

O NOVEJ KLASIFIKÁCII LOŽÍSK NERASTNÝCH SUROVÍN

V Izvestiach AN SSSR ser. geolog. roč. 1953, 5 bol uverejnený článok E. E. Zacharova „K otázke klasifikácie ložísk nerastných surovín“, kde autor predkladá nový variant genetickej klasifikácie ložísk nerastných surovín.

Na začiatku svojho článku autor poukazuje na dôležitosť genetickej klasifikácie ložísk nerastných surovín, pretože podľa správneho určenia genetického typu tohto ložiska môžeme urobiť nielen správny geologický prieskum a jeho priemyselné ocenenie, ale možno s úspechom vyhľadávať aj nové ložiská takéhoto typu.

Problém klasifikácie ložísk nerastných surovín je takmer už 200 rokov starý, avšak dosiaľ nie je starostlivo a jasne vyriešený. Všetky doterajšie klasifikácie, ktoré sa uvádzajú a používajú v Náuke o ložiskách, nezakladajú sa na skutočných genetických znakoch. Mnohí učitelia (Lingren, Schneiderhöhn, Niggli a iní) pokúsili sa síce o prvé klasifikácie, založené na genetických znakoch, avšak všetky tieto klasifikácie sa vyznačujú jednostrannosťou v spôsobe riešenia otázok vzniku ložísk nerastných surovín. Základné otázky riešenia izolovane, bez akejkolvek závislosti rozličných prírodných javov, ktoré majú vplyv na vytvorenie ložiska. Sovietski učitelia však ozbrojení filozofiou dialektického materializmu podrobili ostrej kritike všetky doterajšie klasifikácie, pričom sami sa pokúšajú vytvoriť takú klasifikáciu, ktorá by bola skutočne založená na genetických vzťahoch.

Sovietski vedci s úspechom objasňujú zákonitosti v rozložení ložísk nerastných surovín v zemskej kôre, zákonitosti migrácie chemických elementov a ich zlúčenín v súvislosti so všetkými prírodnými podmienkami, ktoré majú vplyv na vznik ložiska nerastnej suroviny.

E. E. Zacharov je tiež jeden z tých mnohých sovietskych vedcov, ktorý navrhuje novú klasifikáciu ložísk nerastných surovín, založenú na skutočných genetických vzťahoch.

Pri zostavovaní svojej klasifikácie E. E. Zacharov berie do úvahy tri faktory, ktorých priaznivé spojenie dáva vznik ložiskám nerastných surovín. Sú to:

1. geotektonický faktor, ktorý určuje geologickú pozíciu ložiska,
2. geochemický a
3. fyzikálno-chemický faktor, ktoré zase určujú mineralogickú paragenézu rudy.

Najdôležitejší z uvedených faktorov je geotektonický faktor. Od geotektonických, prípadne geologických podmienok závisí priebeh rozličných procesov kryštalizácie magmy, ako aj oddelenie plynovodných roztokov. Za určitých podmienok sa magma môže úplne diferencovať, pričom do okolitých nadložených hornín budú intrudovať magmatické diferenciáty z rozličným obsahom. Vzhľadom na to, že tieto diferenciáty sa dostali do zvláštnych a odlišných geofyzikálnych podmienok, budú mať aj svoju

vlastnú charakteristickú asociáciu prvkov, čo sa prejaví zase v rozličnom obsahu ložiska nerastnej suroviny.

Za iných geotektonických podmienok nemusí nastať úplná diferenciácia magmy, čo sa prejaví v malej koncentrácii tých istých prvkov v magmatických diferenciátoch. Od geotektonických faktorov závisia aj pochody asimilácie a s nimi spolu spojené zmeny v zložení magmatickej taveniny. Geotektonické faktory veľmi vplyvajú aj na vznik ložísk z plynovodných roztokov. V jedných prípadoch môže nastať veľmi bohatá koncentrácia ťžitkových elementov a tým aj bohaté a priemyselné ložisko nerastnej suroviny, v iných prípadoch však môže nastať rozptýlenie ťžitkových elementov, čo teda nevedie ku vzniku ložiska ťžitkovej suroviny.

Tiež veľký význam majú geologické, prípadne geotektonické faktory na vznik ložísk nerastných surovín za exogénnych podmienok, ako aj ložísk vzniknutých pri metamorfóze.

Popri geologických, prípadne geotektonických faktoroch, ako sme už spomenuli, druhú dôležitú úlohu pri tvorbe ložísk ťžitkových surovín má geochemický a fyzikálno-chemický faktor. Od týchto dvoch faktorov závisí hmotný obsah nerastnej suroviny. Oba faktory pri zostavovaní klasifikácie nerastných surovín sa teda musia brať do úvahy.

Hmotný obsah nerastných surovín nesmieme posudzovať len ako obyčajnú sumu najhlavnejších rudných minerálov, ale musíme sa naň dívať z pozície paragenetickej mineralogickej asociácie. Prítomnosť toho alebo onoho minerálu tzv. geologického teplomera v rudnom agregáte ešte nie je dôkazom toho, že tento minerál môže určiť genetický typ toho-ktorého ložiska. Napr. prítomnosť chalkopyritu v rude nemôže byť vodidlom pri určovaní spôsobu jej vzniku. Ak sa však budeme na rudný obsah prizeráť z pozície paragézy, vidíme, že chalkopyrit má v rudách rozličný pôvod, teda nadobúda potom aj rozličný význam. V rudách tzv. vlastných magmatických ložísk, ako ich vo svojej novej klasifikácii označuje E. E. Z a c h a r o v, chalkopyrit prichádza vždy v asociácii Ni-pyrhotinom, pentlanditom, rombickým pyroxénom, bazickým plagioklasom a druhými minerálmi. Chalkopyrit potom v takejto asociácii je dôležitým znakom pre vlastné magmatické ložiská.

V skarnových rudách sa chalkopyrit nachádza obyčajne s pyrhotinom bez Ni, pyritom, hematitom, magnetitom, granátom, epidotom atď. Ako vidieť, táto paragenetická asociácia sa od prechádzajúcej odlišuje, teda chalkopyrit môže sa stať vodidlom pri určovaní genézy rudy skarnového typu len v tejto asociácii. Chalkopyrit sa vyskytuje aj v sírnikových rudách, ktoré sa nachádzajú v kremito-sericitických bridliciach. Združuje sa tu s pyritom, sfaleritom, galenitom, tenantinom, barytom, kremeňom, sericitom, rutilom a s inými minerálmi. Aj táto paragéza sa odlišuje od uvedených paragéz. Podobnými rozdielmi sú charakterizované aj druhé paragenetické mineralogické asociácie, ktoré prislúchajú určitému genetickému typu ložiska rozličných nerastných surovín, endogénneho, ako aj exogénneho a metamorfogénneho pôvodu.

Okrem uvedených troch hlavných faktorov sú ešte aj faktory, ktoré majú vplyv na rozdelenie ložísk do určitých skupín. Napr. ložiská endogénneho pôvodu E. E. Z a c h a r o v rozdeľuje do dvoch veľkých skupín:

I. vlastné magmatické ložiská,

II. ložiská pomagmatické.

Pre ložiská magmatické vlastné faktorom je genetický sväz s magmatickou intrúziou a pre pomagmatické ložiská je to zase kontaktný metamorfizmus v okolitých horninách. Genetický sväz pri vlastných magmatických ložiskách môžeme ľahko zistiť, a to na základe vzájomného vzťahu medzi komponentmi rudy a rudonosnej intruzívnej

horniny, ďalej na základe štruktúry a textúry, ako aj morfológických zvláštností ložiska a intrúzie. Okrem toho v značnej miere nám pomáhajú aj geochemické zákonitosti a najmä prítomnosť niektorých prvkov, ako je Pt, Cr, a Ni napr. v dunitoch a v peridotitoch, Fe, Ti a V, v gabro-pyroxenitoch a pod.

Pre vznik pomagmatických ložísk nerastných surovín a teda aj pre ich klasifikáciu má veľký význam charakter vzájomného pôsobenia plynovodných roztokov a geologického prostredia, v ktorom sa procesy vzniku ložísk nerastných surovín odohrávajú. Toto má za následok vznik nových minerálov v okolitých horninách, teda aj vznik ložísk. Charakter týchto zmien závisí od plynovodných roztokov, ako aj od povahy okolitých hornín, cez ktoré tieto roztoky prenikali. Všetky zmeny, ktoré vyvolávajú v okolitých horninách pri ich prenikaní rudné roztoky, sú pri zadeľovaní toho-ktorého ložiska do patričného genetického typu pomagmatických ložísk veľmi dôležitými diagnostickými znakmi.

Vznik ložísk nerastných surovín exogénneho pôvodu závisí v niektorých prípadoch od klímy. Napr. železné rudy kontinentálneho a morského pôvodu vznikajú najmä v oblastiach s vlhkou klímou a miernou teplotou. Vznik minerálnych solí, ako aj Cu-pieskovcov, odohráva sa v teplej a suchej klíme. Horúca a vlhká klíma je priaznivá pre lateritizáciu, teda aj pre vznik ložísk vzniknutých pri lateritizačných pochodoch. Z toho vyplýva, že pri zostavovaní klasifikácie treba klímu brať ako jeden z najdôležitejších faktorov, na základe ktorého možno ložiská exogénneho pôvodu rozdeliť na jednotlivé typy.

Veľmi dôležitý význam pre objasnenie genetických podmienok ložísk nerastných surovín exogénneho pôvodu má ich častá a jasná prislusnosť k určitým, stratigraficko-litologickým horizontom. Možno uviesť veľmi mnoho príkladov, keď mnohé nerastné suroviny sedimentárneho pôvodu sa viažu na isté litologické faciess (napr. Mn-zrudnenie v kremitých horninách, Cu-zrudnenie v pieskovcoch, Pb-zrudnenie v dolomitoch, boksity vo vápencoch, soli v ílovitých horninách, fosfority v kremitých a uhličitanových horninách a pod.). Pri niektorých ložiskách sedimentárneho pôvodu možno zase hovoriť o tesnom genetickom sväze s určitými sedimentárnymi faciess, napríklad morskými, hlbokomorskými, pobrežnými, plytkomorskými a pod.), jazernými, alebo jazerno-bažinatými. Možno tiež hovoriť o ložiskách nerastných surovín, ktoré patria k sedimentom geosynklinálneho alebo platformného typu. Takýto tesný genetický sväz ložísk nerastných surovín s určitými, stratigraficko-litologickými faciess sa stáva dôležitým diagnostickým znakom pri zadeľovaní toho-ktorého ložiska do určitého genetického typu ložísk, sedimentárneho pôvodu.

Klasifikácia, ktorú podáva E. E. Z a c h a r o v, zahrňuje v sebe ložiská rudných, ako aj nerudných nerastných surovín. Zhrnutie oboch druhov ložísk nerastných surovín do jednej klasifikácie sa robí z toho dôvodu, že oba druhy vznikajú ako výsledok jedných a tých istých procesov a mnohokrát sa vyskytujú spoločne na jednom a tom istom ložisku. Je to veľmi dobré aj z toho dôvodu, že pri vyhľadávaní ložísk nerastných surovín geológ je prinútený všímať si príznaky oboch druhov ložísk, ktoré sú geneticky zviazané s tým alebo oným prírodným procesom. To je dnes veľmi dôležité, pretože je našou snahou komplexne využiť všetky elementy nerastnej suroviny v našom priemysle.

Nerastné suroviny, okrem kaustobiolitov, E. E. Z a c h a r o v rozdeľuje na:

- a) endogénne,
- b) exogénne,
- c) metamorfogénne.

Toto rozdelenie je analogické s rozdeľovaním hornín v petrografii, pretože ložiská

nerastných surovín sa javia ako minerálne agregáty, ktoré vznikli väčšinou pri tých istých procesoch ako horniny. V mnohých prípadoch sa nám tieto ložiská javia ako fácie hornín.

Rudná formácia (alebo genetický typ ložiska nerastnej suroviny nám po stránke genetickej predstavuje jednoznačné ložiská, ktoré sú charakterizované určitým a len pre danú formáciu špecifickým komplexom genetických príznakov, menovite rovnakými geologickými podmienkami uloženia, morfológiou rudných telies, veľmi blízkymi paragenetickými a mineralogickými asociáciami a veľmi podobnými rudonosnými horninami.

Vznik rudnej formácie je podmienený spolupôsobením geotektonického, magmatického, faciálno-litologického, geochemického, fyzikálno-chemického, ako aj fyzikálno-geografického faktora. V názve formácií (pozri tabuľku) sú uvedené len hlavné minerály, ktoré dávajú ložisku priemyselný význam. Minerály sú uvedené odľava na-pravo v takom poriadku, ako klesá ich zastúpenie v telese ložiska nerastnej suroviny. Posledný minerál udáva zloženie základnej masy rudného telesa; napr. kremitá, barytová, karbonátová formácia znamená, že teleso nerastnej suroviny sa skladá z kremeňa, barytu, karbonátu, a pod., v ktorých sa nachádzajú nahromadeniny iných rudných minerálov.

Podrobné rozdelenie ložísk nerastných surovín endogénneho, exogénneho, metamorfogénneho pôvodu je podané v prehľadnej tabuľke:

LOŽISKÁ ENDOGÉNNÉHO PÔVODU:

I. Vlastné magmatické

a) V ultrabázických horninách

1. Chromitová formácia v serpentinitoch, v serpentinizovaných dunitoch a perioditoch (chromit),
2. formácia elementárnej platiny a platinoidov v dunitoch, v perioditoch a v pyroxenitoch (platina, platinoidy).
3. Kimberlitová a peridotitová diamantonosná formácia (diamant).
4. Formácia ultrabázických hornín (stavebné hmoty).

b) V bazických horninách

1. Vanádium-titano-magnetitová formácia v gabrách (železo, titan, vanádium).
2. Sperilito-chalkopyrito-pentlandtio-pyrhotínová formácia v gabro-noritoch (nikel, meď, kobalt, platina).
3. Gabrová formácia (stavebné hmoty).
4. Bazaltová formácia.

c) V kyslých a zásaditých horninách

1. Magnetitová a apatito-magnetitová formácia v syenitoch (železo).
2. Nefelino-apatitová formácia v nefelínových syenitoch (apatit, nefelín).
3. Granitová formácia v nefelínových syenitoch (granit).
4. Granitná a granito-dioritová formácia (stavebný materiál).
5. Liparitová a andezitová formácia (stavebné materiály).

d) V pegmatitoch

1. Muskovito-kremito-mikroklinová formácia pegmatitov v granitoch (živec).
2. Mikroklinó-nefelínová formácia v zásaditých pegmatitoch (živec).

aa) V granitových a granodioritových horninách

1. Formácia niobo-tantalových pegmatitov (niob, tantal).
2. Formácia tório a uranonosných pegmatitov (tórium, urán).
3. Formácia litionosných a kasiteritových pegmatitov (lítium, cín).
4. Formácia molybdénonosných pegmatitov (molybdén).
5. Morión-muskovito-živcová formácia (morión).
6. Kremito-ametystová formácia v pegmatitových žilách (ametyst).
7. Bóro-fluoritá a fluoro-berilová formácia s topasom (topas).

bb) V ultrabázických horninách

1. Spinel-margarito-plagioklaso-korundová formácia v desilifikovaných pegmatitoch (korund).
2. Formácia berilonosných desilifikovaných pegmatitov (beril).
3. Albitová formácia desilifikovaných pegmatitov (živec).
4. Smaragdová formácia desilifikovaných pegmatitov (smaragd).

cc) V kryštalických bridliciach a karbonátových horninách

1. Muskovito-kremito-mikroklinová formácia pegmatitov v kryštalických bridliciach (sľuda).
2. Albito-parazito-smaragdová formácia v karbonátových horninách (smaragdy).

II. Pomagmatické ložiská

A. V intruzívnych masívoch

a) Gabrové horniny

1. Bórito-pyrito-chalkopyritová formácia v epidotizovaných gabrách (meď).
2. Forsterito-diopsido-apatitová formácia (apatit).

b) Granitové a granit-dioritové horniny

1. Kasiterito-topaso-kremitá, kasiterito-živcovo-kremitá a kasiterito-kremitá formácia v greizénoch (cín, topas).
2. Wolframo-topaso-akvamarínová formácia v greizénoch (akvamarín).
3. Wolframo-živcovo-kremitá a wolframo-kremitá formácia v greizenitizovaných horninách (wolframit).
4. Kasiterito-turmalíno-pyrito-pyrhotinová formácia v chloritizovaných horninách (cín).
5. Chalkopyrito-turmalíno-kremitá formácia (meď, bor).
6. Molybdéno-kremitá formácia (molybdén).
7. Zlato-arzéno-pyrito-turmalíno-kremitá a arzéno-pyrito-kremitá formácia v berezitovaných horninách (zlato, arzén).
8. Schelito-zlato-kremitá a schelito-kremitá formácia (zlato, wolfrám).
9. Zlato-kremitá a stibnito-kremitá formácia (zlato).

B. V žilných telesách magmatických hornín

a) Pegmatity

b) Granit-porfýry, syenit-porfýry a i.

1. Zlato-kremitá a zlato-pyrito-kremitá formácia v silne berezitizovaných horninách (zlato).

C. V zónach kontaktu granitových, syenitových a granodioritových intruzívov

a) Umiestené najmä na bezprostrednom kontakte s materskou vyvrelinou

A. V skarnách

1. Magnetito-magnetitová a kobalto-magnetitová formácia (železo, kobalt).
2. Franklinito-zinková formácia (zinok, mangán, železo).
3. Molybdenito-schelitová formácia (molybdén, wolfrám).
4. Formácia pyrhotino-chalkopyritová (meď).
5. Formácia datolitová (bór).
6. Volastonito-tremolito-skapolito-grafitová formácia (grafit).
7. Formácia kacito-skapolito-apatito-flogopitová (sľuda).

B. V druhotných kvarcitoch

1. Formácia molybdenitová a molybdenito-chalkopyritová, kremité formácie (meď, molybdén).
2. Formácia andaluzito-korundová (suroviny hliníka).

b) Umiestené najmä v istej vzdialenosti od materského intruzívneho telesa (ale ešte v hraniciach kontaktného vplyvu intrúzie

1. Formácia mramorov a mramorizovaných vápencov (mramory).
2. Formácia magnetito-hematitová v sprievode skarnov (železo).
3. Formácia kobalto-glaukodotová v sprievode skarnov (kobalt).
4. Arzéno-pyrito-talko-aktinolitová formácia (arzén).
5. Formácia kalcito-tremolito-talková (talk).
6. Zlato-pyritová formácia v sprievode skarnov (zlato).
7. Galenito-sfaleritová formácia v sprievode skarnov (olovo, zinok).

D. V zvrásnených štruktúrach, ktoré sa skladajú zo sedimentárnych a vyvrelých hornín

a) Rudonosné horniny, často silne turmalizované a chloritizované

1. Kasiterito-chlorito-stanino-pyrhotinová formácia (cín).
2. Kasiterito-galenito-sfaleritová formácia (olovo, zinok, cín).
3. Kasiterito-stanino-sulfosoli olova a striebra-sfaleritová formácia (cín, striebro).
4. Bizmutinito-chalkopyrito-chlorito-kremitá a bizmutito-kremitá formácia (bizmut).

b) Rudonosné horniny, obyčajne silne skremenelé
a sericitizované

1. Pyritová, chalkopyritová, kyzová, sfalerito-chalkopyritová formácia vo vulkanických horninách, najmä mezozoického a kenozoického veku (meď, zinok, zlato, kyslíčnik siričitý).

2. Galenito-sfalerito-baryto-kyzová formácia (olovo, zinok, striebro).

3. Zlato-pyrito-kremitá, zlato-kremitá a zlato-stibnito-kremitá formácia (zlato).

4. Chalkopyrito-kremitá a energito-kremitá formácia (meď).

c) Rudonosné horniny obyčajne karbonitizované, skremenelé,
barytizované

1. Galenito-sfalerito-kremito-karbonátová formácia (olovo, zinok, striebro).

2. Galenito-sfalerito-kremito-barytová a barytová formácia (olovo, zinok, baryt).

3. Formácia smolince so sulfidmi niklu, kobaltu a bizmutu; niekedy s kasiteritom a sulfidmi meďi, v baryto-fluorito-ankeritových žilách (urán, kobalt, striebro, nikel).

4. Argentito-arzenidy a sulfidy niklu a kobaltu a kobalto-karbonátová formácia (kobalt, striebro, nikel).

E. Vo zvrásnených štruktúrach, zložených zo sedimentárnych hornín

a) Prevažne vo vápencoch

1. Sideritová metasomatická formácia (železo).

2. Galenito-sfalerito-arzenopyritová metasomatická formácia (arzen).

3. Galenito-sfaleritová a galenito-sfalerito-kyzová formácia (olovo, zinok).

4. Rumelková a stibnito-rumelková formácia (okolité horniny často silne prekremenelé), (ortuť, antimón).

5. Kalcitová formácia (islandský vápenec).

b) Prevažne v pieskovcoch a kvarcitoch

1. Rumelková a stibnito-rumelková formácia (antimón, ortuť).

2. Stibnito-fluoritová, stibnito-rumelko-fluoritová a fluoritová monominerálna formácia (ortuť, antimón, fluorit).

c) Prevažne v ílovitých a pieskovcových bridliciach

1. Stibnito-kremitá formácia (antimón).

2. Realgaro-auripigmentová formácia (arzen).

3. Sulfosoli olova, galenito-karbonátová formácia (olovo).

4. Galenito-sfalerito-barytová, kremito-barytová a barytová monominerálna formácia (olovo, zinok, baryt).

F. Vo vulkanických sopúchoch a v príkrovoch láv a v pyroklastikách v blízkosti sopúchov

1. Teluridy zlata a striebra, karbonáto-kremitá formácia v propylitizovaných a alunitizovaných horninách (zlato, striebro).

2. Sulfosoli striebra, galenito-argentito-karbonáto-kremitá (ametyst) formácia v propylitizovaných horninách (olovo, striebro).

3. Pyrito-opálo-cinabaritová formácia v alunitizovaných horninách (ortuť).
4. Formácia rýdzej síry a pyritu (vulkanické exhalácie a usadeniny horúcich sírnych jazier vo vulkanických kráteroch), (sira).
5. Kaolinito-alunitová formácia (alunit).
6. Opálová formácia v dutinách a trhlínach andezitových láv a tufov (opál).
7. Chalcedóno-kalcitová (islandský vápenec) formácia v bazaltoch.
8. Acháto-ametystová a ametysto-chalcedón-achátová formácia (achát).
9. Formácia rýdzej medi so zeolitmi a prenitom (meď).

LOŽISKÁ EXOGÉNNEHO PÔVODU:

I. Ložiská vzniknuté vetraním

a) V klobúkoch na ložiskách:

1. Opálo-hydrohematito-hydrogetitová formácia, klobúky na kyzových ložiskách (železo, zlato).
2. Vado-getito-hydrogetitová formácia, klobúky na sideritových ložiskách (železo).
3. Opálo-psilomelano-vernaditová formácia, klobúky na sedimentárnych mangánových ložiskách (mangán).
4. Psilomelano-vernaditová formácia, klobúky na metamorfických mangánových ložiskách (mangán).
5. Smitsonito-cerisitová formácia, klobúky na oloveno-zinkových ložiskách vo vápencoch (olovo, zinok).
6. Skoroditová formácia, klobúky na zlato-arzénových ložiskách (arzén).
7. Formácia urano-vanadátov, klobúky olovených a polymetalických ložísk (urán, vanád).

b) V kôrach vyvetrávania na horninách:

1. Nontronito-hydrogetitová a nontronito-hydrogetito-hydrohematitová formácia, kôra vyvetrávania na ultrabázických a bázických horninách (železo).
2. Nikelnato-silikáto-kremito-chalcedónová formácia, kôra vyvetrávania na serpentinitoch (nikel).
3. Nikelnatá nontronitová a asbolánová formácia, kôra vyvetrávania na serpentinitoch (nikel, kobalt).
4. Hydrohematitová formácia, kôra vyvetrávania metamorfovaných bridlic (minerálne farby).
5. Boksitová formácia, kôra vyvetrávania na zásaditých horninách (hliník).
6. Kaolinitová formácia, kôra vyvetrávania granitov a granito-rúl (kaolín).
7. Montmorilonitová formácia, kôra vyvetrávania na lávach a vulkanických tufoch (bieliace hlinky).
8. Fosfátová formácia, kôra vyvetrávania na fosfatizovaných vápencoch (fosfority).

c) V zónach infiltrácie povrchových vôd, nachádzajúcich sa často pod „klobúkmi“ a „kôrami vyvetrávania“

1. Formácia druhotných sulfidov medi, zinku a drahých kovov pod železnými klobúkmi (olovo, zinok a drahé kovy).
2. Opálo-gélmagnezitová formácia v serpentinitoch pod kôrou vyvetrávania (magnezit).

3. Formácia rýdzej síry v dutinách a puklinách vápencov a anhydritov (síra).
4. Bitumo-gipso-síronosná formácia (síra).
5. Salnitrová formácia (chilský liadok).
6. Borátová, kalcito-borátová formácia (bór).
7. Opálová formácia uprostred silifikovaných pieskocov v podmienkach púšťovej suchej klímy (opál).
8. Formácia uranonosných a vanádonosných asphaltitov a iných tvrdých bitumín (vanád, urán).
9. Boksito-kaolinito-alunitová formácia vo vápencoch (alunit).

d) V eluviálnych a deluviálnych nahromadeninách

aa) Na zemskom povrchu (pri zrušení prevládajúci význam má prenos a sedimentácia úlomkového materiálu).

1. Formácia magnetito-hydrohematitových úlomkov rúd (železo).
2. Formácia kasiteritových eluviálnych a deluviálnych ryžovísk (cín).
3. Formácia zlatých a zlato-barytových eluviálnych a deluviálnych ryžovísk (zlato).
4. Formácia žltej diamantonošnej zeminy (diamanty).

bb) V krasových oblastiach (pri zrušení prevládajúci význam má prenos a sedimentácia chemických solí).

1. Hydrogetito-getitová formácia v krase vápencovom (železo).
2. Hydrogetito-psilomelanová formácia vo vápencovom krase (mangán).
3. Formácia urano-vanádov vo vápencovom krase (urán, vanád).
4. Azurito-malachitová formácia vo vápencovom krase (malachit).
5. Nikelnato-silikáto-halozitová formácia v krase na kontakte vápencov a serpentinitov (nikel).
6. Fosfátová formácia vo vápencovom krase (fosfority).

II. Sedimentárne ložiská

a) Uprostred aluviálnych a ľadovcových sedimentov

1. Formácia safírových a rubinových aluviálnych ryžovísk (safír, rubín).
2. Formácia riečnych a terasových zlatonosných ryžovísk (zlato).
3. Formácie aluviálnych wolfrámových a schelitových ryžovísk (wolfrám).
4. Formácia aluviálnych ryžovísk platiny a platinoidov (platina, platinoidy).
5. Formácia aluviálnych kasiteritových ryžovísk (cín).
6. Formácia aluviálnych diamantonošných ryžovísk (diamanty).
7. Formácia valúnov z ľadovcových usadenín (stavebné materiály).
8. Formácia piesočnatých sedimentov riečnych predhorných rovín a ich fluvio-glaciálnych sedimentov (stavebné materiály).
9. Formácia kremitých pieskov zo sedimentov rovinných riek (formovacie, sklárske a druhé piesky).

b) Uprostred morských sedimentov

1. Diatomitová formácia a formácia opúk a triplov v morských bazénoch, v rajónoch s vulkanickou činnosťou, ako aj v oblastiach bez nej (diatomit, opuka).
2. Montmorilonitová formácia, halmyrolýza vulkanického popola v morských sedimentoch (bieliace hlinky).
3. Formácia kriedy v sedimentoch platformného typu (krieda).

4. Formácia vápencov a slieňov uprostred sedimentov geosynklinálneho a platformného rázu (vápence a slieňe).

5. Dolomitová a vápencovo-dolomitová formácia uprostred geosynklinálnych a platformných sedimentov (vápenc a dolomit).

c) Uprostred príbrežnomorských a lagunárnych sedimentov

1. Formácia pieskov príbrežnej oblasti mora a príbrežných valov (formovacie piesky).

2. Formácia morských príbrežných valúnov (stavebné materiály).

3. Formácia pieskov (stavebné materiály).

4. Formácia morských rýžovísk: magnetitových (železo), monazitových (monazit), zirkónových (zirkón), diamantových (diamant), kasiteritových (cín), zlatonosných konglomerátov (zlato), fosforitových valúnov a konglomerátov (fosfority).

5. Formácia fosforitová v karbonátových alebo kremitých sedimentoch geosynklinálneho typu na šelfe (fosfority).

6. Glaukonito-fosforitová formácia v piesčito-hlinitých sedimentoch platformného typu (fosfority).

7. Šamozito-getito-hydrogetitová formácia (železo).

8. Formácia sideritová a siderito-ílovitá (železo).

9. Psilomelano-manganito-pyroluzitová formácia (mangán).

10. Formácia gipsitových a gipsito-bemitových boksitov (hliník).

11. Šamozito-bemito-diaspórová formácia (hliník).

12. Roskoelito-karnotitová formácia v pieskovcoch (urán, vanád).

13. Azurito-malachitová formácia v pieskovcoch (meď).

14. Gipsová a gipso-anhydritová formácia (sadrovec).

15. Galenito-sfaleritová formácia v dolomitoch (olovo, zinok).

16. Sadrovcovo-anhydrito-halitová formácia (soľ).

17. Formácia draselných solí (draselné soli).

18. Bitumo-sadrovcovo-síronosná formácia v uhličitanových horninách (síra).

19. Baryto-bitumino-kyzová formácia v piesčito-ílovitých sedimentoch (síra).

20. Pieskovcová, vápencová, ílovitá a slieňová, síronosné formácie (síra).

d) Uprostred jazerných a bažinatých sedimentov

1. Sideritová, bituminózne-ílovitá formácia, často v tesnom spojení s uhľonosnými sedimentmi (železo).

2. Hydrogetitová a siderito-vivianito-hydrogetitová formácia uprostred piesčito-ílovitých sedimentov (železo).

3. Psilomelano-hydrogetitová formácia v piesčito-ílovitých sedimentoch (mangán, železo).

4. Alunito-kaolínová formácia (alunit, kaolín).

5. Kaolinitová, hydrosľuda, kaolinitová a monotermitová formácia.

6. Diatomitová formácia na dne jazier v poľadovcových krajinách alebo v jazerách vulkanických oblastí (diatomit).

7. Halitová formácia (kuchynská soľ).

8. Halito-mirabilitová a halito-karnalitová formácia (draselné soli).

9. Sódová formácia (sóda).

10. Formácia bórátov (bór).

e) Uprostred sedimentov pramenných

1. Formácia travertínov a vápenitých tufov (stavebné materiály).

f) Uprostred sedimentov vulkanických výbuchov

1. Formácia vulkanického popola a pemzy (abrazíva).
2. Formácia trasu a puzolánu (hydraulické prísady).

METAMORFOVANÉ LOŽISKÁ

a) V rulách a metamorfovaných bridliciach

1. Kremito-adularo-grafitová formácia v kryštalických bridliciach (grafit).
2. Silimanito-kianito-korundová formácia v kryštalických bridliciach (vysokokvalitná hliníková surovina).
3. Uhlo-grafitová formácia v metamorfovaných bridliciach (grafit).
4. Biotito-kremito-živcovo-grafitová formácia v kryštalických bridliciach (grafit).
5. Chlorito-rodochrozitová formácia v metamorfovaných bridliciach (mangán).
6. Rutilo-chlorito-kremitá formácia (kryštál).
7. Formácia ilovitých, sľudnatých, fylitových a iných bridlíc (pokrývačské bridlice).
8. Chalkopyrito-pyrhotínová, kyzová formácia v kryštalických bridliciach (meď).

b) V konglomerátoch, pieskovecoch a kremencoch

aa) v silne postihnutých regionálnou metamorfózou.

1. Formácia pieskocov a kremencov (stavebné materiály) s chalcedónovým tmelom (dinasové suroviny).
2. Formácia monominerálnych kremencov (kremence).
3. Formácia jaspisov (metamorfované rádioláritové íly a tufy [jaspisy]).
4. Braunito-hausmanitová formácia v jaspisoch a arkózitových pieskovecoch (mangán).

bb) v silne postihnutých regionálnou metamorfózou za spoluúčasti pri metamorfizme vôd magmatického pôvodu.

1. Magnetito-hematitová formácia v železitých kremencoch a v jaspilitoch (železo).
2. Formácia metamorfovaných zlatonosných konglomerátov (zlato).
3. Amozit-krokidolit-azbestová formácia v jaspilitoch (azbest).

cc) regionálnou metamorfózou postihnutých, snáď za spoluúčasti pri metamorfizme vôd magmatického pôvodu.

1. Bórnito-chalkopyritová formácia v meďonosných pieskovecoch (meď).

c) V karbonátových horninách

c₁) Postihnutých silnou regionálnou metamorfózou.

1. Formácia mramorov (mramor).
2. Kalcito-tremolito-talková formácia (talk).
3. Dolomito-magnezitová formácia (magnezit).

c₂) Lokálne silne metamorfovaných, snáď za spoluúčasti pri metamorfizme vôd magmatického pôvodu.

1. Galenito-sfaleritová formácia (olovo, zinok).

d) Vo vulkanických horninách. V silne postihnutých regionálnou metamorfózou za spoluúčinkovania pri metamorfizme vôd magmatického pôvodu

1. Chalkopyritová a sfalerito-chalkopyritová, kyzové formácie (v silne metamorfovaných vulkanických tufoch, niekedy tiež v lávach obyčajne paleozoického veku) (meď, zinok, zlato).

2. Galenito-sfaleritová, kyzová formácia (v silne metamorfovaných vulkanických tufoch, väčšinou paleozoického veku [olovo, zinok, striebro]).

e) V serpentinitoch

V silne metamorfovaných, snáď za spoluúčasti pri metamorfizme vôd magmatického pôvodu.

1. Chryzotil-azbestová formácia (častý výskyt v metamorfovaných kyslých intruzívach [azbest]).

2. Antofylit-azbestová formácia (častý výskyt v metamorfovaných kyslých intruzívach [azbest]).

3. Karbonáto-talková a steatitová formácia (možný výskyt v metamorfovaných kyslých horninách [talk]).

4. Talko-biotitová (vermikulitová) formácia (vysoko % Al suroviny).

5. Aktinolit-nefritová formácia (nefrit).

6. Pentlandito-mileritová formácia (možný výskyt v metamorfovaných kyslých intruzívach [nikel]).

7. Formácia rýdzeho zlata v serpentinitoch (častý výskyt v metamorfovaných kyslých intruzívach [zlato]).

8. Magnezitová formácia (magnezit).