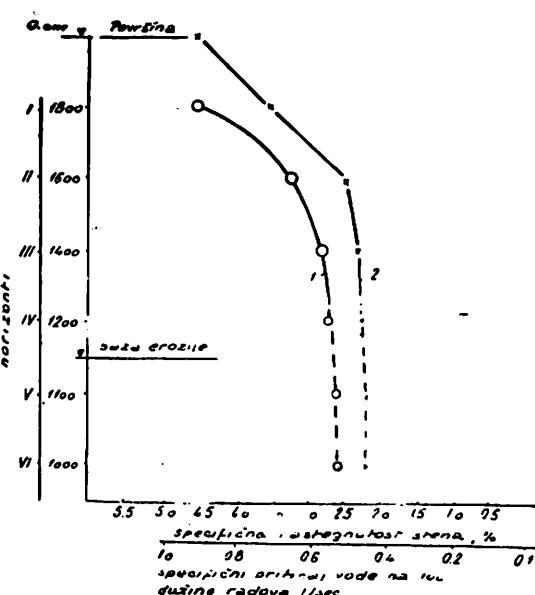
- pukotine ispunjene produktima raspadanja stena, brečama, drobinskim materijalom, glinastim produktima i sl.

Za hidrogeološke karakteristike stena vrlo neznačitu ulogu ima treća grupa pukotina, ispunjena različitim mineralima koji su nastali iz rastvora.

Ne manju ulogu u oceni hidrogeoloških osobina magmatskih stena imaju oblici i veličina pukotina. Poslednja dva faktora određuju se fizičkim osobinama sredine i silama koje su izazvale te deformacije. Za proučavanje sitnih pukotina stena za potrebe hidrogeoloških i inženjersko-geoloških istraživanja potrebno je proučiti:

- uslove zaleganja i rasprostiranja pukotina, njihovu povezanost s morfologijom intruzivnih i sedimentnih stena;
- intenzivnost ispučalosti i stepen otkrivenosti;
- morfologiju i uzajamni odnos pukotina;
- sastav materijala koji ih ispunjava.

Uslovi zaleganja pukotina, njihov raspored i veza sa morfologijom stena su od velikog značaja pri rešenju pitanja koja su vezana za određivanje vodonosnosti stena i rasprostiranje podzemnih voda u njima. Zato pojava tih zakonitosti pri proučavanju pojedinih delova ležišta ima prvostepeni hidrogeološki značaj.



Sl. 9 — Grafička zavisnost specifične ispučalosti i specifičnih priticaja vode od dubine rudarskih radova (isprekidane linije — ekspropilacija na V i VI horizontu)

1 — kriva promena specifičnih priticaja vode u rudarske radove; 2 — kriva promena specifične ispučalosti.

U vezi s takvim pravcem proučavanja ispučlosti stena važnu ulogu pri terenskim ispitivanjima igra pravilna ocena mesta osmatranja.

Proučavanje uslova zaledanja i rasprostiranja sitnih pukotina u stenama nije teško, jer u svakoj litološkoj formaciji ima, po pravilu, nekoliko sistema pukotina. Pod sistemom sitnih pukotina treba podrazumevati prostornu celinu pukotina, koja se odlikuje istim ili bliskim elementima zaledanja kod kojih se azimut pada pojedinih pukotina razlikuje od njihovog srednjeg azimuta ne više od 10–15° na svaku stranu.

U toku terenskih hidrogeoloških istraživanja zakonitosti o uslovima zaledanja pukotina, a s tim i zakonitosti o uslovima vodonosnosti pojedinih litoloških članova mogu biti primenjene dve metode: metoda merenja pojedinih pukotina i metoda masovnih merenja elemenata zaledanja pukotina.

M e t o d a m e r e n j a pojedinih pukotina sastoji se u proizvoljnem merenju elemenata zaledanja karakterističnih pukotina ili njihovih sistema. Metoda se sastoji u tome što se na otkrivenim delovima stena mere dva ili tri sistema pukotina, koje se lako mogu videti pri pažljivom osmatranju.

Za uspešnu primenu ove metode merenja sistema pukotina obavezna je tekuća terenska interpretacija geneze pojedinih sistema i povezivanje podataka susednih mesta ispitivanja. Dobijeni podaci dozvoljavaju da se objasni zakonitost promena elemenata zaledanja pojedinih sistema pukotina u prostoru, u zavisnosti od mesta osmatranja i uslova rasprostiranja podzemnih voda u njima, putem postupnih ispitivanja sitnih pukotina u kompleksu s geološkim i hidrogeološkim podacima; na taj način mogu se objasniti uslovi formiranja podzemnih voda.

da putevi njihovog kretanja i nakupljanja, uloga tektonskih poremećaja i hidrografske mreže u hidrogeologiji proučavanog terena.

Izvesna subjektivnost u izboru pukotina koje karakterišu srednje elemente zaledanja svakog sistema, a takođe i određivanje geneza pukotina i rasprostranjenja podzemnih voda u njima, u izvesnoj meri mogu biti uklonjene:

— uzimanjem u obzir morfologije ispitivanih stena i položaja strukturalnih elemenata u njima;

— izborom mesta osmatranja, između podataka susednih tačaka, kao i povećanjem broja osmatranja;

ili u vremenom terenskom interpretacijom prilupljenih hidrogeoloških podataka.

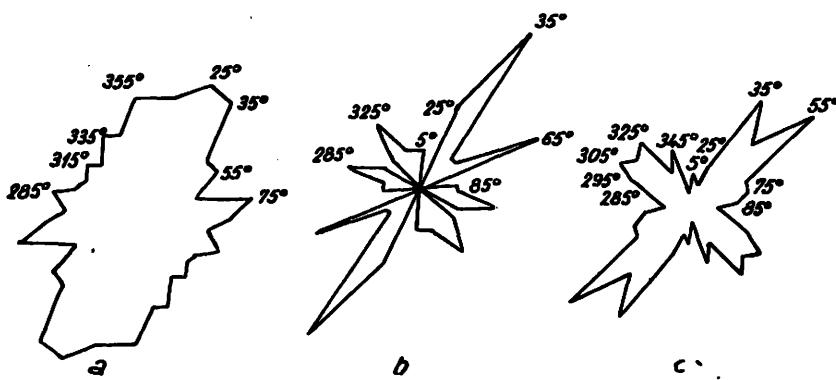
M e t o d a m a s o v n o g m e r e n j a pukotina se obično primenjuje na važnim ili karakterističnim delovima terena (na mestima izbijanja više grupa izvora, krupnih tektonskih poremećaja, rasprostranjenja zona drobljenja i dr.).

Pri tom, na izabranom mestu osmatranja vrši se merenje elemenata zaledanja preko 250 do 300 pukotina.

Pri masovnom merenju treba imati u vidu da masovno merenje velikog broja pukotina dozvoljava bolje izdavanje svake pukotine od sistema i utvrđivanja zakonitosti rasprostiranja podzemnih voda u njima, uslova cirkulacije, dreniranja i mogućih nakupljanja.

Treba ipak primetiti da je ova metoda dosta teška i da je potrebno dosta vremena. Zbog toga se ova metoda manje primenjuje od prethodne i zato nalazi primenu kod vrlo interesantnih i važnih hidrogeoloških delova terena.

Obe metode proučavanja zakonitosti zaledanja sitnih pukotina pri hidrogeološkim istraživanjima



Sl. 10 — Rozete pukotina (po N. I. Plotnikovu) a — u magmatsko-sedimentnim metamorfnim stenama; b — u slojevitim krečnjacima; c — u peščarima.

rudnih ležišta ne treba da se isključuju, već naprotiv jedna drugu dopunjaju.

Za pravilnu ocenu sakupljenih podataka o mernju pukotina za objašnjenje zakonitosti o uslovi ma zaledanja pukotina i vodonosnosti stena veliki značaj ima sistematizacija pukotina. Pored obrade i sistematizacije materijala o pukotinama u vidu grafikona i karata izolinija specifične ispučalosti, treba primenjivati i obradu materijala u vidu sastavljanja dijagrama rozeta i korišćenje materijala za različite konstrukcije stereografske mreže po metodi B. Zandera i V. Smita.

GEOFIZIČKE METODE ISTRAŽIVANJA

Geofizička ispitivanja koja se primenjuju pri proučavanju rudnih ležišta omogućavaju rešavanje čitavog kompleksa hidrogeoloških i inženjersko-geoloških zadataka bez izvodjenja teških i dugih opitno-istražnih radova.

Od svih poznatih i razradjenih metoda geofizičkih ispitivanja najveći značaj za proučavanje većeg broja hidrogeoloških problema imaju: elektrometrijska, termometrijska i radiometrijska metoda.

Pomoću ovih metoda ispitivanja u kompleksu s drugim hidrogeološkim radovima mogu se:

- istraživati podzemne vode: dubina zaledanja podzemnih voda, pravac i brzina njihovog kretanja, debljina vodonosnog horizonta, delovi nevidljivog izbijanja podzemnih voda i dr.;

- otkriti stare fosilne doline: njihova morfologija, debljina povlatnih stena, geomorfologija paleoreljefa magmatskih, sedimentnih i metamornih stena u pojasu rudnog ležišta što je vrlo važno pri otkrivanju ležišta površinskim kopom;

- odrediti raspširjanje zamaskiranih zona tektonskih poremećaja ili zone povećane karstifikacije stena, s kojima mogu biti povezani tokovi podzemnih voda koji ovodnjavaju rudno ležište;

- proučiti litološki sastav stena otkrivenih bušnjima, što ima važan značaj npr. pri bušenju hidrogeoloških bušotina udarnim ili rotornim načinom, u toku kojih je po isplaci vrlo teško voditi dokumentaciju i odredjivati dubinu zaledanja posebno rasresitih stena;

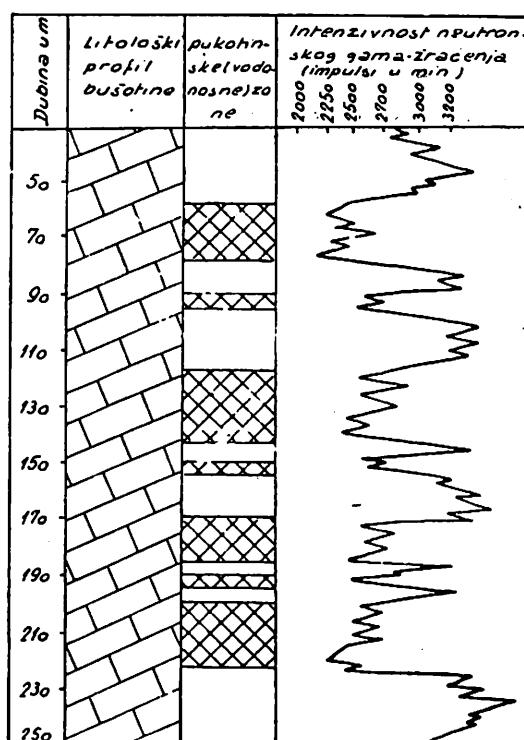
- prognoza hidrogeoloških uslova pri prolazu horizontalnih rudarskih radova pri njihovom približavanju intenzivno ovodnjjenim zonom (zone tektonskih poremećaja ili intenzivna ovodnjenošća zakašćenih zona);

- utvrditi detaljnu hidrogeološku karakteristiku vodonosnih stena otkrivenih bušenjem, posebno po dubinama bušotina, koje su prošle kroz karbo-

natne različito ovodnjene stene: mesta, zone, intervali priticaja vode u bušotinu, kontakti vodonosnih horizonta, promena vodoobilnosti stena u vertikalnom profilu, odredjivanje stvarne brzine kretanja podzemnih voda, promene stepena mineralizacije podzemnih voda u vertikalnim profilima i dr.;

- utvrditi konfiguraciju depresione površine podzemnih voda u toku crpljenja vode iz bušotina na opitnom delu ili u predelu jamskog polja (obim depresione površine, poluprečnik uticaja, površina rasprostranjenja);

- odrediti poroznost vodonosnih horizonta koji su otkriveni bušenjem, ispučalost i zakaršćenost. Ovom treba dodati da se u poslednje vreme vrše oviti odredjivanja koeficijenata filtracije geofizičkim metodama.



Sl. 11 — Rezultati neutronskog gama — Karotaža bušotine (po N. I. Plotnikovu).

Koja će od metoda geofizičkog ispitivanja biti primenjena, zavisi od lokalnih prilika rudnog ležišta. Npr. u sadašnje vreme široku primenu kod istraživanja ugljenih ležišta ima elektrokarotaža bušotina, koja omogućava s dosta velikom tačnošću izradu litološkog profila.

U novije vreme sve veću primenu imaju radioaktivne metode ispitivanja (neutronska gama — kartača).

Ipak, pri rešavanju praktičnih hidrogeoloških zadataka, treba da se vrše kompleksna geofizička ispitivanja, čiji rezultati omogućuju objektivnu interpretaciju dobivenih podataka.

ZAKLJUČAK

Hidrogeologija rudnih ležišta predstavlja jednu od važnih grana hidrogeologije, kojoj se tek u poslednje vreme poklanja više pažnje, pošto se je kao takva sa svojim mnogobrojnim i raznovrsnim problemima nametnula kao neophodna u kompleksnom proučavanju rudnih ležišta.

Obim i karakter hidrogeoloških radova i osmatranja pri istraživanju rudnih ležišta zavisi od stadijuma istraživanja. Svakoj etapi istraživanja odgovara kompleks hidrogeoloških radova i osmatranja. Obim i karakter tih radova može se menjati u toku rada u zavisnosti od složenosti geološke gradje i hidrogeoloških uslova oblasti istraživanja.

Prodiranje vode u rudarske radove stvara ne-povoljne uslove za rad: rdjaju mehanizmi, oštećuju se rudnički prolazi, smanjuje se postojanost povlate, otežava podgradjivanje. Pojava podzemnih voda često se manifestuje u vidu iznenadnih prodora voda ili tekućih peskova za kratko vreme, brzo potapajući delove, a nekad i cele jame. Likvidacija takvih pojava zahteva dosta vremena i sredstava.

Posebno neprijatno odražava se prisustvo velikih količina rudničkih voda na produktivnost rada i zdravlje rudara, pošto rudničke vode često imaju nisku temperaturu, što uslovjava pojavu niza bolesti medju rudarima.

Briga za ljude, veću produktivnost i sl. zahteva neophodno borbu s rudničkim vodama u cilju:

- stvaranja uslova za bezopasno izvodjenje radova što se odražava i na proizvodnji;
- otklanjanja mogućih havarija, potapanja, rušenja, prodora tekućih peskova i sl.
- čuvanja rudničke mehanizacije i uredjaja od zapuštanja i agresivnog dejstva vode
- smanjenja gubitaka rude u unutrašnjosti zbog ovodnjjenosti.

Iz ovoga se može zaključiti da se kao jedan od najvažnijih zadataka javlja odvodnjavanje rudnika

koje treba sprovoditi nizom dopunskih mera, u prvom redu sprečavanjem i hvatanjem voda pre njihovog stupanja u rudarske radove odnosno pre stupanja u celo ležište. Primenom takve aktivne borbe s podzemnim odnosno rudničkim vodama mogu se na vreme sprečiti sve nezgode i velika materijalna ulaganja koja bi bila potrebna za otklanjanje posledica, koje u pojedinim slučajevima mogu biti nesavladive ili pak, kada je u pitanju život rudara, nedoknade.

Takva pitanja, kao i razrađa teorije i prakse proučavanja rudničkih voda, čine suštinu rudničke hidrogeologije.

Veličina pritica vode, karakter njenog pritica, hemizam itd. uslovljeni su u prvom redu prirodnim uslovima. Zato u osnovu hidrogeologije rudnih ležišta mora da budu položene opšte zakonitosti koje su utvrđene učenjem o podzemnim vodama. Međutim, čovekova delatnost, ipak, utiče na promenu prirodnih uslova. Pri crpljenju velikih količina vode na području rudnika dolazi do stvaranja novih zakonitosti koje su svojstvene tim promenama uslova. Praćenje promena i uticaj nastalih zakonitosti iz njih, takodje, se javlja kao jedan od zadataka rudničke hidrogeologije.

Posebnu pažnju privlači rešenje vodosnabdevanja budućeg rudnika tehničkom i pitkom vodom, tako da se vodosnabdevanje postavlja kao jedan od važnih zadataka. Pravilno i blagovremeno rešenje ovog problema u mnogome olakšava izvodjenje ostalih radova na ostvarenju projekta otvaranja rudnika.

Hidrogeološka istraživanja treba sprovoditi za sve vreme postojanja rudnika uz stalna hidrogeološka osmatranja na hidrogeološkim reperima odnosno preko mreže bušotina, preliva i dr. specijalno pripremljenih za stalna režimska osmatranja. Na osnovu takvog kompleksnog višegodišnjeg proučavanja mogu se proučiti hidrogeološki uslovi i režim rudničkih voda. Pravilno odrediti i ostvariti mere borbe sa istim može se samo u uslovima potpune proučenosti prirodnih hidrogeoloških uslova rejona ležišta, uzimajući u obzir promene sredine usled izvodjenja rudarskih radova i odvodnjavanja.

Iz toga proizilazi da pri proučavanju hidrogeoloških uslova ležišta treba objasniti osnovne prirodne osobenosti, koje su karakteristične za podzemne odnosno rudničke vode i istovremeno utvrditi specifičnost ovodnjjenosti datog ležišta.

L i t e r a t u r a

- Bogomilov, G. V., Silin, Bekčurin, A. I. 1959: Specijalna hidrogeologija. — Beograd.
- KamenSKI, G. N., Klementov, P. P., Ovčinikov, A. M. 1953: Hidrogeologija rudnih ležišta. — Moskva.
- Klementov, P. P. 1962: Metodika hidrogeologičeskikh issledovanij. Moskva.
- Lang-e O. K. 1958: Osnovy hidrogeologii. — Moskva.
- Panjukov, P. N. 1962: Inženernaja geologija. — Moskva.
- Milojević, N.: Specijalna hidrogeologija (u rukopisu).
- Plotnikov, N. I., Sirovatko, M. V., Šegejlev, D. I. 1957: Podzemnye vody rudnyh mestoroždenij. — Moskva.
- Popov, I. V. 1959: Inženernaja geologija. — Moskva.
- Trojanskij, S. V., Belickij A. S., Cekin, A. I. 1960: Obščaja i gornorudničnaja hidrogeologija. — Moskva.
- Kolektiv autora, 1954: Metodičeskoe rukovodstvo po izučeniju režima podzemnyh vod. — Mskva.
- Kolektiv autora, 1962: Spravočnik hidrogeologa. — Moskva.

