

553 (42 + 57)

## Úspechy sovietskych vedcov pri rozvoji ložiskovej geológie

Pokrokoví ľudia na celom svete si pripomínajú v tomto období spolu s národmi Sovietskeho zväzu dve významné jubileá: 55. výročie víťazstva Veľkej októbrovej socialistickej revolúcie a 50. výročie vzniku Zväzu sovietskych socialistických republík. Aj pracovníci v odbore geologických vied si v dňoch týchto slávnych jubileí uvedomujú, že úroveň sovietskej vedy, pracovné metódy a výsledky dosiahnuté sovietskymi vedeckými pracovníkmi po Veľkej októbrovej socialistickej revolúcii sú na takej výške, že bez ich znalostí nemožno s úspechom riešiť mnohé problémy, ktoré stoja pred nami pri zabezpečovaní nových zdrojov nerastných surovín, potrebných pre rozvoj našej socialistickej vlasti. V tomto príspevku chceme aspoň stručne podať prehľad o rozvoji ložiskovej geológie v ZSSR a o úspechoch, ktoré v tejto vednej disciplíne dosiahli sovietski bádatelia.

V predrevolučnom Rusku geológovia nemohli v dostačujúcej miere skúmať neobyčajne veľké surovinové bohatstvá ruského teritória. Nielenže na to nebolo dost geologických odborníkov, ale cárska vláda neposkytovala dostatok finančných prostriedkov na technické vybavenie pre geologický výskum. Nedostatočný záujem o rozvoj geologických vied a geologického výskumu mal za následok stagnáciu banského priemyslu v známych rudných oblastiach na Urale, v južnej časti európskeho Ruska a v niektorých oblastiach západnej Sibíri. Nové územia sa neskúmali a ich bohatstvo sa skrývalo „pod bielymi škvrnami“, ktoré prevažne pokrývali geologickú mapu predrevolučného Ruska. Avšak aj napriek nezájmu cárskej vlády o rozvoj geologických vied ruská geologická veda sa honosí slávnymi menami N. V. Lomonosova, V. M. Severgína, A. A. Inostranceva, F. N. Černyševa, A. P. Karpinského, V. A. Obručeva, V. I. Vernadského, A. P. Pavlova, F. J. Levinson — Lessinga, D. A. Archangelského, I. M. Gubkina, P. I. Stepanova, I. V. Mušketova, N. I. Lebedeva, E. S. Fedorova a i., ktorí nezištne slúžili svojej vlasti a vede. Ich vynikajúce práce svedčia o samostatnosti ruskej geologickej vedy. Je zaujímavé, že mnohé idey vyslovené ruskými vedcami prebrala západná veda, veľmi často bez uvedenia mien ich pôvodcov. Bolo to najmä v petrografii, geológii ropy a v iných odvetviach, ako na to upozornil F. J. Levinson-Lessing vo svojej práci Úspechy petrografie v Rusku, vydané v roku 1923.

Celkom ináč sa začali rozvíjať geologické vedy po víťazstve Veľkej októbrovej socialistickej revolúcie. Mladému socialistickému štátu bolo treba zaistiť predovšetkým dostatočné množstvo nerastných surovín pre rozvoj ťažkého priemyslu. V prvom rade išlo o uhlie, ropu, železnú rudu a rudy farebných kovov. Splnenie týchto požiadaviek sa stalo čestnou a hlavnou úlohou sovietskych geológov. Na ich splnenie bolo treba vytvoriť a rozvíjať nové vedné geologické odvetvia, ako je geochemia, biochemia, geotektonika, litológia, hydrogeológia, inžinierska geológia, náuka o ložiskách a kvartérna geológia, o ktoré vláda cárskeho Ruska nemala záujem.



Mimoriadny záujem Komunistickej strany Sovietskeho zväzu a obrovské náklady, ktoré vynaložila vláda mladého sovietskeho štátu na rozvoj geologických vied, priniesli svoje ovocie. Vedeckovýskumnými prácami sa úspešne vyriešilo nielen veľké množstvo otázok týkajúcich sa geologickej stavby a geologického vývoja ohromných území v strednej Ázii, v Kazachstane, na Sibíri a Ďalekom východe, ale boli zistené aj zákonitosti rozmiestnenia nerastných surovín v zemskej kôre, čo podnietilo vyhľadávanie nových ložísk nerastných surovín. Tak napr. za 35-ročného trvania predrevolučného Geologického komitétu (bol založený v roku 1882) boli vyhotovené geologické mapy v rozličnej mierke, ktoré zahŕňovali len okolo 10 % celého územia ZSSR. Od revolúcie do roku 1939 bolo zmapovaných už 45,6 % územia. Najväčší úspech sovietski geológovia dosiahli v roku 1956, keď bola vyhotovená geologická mapa celého územia ZSSR v mierke 1:5 000 000 a 1:2 500 000.

Za vlády soviетov vzrástli zásoby *uhlia a ropy* tak, že sa ZSSR dostal na popredné miesto vo svetových zásobách týchto úžitkových surovín. V predrevolučnom období boli hlavné zásoby uhlia známe a ťažené hlavne v Doneckej a Podmoskovskej uhľonosnej oblasti a ropa sa ťažila najmä v oblastiach Kavkazu. Za vlády soviетov sa našli nové uhoľné panvy, ako je napr. Karaganda, Pečora a uhľonosná oblasť vo východnej Sibíri.

S rozšírením uhoľnej základne ZSSR sa rozšírili a prehĺbili aj vedecké znalosti o uhoľných ložiskách. Tak vznikol nový odbor geologických vied — geológia uhoľných ložísk. Pri štúdiu zákonitostí ich rozšírenia boli dosiahnuté veľké úspechy. Rozvinula sa petrografia uhlia, ktorá prehĺbila predstavy o stavbe a akosti uhoľnej substancie. Atlas mikroštruktúr uhlia ZSSR nemá obdobu vo vedeckej svetovej literatúre.

Mimoriadne veľký úspech dosiahli sovietski geológovia *v rozšírení zásob ropy*. Objavili novú obrovskú roponosnú oblasť, ktorá umožnila ZSSR prekonať ťažkosti z nedostatku ropy v období II. svetovej vojny, keď niektoré zo starých roponosných oblastí okupovali nemeckí fašisti.

Dnes sa ropa ťaží nielen v Azerbajdžane a v Groznenskej oblasti, ale tiež v Priuralsku a Dagastane, na Povolží a v Krasnodarskej oblasti, v Uzbekistane a Turkestane, v Embskej oblasti, v Gruzínsku, na Sachalíne a i.

Mimoriadne veľký národohospodársky význam nadobudli aj *ložiská zemného plynu* na Povolží, na Ukrajine a i., ktoré zásobujú plynom aj náš chemický priemysel.

Socialistická industrializácia a budovanie ťažkého priemyslu kladli mimoriadne požiadavky na geologickú službu nielen na zabezpečenie dostatočného množstva palív, ale aj *rúd rozličných kovov* potrebných na výrobu akostných ocelí a iných nerastných surovín potrebných pre rozvoj ďalších priemyselných odvetví. Tak napr. sa našli nové ložiská železnej rudy (v Kurskej, Kustanajskej a Nižne-Angarskej oblasti), medenej rudy (napr. ložisko Konrad v Kazachstane, Blava, Sibaj a iné na Južnom Urale) nikelnatých rúd (Monže-Tundra, Norilsk), ušľachtilých kovov (Kolyma, Zabajkalsko, Kazachstan), bauxitu (Ural, Kazachstan), obrovské ložisko apatitu (Chibiny), draselných solí (Solikamsk), diatomitov (Jakutsko) a iných.

*Vo vývoji vedy* o ložiskách nerastných surovín v ZSSR od víťazstva Veľkej októbrovej socialistickej revolúcie až podnes, možno vymedziť *štyri vývojové etapy*.

Prvá etapa zahŕňa obdobie rokov 1917—1928. V prvých rokoch existencie sovietskej vlády, v období občianskej vojny a cudzej vojenskej intervencie, keď ruský ľud všetko úsilie vynaložil na záchranu výdobytkov Októbra, teoretické práce v oblasti výskumu vzniku a rozmiestnenia ložísk nerastných su-



rovín v zemskej kôre robili nesystematicky významní geológovia, ktorí ostali verní svojej vlasti a svoje vedomosti a bohaté skúsenosti sa rozhodli odovzdať v prospech budovania nového, spravodlivejšieho spoločenského poriadku. Boli to napr.: A. P. Karpinskij, V. A. Obručev, I. M. Gubkin, P. I. Stepanov, A. E. Fersman, A. N. Zavarickij, A. D. Archangelskij, S. S. Smirnov, V. I. Vernadskij a i.

Pre rozvoj geologických vied v tomto období mal mimoriadny význam dokument V. I. Lenina z roku 1918 Náčrt plánu vedecko-technických prác.

Na základe tohto dokumentu vznikli vedecké inštitúcie a sovietski geológovia ihneď začali vykonávať geologicko-výskumné práce, a to nielen na existujúcich ložiskách, ale išlo im predovšetkým o nájdenie nových zdrojov nerastných surovín pre vznikajúci hutnícky priemysel. Tak napr. pod vedením P. P. Lazareva, A. D. Archangelského a I. M. Gubkina začali sa geologicko-výskumné práce Kurskej magnetickej anomálie, geologická expedícia Akadémie vied pod vedením A. E. Fersmana začala robiť geologické výskumy na Kolskom polostrove, pri ktorých bolo v roku 1921 objavené v Chibinách svetoznáme ložisko apatitu. Pod vedením A. N. Zavarického sa začali geologicko-výskumné práce na uralských rudných ložiskách (platiny, železa a medi). Výsledky zhrnul vo svojej vynikajúcej práci Magnetová hora a jej ložiská železných rúd, ktorá slúžila ako základ na projektovanie mohutného Magnitorského hutného kombinátu. P. I. Preobraženskij objavil v oblasti Solikamska obrovské ložisko draselných solí; I. M. Gubkin vyriešil celý rad základných otázok roponosných oblastí v Azerbajdžane a v oblasti Severného Kavkazu. Na základe jeho vedeckých prognóz boli objavené veľké ložiská ropy na Urale a Povolží.

Druhá etapa vývoja vedy o ložiskách nerastných surovín v ZSSR zahŕňa obdobie rokov 1929—1940. V tejto etape geologicko-výskumné práce sa začali robiť plánovite v rámci 5-ročných národnohospodárskych plánov. Veľké úspechy dosiahli sovietski geológovia pri štúdiu magmatických, pegmatitových, skarnových a hydrotermálnych ložísk. Tak napr. na základe výsledkov vedeckých štúdií A. G. Betehtina, P. M. Tatarinova a i. sa začala venovať väčšia pozornosť štúdiu chromitových ložísk, čo viedlo k objaveniu nových ložísk Cr-rúd na Urale. Dosiahnuté výsledky dlhoročného štúdia pegmatitov A. E. Fersman zverejnil v r. 1931 v monografii Pegmatity. Na základe výsledkov štúdia kontaktne — metasomatických ložísk P. P. Pilipenka boli vyvrátené názory o ich genéze. Zistilo sa, že pri vzniku ich mnohých rudných minerálov hrá dôležitú úlohu hydrotermálne štádium. Veľké úspechy v tejto etape dosiahli sovietski geológovia aj pri štúdiu postmagmatických ložísk Cu — rúd; svedčia o tom výsledky úspešného výskumu A. A. Amiraslanova, A. N. Zavarického, E. E. Zacharova, M. N. Rusakova, K. I. Satpajeva, N. I. Nakovnikova a i.

Polymetalické ložiská v Altaji podrobne študovali V. K. Kotuľskij, I. F. Grigorjev, V. P. Nechorošov a i., v Strednej Ázii F. I. Volfson, A. V. Korolev, V. M. Krejter, V. I. Smirnov a i. Pri výskume minerálneho zloženia Sn — rúd S. S. Smirnov zistil nový typ sulfid-kasiteritového zrudnenia, čo umožnilo objaviť novú rudnú oblasť Sn — rúd v severovýchodných oblastiach ZSSR. V roku 1936 vyšlo známe Smirnovovo dielo Oxidačná zóna sulfidických ložísk. V tejto etape vyšla aj monografia V. A. Obručeva Geológia Sibíri, bez ktorej sa nezaobíde geológ skúmajúci oblasti Sibíri.

Sovietski geológovia sa však neobmedzovali len na štúdium endogénnych ložísk. Veľkú pozornosť venovali aj výskumu ložísk exogénnych. Študovali ich stratigrafiu, tektoniku, minerálny obsah, aby objasnili podmienky ich vzniku, skúmali historicko-geologické epochy ich vzniku, hlavne Fe — rúd, bauxitov, rýžovísk platiny, diamantov a i.



Z množstva prác početných geológov treba spomenúť práce I. I. Ginzburga a B. P. Kretova o procesoch zvetrávania. Veľký význam majú práce A. D. Archangelského o probléme vzniku bauxitov; o Mn — rudách pojednávajú diela A. G. Betehtina, o ryžoviskách práce J. A. Bilibina, A. P. Smolina, A. A. Ivanova a i.

Zatiaľ čo v predrevolučnom Rusku všetky znalosti o bauxitoch sa obmedzovali len na malé tichvinské ložisko, sovietski geológovia objavili a preštudovali nové ložiská bauxitov v rozličných častiach ZSSR. Tak sa získal nový študijný materiál, na základe ktorého vznikli nové vedecké poznatky o genéze bauxitov, ktoré pokladali za produkt suchozemského zvetrávania.

Sovietski geológovia (A. D. Archangelskij a i.) našli nový, veľmi rozšírený druh bauxitových hornín morského pôvodu a zistili veľmi dôležitú zákonitosť, podľa ktorej sa tvorba bauxitov v geologických dobách postupne „sťahovala“ z mora na suchú zem (vznik morských bauxitov v paleozoiku a jazerných a suchozemských bauxitov v mezozoiku).

Za sovietskej vlády boli podrobne preskúmané a otvorené mohutné ložiská fosfátov. Výskum sa sústredil na fyzikálno-chemické a geografické podmienky ich vzniku. Fosfáty sa kedysi pokladali za produkt činnosti organizmov. Sovietski bádatelia však zistili a pokusmi dokázali závislosť ich vzniku od fyzikálno-chemických a geografických podmienok morského prostredia. To umožnilo dať presné smernice na ďalšie vyhľadávanie fosfátových surovín a určiť ich prognózne oblasti na území ZSSR.

Tretia etapa rozvoja vedy o ložiskách spadá do obdobia II. svetovej vojny. V nej sa robili geologicko-výskumné práce vo východných oblastiach ZSSR a boli zamerané prevažne na zaistenie strategických surovín. Avšak veľký rozmach geologicko-výskumných prác nielenže prispel k objavu nových ložísk strategických surovín na tomto území, ale ich výsledky mali mimoriadny význam aj pri riešení teoretických otázok vzniku a rozmiestnenia ložísk nerastných surovín v zemskej kôre. Tak napr. v tomto období A. N. Zavarickij rozpracoval novú teóriu vzniku kýzových ložísk na južnom Urale, podľa ktorej sú tieto ložiská geneticky späté s predvariskou vulkanickou činnosťou. Variským vrásnením boli rudné telesá, ako aj okolné horniny postihnuté intenzívnou metamorfózou. Táto nová teória slúžila ako teoretické východisko pre geologicko-výskumné práce na Urale.

Veľký počet prác venovali sovietski geológovia fyzikálno-chemickej teórii postmagmatického procesu. Tento problém riešili najmä pri štúdiu pegmatitov. Postmagmatický proces pôvodne študovali podľa fyzikálno-chemického diagramu Vogta-Niggliho, ktorý pripúšťa pri kryštalizácii magmy nepretržité nasycovanie vodou a inými tekavými látkami s prechodom do nadkritického fluida a potom do hydrotermálneho roztoku. Sovietski geológovia (V. A. Nikolajev a i.) na základe geologických pozorovaní došli k názoru, že medzi magmatickým a postmagmatickým procesom nastalo prerušenie. Na základe experimentálnych dát o obmedzenej rozpustnosti tekavých látok v silikátových taveninách boli vypracované nové fyzikálno-chemické diagramy postmagmatických procesov s prerušovaným prechodom od magmy k postmagmatickým roztokom; došlo sa k uzáveru, že oddelenie plynnej fázy z magmy môže nastať v každom štádiu jej ochladzovania v rozličných geologických podmienkach.

Štvrtá etapa vývoja vedy o ložiskách v ZSSR zahŕňa povojnové obdobie. Vyznačuje sa nielen zvýšeným tempom rozvoja geologicko-výskumných prác zameraných na zaistenie surovínovej základne pre obdobie prechodu od socializmu ku komunizmu, ale aj rozpracovaním a prehĺbením názorov popredných sovietskych vedcov o zákonitostiach vzniku a rozmiestnenia ložísk nerastných



surovín v zemskej kôre. Išlo v prvom rade o názory S. S. Smirnova, J. A. Bilibina a D. A. Koržinského o rudných ložiskách, I. M. Gubkina o ropných ložiskách, a P. I. Stepanova o uhoľných ložiskách. Na rozpracovaní a prehľbovaní týchto názorov sa zúčastnili početné kolektívy sovietskych geológov, ktorí vyrástli už za vlády soviетov. Tak napr. pri magmatických ložiskách titanomagnetitových rúd sovietski geológovia zistili, že rudná substancia ostáva tekutou až do neskorého štádia kryštalizácie základnej magmy a že sa rudné minerály vylučujú až po vykryštalizovaní horninotvorných silikátov. Na základe tohto poznatku bol stanovený nový druh magmatických ložísk — *ložiská fuzívne*.

Pri podrobnom štúdiu uralských ložísk železa, medi a volfrámu skarnového typu sovietski geológovia na rozdiel od starých predstáv o činnej rudotvornej úlohe tej-istej intrúzie, na ktorej kontakte sú vyvinuté rudné teslá patriace ku kontaktu intruzívnych telies dokázali, že skarny a rudy vznikajú vzájomným pôsobením veľmi prehriatych hornín a horúcich postmagmatických roztokov, vystupujúcich z hlbších častí chladnúceho intruzívneho telesa. Pri podrobnom štúdiu skarnových ložísk sa zistilo, že postmagmatické roztoky s obsahom rudných minerálov vnikajú do súvrství rozličnými cestami. napr. po tektonických puklinách, brekciovitých, zónach, po medzivrstvových plochách a pod. Týmto spôsobom môžu vznikaf skarnové rudné ložiská v značných vzdialenostiach od materského intruzívneho telesa a nemožno ich nazvať kontaktnými.

Pri štúdiu *genézy rudných ložísk* zistili sovietski geológovia veľké množstvo faktorov, ktoré vplývajú na ich vznik a rozmiestnenie v zemskej kôre. Preto zavrhli scholastický názor na metalogenézu W. H. Emmonsa a W. Lingrena a i. Namiesto predstavy jednotnej rudonosnej žulovej magmy vyslovili sovietski geológovia názor, že existuje veľké množstvo rôznych štruktúrnych typov rudonosných intrúzií, medzi ktorými majú samostatné malé intrúzie mimoriadny význam. Namiesto predstavy jednotného rudonosného roztoku pochádzajúceho z intrúzie, ktorý sa postupne zbavuje minerálneho obsahu pri pohybe v priestore a tak vyvoláva priestorové zonálne usporiadanie ložísk rozličných kovov, sovietski bádatelia (S. S. Smirnov a i.) vyjadrili hypotézu o pulzujúcej povahe vylučovania rudných roztokov z magmatického zdroja, pričom sa zákonite mení zloženie vylučujúcich sa z neho rudných roztokov. Táto zmena prebieha v čase a len v menšej miere v priestore.

Úspešné výsledky dosiahli sovietski geológovia (D. S. Koržinskij a i.) v štúdiu *metasomatických procesov*, ktoré majú mimoriadny význam pri vzniku väčšiny ložísk nerastných surovín. Dlho existoval chybný názor, že teóriu chemickej rovnováhy a hlavne mineralogické pravidlo fáz nemožno použiť pri otvorených systémoch. Avšak sovietski bádatelia pri podrobnom štúdiu metasomatického vzniku rozličných rudných ložísk, ktoré tvoria otvorené systémy, zistili mnoho významných fyzikálno-chemických zákonitostí, ktoré dokazujú dosiahnutie chemickej rovnováhy pri metasomatických procesoch. Zároveň teoreticky dokázali, že si Gibbsovo pravidlo fáz všima hlavne otvorené, nie uzavreté systémy, a preto ho možno použiť aj pri štúdiu metasomatózy.

Sovietski bádatelia dosiahli veľké úspechy aj v štúdiu *textúr a štruktúr rúd*. Podľa textúrnych osobitností rúd stanovili vek minerálnych agregátov odlišujúcich sa zložením alebo štruktúrou a podľa štruktúrnych vlastností týchto agregátov zistili postupnosť vylučovania tvoriacich sa minerálov. Štúdium textúr a štruktúr rúd ukázalo cestu k riešeniu veľmi významného problému v ložiskovej geológii — paragenézy rudných minerálov. Tieto štúdiá predovšetkým umožnili bližšie objasniť pojem paragenézy minerálov v rudnej výplni a poukázali na jej význam pri vysvetľovaní prírodných chemických procesov.

Veľký význam pre pochopenie postupov, ktorými vznikli rudy, ako aj pre po-



chopenie tvaru a rozšírenia rudných telies v zemskej kôre má *objasnenie tektonických štruktúr ložísk* a rudných oblastí. Podrobné štúdium tektoniky výskytu magmatického zrudnenia ukázalo, že hlavným činiteľom určujúcim jeho polohu v rudných poliach, rudonosných zónach a pásmach sú veľké zlomy. Sovietski geológovia zistili, že hlavný význam pre ohraňované zrudnenie majú pohyby po zlomoch počas mineralizačného obdobia vyvolávajúce rozširovanie trhlín v ktorých dochádza ku koncentrácii rudných minerálov. Sovietski geológovia po prvýkrát vyzdvihli veľký význam diapírových štruktúr aj pri tvorbe ložísk farebných kovov.

Úspechy, ktoré dosiahli sovietski geológovia pri štúdiu ložísk nerastných surovín, majú široký ohlas v prácach súčasných zahraničných bádateľov, a to nielen v štátoch socialistického tábora. Geológovia kapitalistických krajín si už dnes uvedomujú, že bez poznania výsledkov sovietskej geológie nemožno rozriešiť problémy vzniku ložísk nerastných surovín a ich rozmiestnenie v zemskej kôre.

Výsledky sovietskej geológie významne prispeli k rýchlemu rozvoju národného hospodárstva ZSSR a sú zárukou budúcich úspechov v objavovaní a využívaní veľkého nerastného bohatstva jubilujúcej krajiny.

Vojtech Zorkovský