

N A B O R I

Nabori predstavljaju oblike nastale neafinim oblikovanjem stena u Zemljinoj kori, koji se karakterišu zakrivljenošću površina pretcrteža. Oni nastaju pod dejstvom orogenih kretanja, i mogu se posmatrati u svim stenama koje sadrže planarni pretcrtež, dakle u sedimentima, metamorfitima i u trakastim ili škrljavim magmatitima.

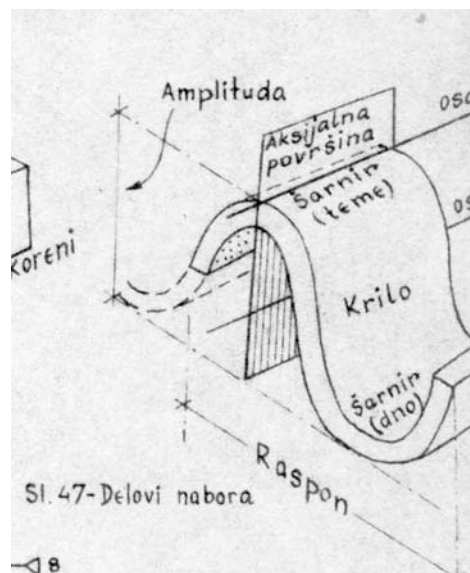
Morfologija nabora

Potpuni nabor ili potpuna bora sastoje se od antiklinale i sinklinale. Vrlo se često u literaturi nailazi i na shvatanje po kojem antiklinala i sinklinala predstavljaju svaka za sebe po jedan nabor (antiklinalna i sinklinalna bora).

Ova pitanja nisu dovoljno raščišćena u terminologiji, te se može upotrebljavati i jedno i drugo shvatanje; ako je neophodno zbog razumevanja izloženih podataka, mora se naglasiti na šta se odnosi podatak koji se navodi (na pr. kod prikazivanja raspona ili amplitude).

Antiklinala se najčešće definiše kao pozitivni naborni oblik, dakle oblik konveksan na više. Ova definicija vredi samo u ograničenom broju slučajeva, kao što i sam termin (anti-suprotno, klinein-padati) označava samo jedan od mnogobrojnih morfoloških slučajeva. Zbog toga se kao bolja može uzeti definicija, po kojoj antiklinala predstavlja naborni oblik koji u jezgru ima najstarije slojeve, a prema krilima sve mlađe. Prvonavedenoj definiciji bolje odgovara termin antiforma.

Sinklinala je negativni naborni oblik, dakle oblik konveksan na niže (sinforma). Termin pokazuje da u slučaju pravilne sinklinale slojevi padaju na krilima jedan prema drugom (sin-ujedno, klinein-padati). Sinklinala se najbolje može definisati kao naborni oblik koji u jezgru ima najmlađe slojeve, a prema krilima sve starije. Sl. 47 pokazuje najvažnije delove nabora.



Prevojna područja sinklinale i antiklinale nazivaju se šarniri nabora. Šarnir antiklinale je greben ili teme antiklinale, a šarnir sinklinale je njeno dno. Delovi nabora koji spajaju šarnire su krila ili bokovi. Unutrašnji deo antiklinale ili sinklinale, koji leži između krila, predstavlja jezgro.

Simetralna površina krila predstavlja aksijalnu površinu antiklinale ili sinklinale. Kod simetričnih nabora aksijalna površina deli sinklinalu ili antiklinalu na 2 jednaka -simetrična- dela. Presečna linija aksijalne površine i bilo koje slojne površine u naboru predstavlja osu nabora. Osa je najvažniji element nabora. Ako se uporedi simetrija nabora sa simetrijom kristala, osa nabora predstavlja „osu zone” - sve beskonačno male površine svih slojnih površina u naboru paralelne su (statistički) osi nabora. Stoga se ona može zamisliti i kao generatrisa nabora: osa nabora bi svojim translatornim sinusoidalnim kretanjem stvorila geometrijski posmatrano, površinu jednog nabora.

Treba napomenuti da je u raznim razvojnim trenucima geologije i u raznim terminologijama, i nomenklatura delova nabora menjala svoj oblik. Tako je na primer naziv „osa nabora” korišćen ranije i za trasu aksijalne površine na ravni poprečnog profila, što je kasnije potpuno napušteno. Danas treba obratiti pažnju, na razlike između naše, srednje-evropske i američke terminologije s jedne strane, i terminologije nekih sovjetskih autora. Kod poslednjih „osa” označava presek aksijalne površine površine reljefa, dok „šarnir” odgovara našem terminu „osa” i predstavlja presek aksijalne površine sa bilo kojom slojnom površinom u naboru. Ova terminologija nije primljena ni kod svih sovjetskih autora, ali je trebo imati u vidu pri čitanju literature.

U jednom nabranom području se šarniri antiklinala mogu povezati jednom zakrivljenom površinom, koja se zove anvelopa nabora, i ocrta nabor višeg reda. Rastojanje između 2 susedna temena (ili dva susedna dna, ako je anvelopa konstruisana po šarnirima sinklinala) po anvelopi zove se raspon nabora; normalno rastojanje anvelope konstruisane po šarnirima antiklinala i sinklinala istog sloja zove se amplituda nabora. Ova 2 podatka služe za metričko opisivanje nabora, i mogu biti dati u egzaktnim merama, ili opisani oznakama za veličinska područja (na pr. nabori sa dm - amplitudama).

Osa nabora može biti horizontalna ili imati određene elemente pada. Samo kod horizontalne ose je potpuno ispravna upotreba termina „pružanje ose”, pošto nagnuta osa ne može imati pružanje; za nju koristimo termin „pravac ose”. Dok se kod ravni (sloj i sl.) govori o „padu” i „padnom uglu”, za ose se češće koriste termini „tonjene” i „ugao tonjenja”.

Prostorni položaj aksijalne površine prikazuje se takođe elementima pada. Ugao koji je komplementan uglu pada aksijalne površine, zove se ugao vergence, a smer prema kojem je aksijalna površina otklonjena od vertikalne ravni zove se vergenca. Ako je aksijalna ravan vertikalna, nema vergence, a ugao vergence jednak je nuli; ako su joj elementi pada na pr. 45/60 ugao vergence iznosi 30°, a vergenca je jugozapadna.

Elementi pada ose i aksijalne površine prikazuju se na geološkim kartama pomoću oznaka koje su određene Uputstvom za izradu osnovne geološke karte SFRJ. (sl.48). Pošto osa leži u aksijalnoj površini, ona ne može imati proizvoljan položaj ako su dati elementi pada aksijalne površine. Na ovu uzajamnu povezanost treba uvek obraćati dovoljno pažnje pri ispitivanju i prikazivanju nabora.



Klasifikacija nabora

Tako složene deformacione strukture, kakvi su nabori, zapažene su, opisivane i klasifikovane tokom više od jednog veka, pa je načinjen niz veoma raznolikih klasifikacija. Ovde su navedene klasifikacije po nekoliko najvažnijih kriterija. To su

- položaj aksijalne površine i krila prema horizontalnoj ravni,
- odnos krila prema aksijalnoj površini,
- oblik šarnira,
- uzajamni odnos oblika slojeva u naboru,
- prostorni oblik ose,
- simetričnost krila.

Sve ove klasifikacije su isključivo morfološke, iako su neke od njih u tesnoj vezi sa kinematikom nabiranja područja. Ostale klasifikacije se više odnose na komplekse nabora i nabrana područja u celini, te će o njima biti govora kasnije.

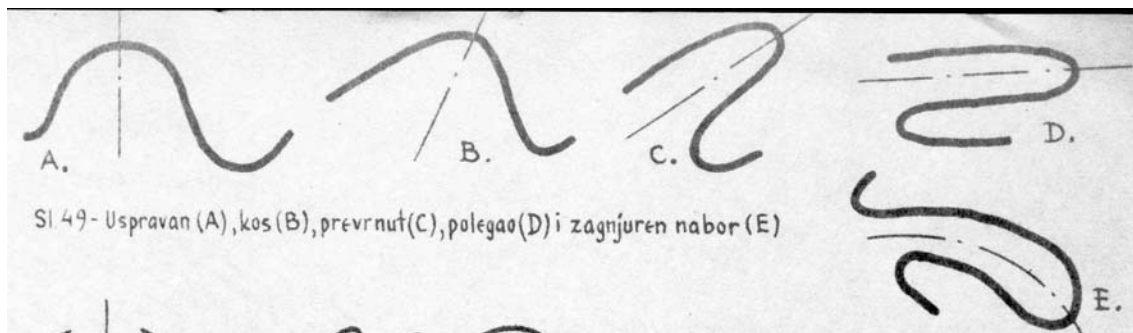
1. Klasifikacija po položaju aksijalne površine i krila prema horizontalnoj ravni

Kod ove klasifikacije osnovne kriterije predstavlja prostorni položaj (uglavnom padni ugao) aksijalne površine, i odnos krila prema horizontalnoj ravni. Po ovim oznakama mogu se razlikovati sledeće vrste nabora (sl. 49):

- Uspravan nabor ima vertikalnu aksijalnu površinu (ugao vergence = 0°). To je jedina i najvažnija oznaka uspravnog nabora.

- Kos nabor ima kosu aksijalnu površinu. Ako je normalan (v.sledeću klasifikaciju), serija je na oba krila normalna; ovo je osnovna razlika u odnosu na prevrnut nabor. Kod lepezastih nabora ova razlika ne postoji, pa se ne može ni izvršiti podela na kose i prevrnuti nabori.

- Prevrnut nabor ima kosu aksijalnu površinu, a oba krila mu padaju u istom smeru; jedno od njih (povlatno) ima normalnu, a drugo (podinsko) inversnu seriju.

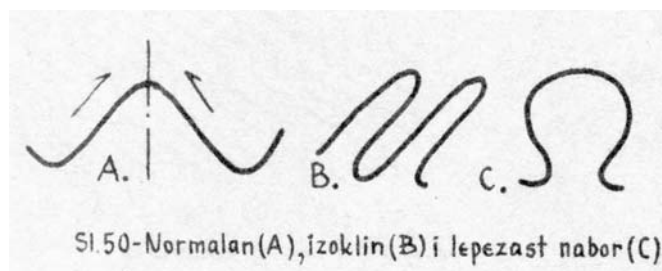


- Polegao nabor ima horizontalnu ili skoro horizontalnu aksijalnu površinu, tako da ceo „leži“ na horizontalnoj ravni.

- Zagnjuren nabor ima ugao vergence veći od 90° . U predelu šarnira sinklinala stoga predstavlja antiformu i liči na antiklinalu i obratno po padu krila; sinklinalni ili antiklinalni karakter forme opaža se samo po starosti (sukcesiji) serija od jezgra u polje.

2. Klasifikacija po odnosu krila prema aksijalnoj površini

Osnovni kriterijum za izdvajanje pojedinih tipova po ovoj klasifikaciji predstavlja odnos krila prema aksijalnoj površini. Razlikuju se 3 tipa nabora (sl.50):



- Normalan nabor je onaj, kod koga krila konverguju prema šarniru. U literaturi se češće nailazi na pogrešnu upotrebu ovog termina, i naziv „normalan“ se nađe upotrebljen za uspravan nabor. Ova dva pojma se ne smeju brkati.

- Izoklin nabor ima krila paralelna aksijalnoj površini. Zbog toga ona imaju iste ili približno iste elemente pada. Ako aksijalna površina nije vertikalna, jedno krilo je tada uvek inversno, pa se kod izoklinih nabora ne mogu međusobno razlikovati kosi i prevrnuti nabori.

- Lepezast nabor ima krila koja konverguju suprotno od šarnira. Zbog toga u nepogodnom erozionom preseku lepezasta antiklinala liči na simformu, jer ima sinklinalan pad slojeva.

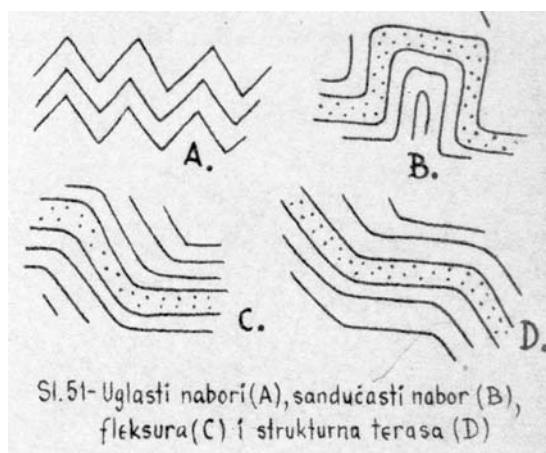
Među normalnim naborima razlikuju se otvoreni i zatvoreni (stisnuti) prema svom indeksu nabiranja. Indeks nabiranja je odnos amplitude prema rasponu nabora; ako je nabor slabo izražen i ima prema svom rasponu malu amplitudu, indeks nabiranja je mali, a nabor otvoren. Ako je nabor jako izražen i ima veliku amplitudu, indeks nabiranja mu je veliki, a on je zatvoren ili stisnut.

Najveći indeks nabiranja imaju izoklini nabori. Kod nekih tipova nabora indeks nabiranja se menja ako se za njegovo izračunavanje izaberu različiti slojevi unutar nabora. Zbog toga se najčešće izabira neki sloj koji ima srednji položaj u opažanom području nabora.

Mehanizam postanka izoklinih nabora naročito je zanimljiv. Po klasičnim shvatanjima (E.Og 1938.) izoklini nabori nastaju na taj način, što se svaki paket od nekoliko slojeva samostalno nabira, odvajajući se od podine i povlate jednom površinom smicanja. Detaljna ispitivanja mnogobrojnih područja sa izoklinim naborima pokazuju da ovo objašnjenje ne zadovoljava u veoma velikom broju slučajeva, a da izoklini nabori većinom prolaze kroz celu seriju bez izrazitih površina odvajanja (dekolmana) između manjih paketa slojeva. Ovo pokazuje da izoklini nabori većinom nastaju plastičnim tečenjem ili smicanjem stenskog materijala paralelno aksijalnim površinama. Svaki sloj se tada nabira u uglaste izokline nabore; debljina cele serije se povećava, a širina nabranog pojasa smanjuje. U izoklino nabranim područjima veoma je važno zapažanje i merenje prostornog položaja anvelope, a ne pojedinačnih slojeva, jer pad površine anvelope ustvari prikazuje opšti pad nabrane serije.

3. Klasifikacija po obliku šarnira

Idealan cilindrični nabor ima oblik prostorne sinusoide. U prirodi se međutim sreću najrazličitija odstupanja od ovog cilindričnog tipa. Najčešće su sledeća (sl.51):



- Uglasti nabori imaju šarnire koji su svedeni na uska prevojna područja, a krila često predstavljaju skoro geometrijski pravilne ravni.

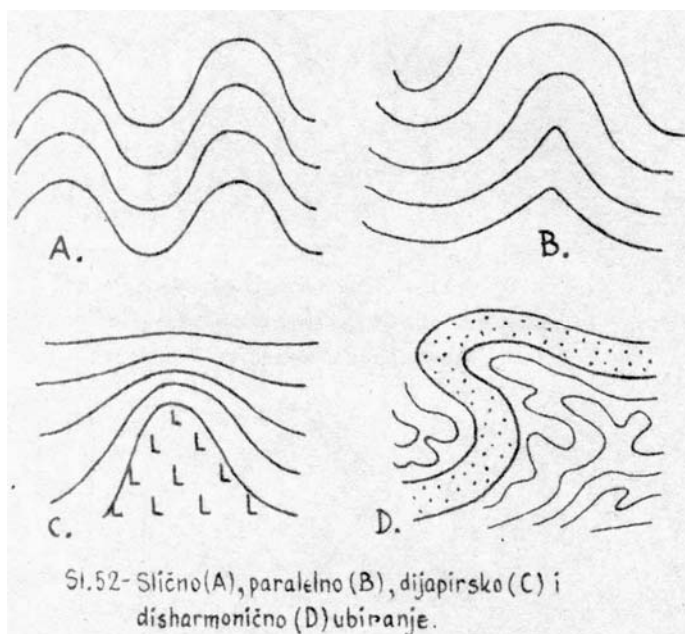
- Sandučasti nabori nemaju šarnire pravilno savijene kao kod sinusoidalnih, nego su šarniri dvojni, svedeni na uska područja uglastog savijanja između kojih leži nesavijeno šarnirsko područje. Ovi nabori javljaju se većinom u krutim, kompetentnim stenama.

- Fleksure (monoklinale), i strukturne terase predstavljaju nepotpuno razvijene nabore (morfološki posmatrano). To su područja nagle promene pada u jednoj seriji koja inače ima ujednačen pad. Fleksure su područja sa padom strmijim od regionalnog, a strukturne terase su područja sa padom blažim od regionalnog (sl.51).

Fleksure se veoma često javljaju u plastičnim stenama kao zamena ili nastavak raseda na mestima gde naprezanja nisu bila dovoljno velika da izazovu kidanje, te su deformacije ostale u području plastičnog oblikovanja. Strukturne terase su značajne u geologiji nafte, jermogu poslužiti za lokaciju ležišta.

4. Klasifikacija po uzajamnom odnosu oblika slojeva u naboru

Za ovu klasifikaciju je osnovni kriterij odnos oblika slojeva u naboru, odnosno promena debljine slojeva u šarnirima i na krilima. Razlikuju se sledeći tipovi (sl.52):



- Slično nabiranje nastaje kada su površine slojeva u naboru istog oblika, koji se ne menja sistematski i zakonito sa dubinom. Ovakvo nabiranje može biti istog intenziteta u jednom debelom paketu stena. Debljina slojeva je u šarnirima veća, a na krilima manja.

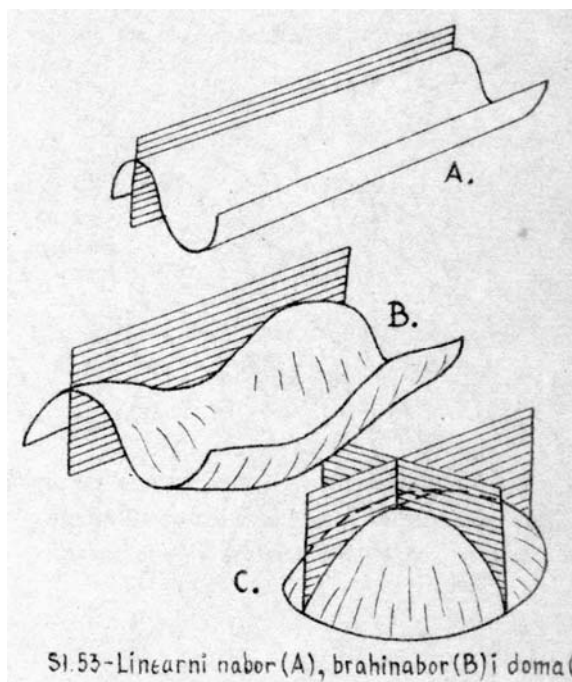
- Paralelno ili koncentrično nabiranje nastaje kada su slojne površine u celom nabranom pakatu među sobom paralelne. Debljina slojeva ostaje svugde ista, bez obzira na položaj merenog područja u okviru nabora. Zbog toga se oblici nabora u paketu menjaju - nabori se po dubini pojačavaju ili slabe. Dok se deformacije u slučaju sličnog ubiranja manifestuju direktnim ili indirektnim komponentalnim kretanjima čestica u područje šarnira, kod paralelnog nabiranja veliku ulogu igra komponentalno kretanje smicanja po ss-površinama (površinama slojevitosti).

- Dijapirsko i supratenuozno nabiranje odlikuje se smanjenjem debljine slojeva u šarniru antiklinala. Dijapirsko nabiranje nastaje pri prodiranju nekog čvrstog jezgra na više, pri čemu se slojevi u šarniru tako nastale antiforme prvo istanjuju, pa pri povećanju naprezanja i razlamaju. Supratenuozno nabiranje je vezano za serije, kod kojih su nabiranje i sedimentacija istovremeni. Slojevi su tada najdeblji u sinklinalama, a najtanji u antiklinalama.

- Disharmonično nabiranje se karakteriše različitosti oblika slojeva i njihovih nabora, pri čemu nisu izražene uglavnom nikakve zakonitosti uzajamnih odnosa ovih oblika. Disharmoničnost nabora predstavlja ustvari odstupanje od pravilnosti oblika, pa su stoga u prirodi nabori najčešće disharmonični u većem ili manjem stepenu, kao što pokazuju podaci u dobro otkrivenim terenima.

5. Klasifikacija po prostornom obliku ose

Osa nabora može predstavljati pravu liniju, a može u planu i profilu biti zatalasana i zakrivljena. Horizontalna zatalasanja ose su najčešće izazvana inhomogenitetima stenske mase, podloge i polja sila, i ne utiču na ovu klasifikaciju, kod koje osnovu predstavlja ponašanje ose nabora u vertikalnoj ravni. Promena padnog ugla ose i njeno kretanje u vertikalnoj ravni zove se undulacija. Po ovoj klasifikaciji razlikuju se sledeći tipovi nabora (sl.53):



- Linearni nabori poseduju ose koje u vertikalnoj ravni imaju približno pravolinijski oblik, kod kojih dakle nema undulacije. Kada je osa nabora horizontalna, pružanja krila su kod linearnih nabora paralelna; ako osa tone, u čelu nabora (šarniru nabora sa kosom osom) dolazi do periklinalnog pada slojeva kod antiklinala, odnosno do centriklinalnog (centroklinalnog) pada slojeva kod sinklinala. Linearni nabori su karakteristični za geosinklinalne oblasti, i to naročito za njihove delove koji su pretrpeli vrlo intenzivno tektonsko suženje.

- Brahinabori („kratki“ nabori u prevodu) imaju intenzivnu undulaciju osa, koje mogu menjati ne samo ugao nego smer pada na relativno kratkom rastojanju. Na taj način nastaju nabori čija je širina, merena po istom sloju upravno na osu, najviše 3 puta manja od dužine, merene po istom sloju u pravcu ose. Undulacija ose daje često utisak ukrštanja 2 sistema međusobno upravnih nabora. Ispitivanja pokazuju, međutim, da ose najvećeg broja nabora imaju undulaciju izraženu u većem ili manjem stepenu, tako da brahinabori predstavljaju samo slučaj posebno dobre izraženosti ove inače skoro univerzalne pojave.

Brahinabori se veoma često pojavljuju u obliku ešeloniranih skupova, u kojima su pojedinačni brahinabori pomereni za izvestan iznos u stranu, u odnosu na susedne.

U mnogim područjima su brahiantiklinale bolje izražene od brahisinklinale; brahiantiklinale su od posebnog značaja za geologiju nafte, pošto često predstavljaju strukturne zamke u kojima se nalaze ležišta nafte.

- Dome ili kupole su antiforme sa skoro kružnim horizontalnim presekom. Kod njih se dimenzije u različitim pravcima ne razlikuju, te se ne može postaviti ni osa. Sinforme ovog tipa, koje bi odgovarale sinklinalama izometričnog horizontalnog preseka, nisu zapažene u prirodi. Dome su veoma često raspoređene u isprekidanim nizovima, koji svojim linearnim položajem označavaju neku vrstu ose u najkrupnijem planu.

V.V.Belousov izdvaja linearne nabore kao pune ili holomorfne, a dome kao isprekidane ili idiomorfne. U ovu poslednju grupu spadaju većinom i brahinabori. Nazivi V.V.Belousova odnose se na naborne komplekse i nabrane oblasti, a ne na pojedinačne oblike. Po ovom autoru, razlike između holomorfni i idiomorfni nabora su sledeće:

Holomorfni nabori su razvijeni u celoj nabranoj oblasti, i između njih nema nenabranih područja; antiklinale i sinklinale su razvijene podjednako; pružanje celog snopa nabora je paralelno - ako se pružanje menja, ono se menja za čitav snop nabora; kretanje masa je pretežno horizontalno, što se odražava u pretežno istim vergencama čitavog snopa nabora.

Idiomorfni nabori se pojavljuju pojedinačno i u isprekidanim nizovima, često usred horizontalnih slojeva; antiforme oštro preovlađuju nad sinformama, koje su svedene na područja između doma kada su ove na manjim udaljenostima; pravci pojedinih nabora mogu biti različiti, ili nema pravilnog nastavljanja nabora iz jednog u drugi; nema pravilnog niti izrazitog horizontalnog kretanja masa, tako da vergence nabora mogu biti veoma različite na malim rastojanjima.

6. Klasifikacija po simetričnosti krila

Potpuno pravilan nabor treba da ima simetrična krila, i aksijalna površina (kao simetralna ravan) treba da deli antiklinalu ili sinklinalu na dva jednaka dela. Takav nabor bi bio simetričan i imao bi rombičnu simetriju. U prirodi se simetrični nabori susreću veoma retko. Krila su najčešće razvijena u celini ili u pojedinostima različito; te razlike se u većini slučajeva odnose na dužinu krila.

Zbog toga najveći deo prirodnih nabora pripada drugoj grupi po ovoj klasifikaciji - asimetričnim naborima, koji većinom imaju monoklinalnu simetriju.

Ne treba brkati termine „asimetričan“ i „kos“ nabor. Jedan nabor može biti kos, što jednostavno pokazuje da mu krila padaju na razne strane, da mu aksijalna površina ima vergencu, i da je serija na oba krila nabora normalna, i u isto vreme simetričan, što pokazuje da su mu krila razvijena na isti način. Isto tako, jedan nabor može biti uspravan (što znači da ima vertikalnu aksijalnu površinu) i asimetričan (ako mu na pr. krila imaju različitu dužinu i različit oblik).

MEHANIZAM STVARANJA NABORA

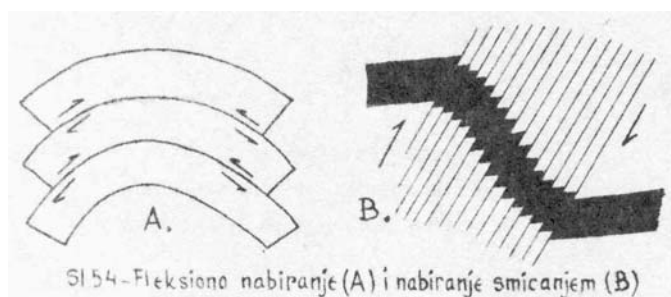
Nabori su veoma raznolike tvorevine, koje mogu nastati različitim komponentalnim kretanjima. Uglavnom se razlikuju četiri osnovna kinematska tipa postanka nabora. To su:

- fleksiono nabiranje uz koncentrično klizanje,
- nabiranje smicanjem,
- nabiranje tečenjem, i
- nabiranje uz vertikalno kretanje (dijapirsko nabiranje).

Fleksiono nabiranje

Model fleksionog nabiranja predstavlja paket listova hartije horizontalnog položaja, koji je izložen lateralnoj kompresiji odn. dejstvu sprega. Pod dejstvom pritiska dolazi do zakrivljenja listova kao mehanički delatnog pretcrteža, pri čemu dolazi do deformacija svakog pojedinog lista i komponentalnih kretanja listova u odnosu na susedne listove.

Pri krivljenju pojedinačnog lista različito se deformiše njegova konveksna i konkavna površina. Konveksno zakrivljena površina trpi tenziju koja može dovesti do stvaranja tenzionih pukotina. Ove pukotine se u slojevima često i zapažaju kao snop //B; zbog njih dolazi do pojave inverznog reljefa (pojačano dejstvo spoljnih agensa na šarnire antiklinala). Konkavna površina trpi kompresiju; nastalo suženje se može kompenzovati malim naborima ili stvaranjem klinastih blokova.



Fleksiono nabran paket slojeva kompenzira nastale deformacije klizanjem slojeva po međuslojnim površinama, koje imaju sada ulogu mehanički aktivnog pretcrteža koji se ritmički ponavlja u prostoru. Smer kretanja je zakonito određen položajem sloja u naboru (sl.54); donje površine slojeva u antiformi kreću se prema šarniru u odnosu na gornju površinu prvog podinskog sloja; donja površina sloja u sinformi kreće se od šarnira u odnosu na gornju površinu prvog podinskog sloja. Na taj način nastaje kod svakog sloja jedan spreg sila, koji objašnjava pojavu mnogih strukturnih oblika u fleksionim naborima.

Pri fleksionom nabiranju se slojevi različite kompetentnosti različito ponašaju. Kompetentni (otporniji prema mehaničkim uticajima, čvršći i deblji) slojevi primaju najveći deo naprezanja i prenose ih dalje; dok se nekompetentni slojevi (mekši, manje otporni prema mehaničkim uticajima, tanji) ponašaju pasivnije. Zbog toga slojevi u serijama koje se sastoje od slojeva različite kompetentnosti različito reaguju na oblikovanje fleksionim nabiranjem - kompetentni, deblji i čvršći, slojevi nabiraju se u nabore većih dimenzija, dok inkompetentni slojevi grade sitnije nabore i veoma često se deformišu plastičnim tečenjem. Ovo pravilo zavisnosti veličine nabora od kompetentnosti slojeva definisao je Bruno Sander (Regel der Stauchfaltengrösse).

Nabiranje smicanjem

Za razliku od ostalih tipova nabora, nabori smicanja predstavljaju rupturne deformacije, a ne plastično savijanje pretcrteža. Njihova kinematika postanka pokazuje da se ne može poistovetiti geološka podela naborne i razlomne deformacije sa podelom, koju daje mehanika, na kontinuirane i diskontinuirane deformacije.

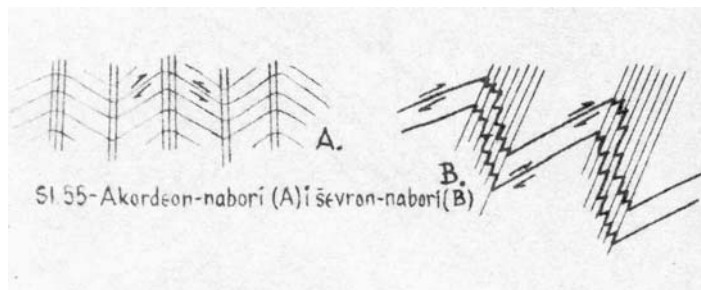
Nabori smicanjem nastaju neafinim klizanjem mehanički neaktivnih površina pretcrteža po sistemu bliskih s-površina smicanja (sl.54b). Ako su kretanja po površinama smicanja veoma mala (mm) a površine smicanja bliske, u području primerka ili izdanka ukupan izgled ovako oblikovanog područja daje nabor.

Kod nabora smicanjem se skoro uvek jasno zapaža klivaž po kome je smicanje izvršeno, ukoliko on nije maskiran kasnijom rekristalizacijom. U poslednjem slučaju nastaju metamorfne stene sa foliacijom koja je paralelna klivažu aksijalne površine; prvobitna slojevitost se primećuje samo po razlikama u sastavu stene.

Po obliku slojeva u naboru, nabori nastali smicanjem najčešće pripadaju paralelnom tipu. Zbog taga su debljine slojeva redukovane na krilima nabora, a povećane u šarnirima. Ova osobina oblika slojeva, kombinovana sa smerom smicanja koji pokazuje izduženje nabora, odnosno povećanje njegovog indeksa nabiranja smicanjem, predstavlja kriterijum za prepoznavanje nabora smicanja.

U tektonski oblikovanim stenskim kompleksima nailazi se na neke tipove nabora koji predstavljaju kombinaciju nabora nastalih klizanjem i smicanjem. To su pre svega akordeon-nabori, ševron-nabori i smicanjem preoblikovani fleksioni nabori.

Akordeon-nabori (sl. 55a) koji su svoje ime dobili po sličnosti sa harmonikom, imaju klivaž razvijen samo u području šarnira. U krilima nema klivaža i prinabiranja su slojevi kretani po međuslojnim površinama; u području šarnira je smicanje vršeno po površinama klivaža. Zbog toga je prvobitna debljina slojeva sačuvana na krilima, a povećana u šarnirima.



Ševron-nabori (sl. 55b) nastaju ritmičkim ponavljanjem područja klivaža u steni. Svaki nabor se sastoji od dva različita krila: jedno krilo je trpelo komponentalno kretanje smicanja po ss-površinama, a drugo krilo je nastalo smicanjem po površinama klivaža. Kod ševron-nabora je čitavo krilo, nastalo smicanjem, promenilo prvobitnu debljinu slojeva - povećalo je ili smanjilo, već prema tome kakav ugao zaklapa klivaž sa prvobitnom slojevitošću. Prema postojećim podacima, ševron-nabori su često vezani za područja navlačenja.

Smicanjem preoblikovani fleksioni nabori mogu na prvi pogled ličiti na nabore vučenja (drag folds), iz kojih se mogu razviti, ali im je kinematika drugačija. U komplikovano nabranim terenima, gde se na krilima nabora višeg reda pojavljuju nabori nižeg reda sa sličnim položajem aksijalnih površina, može doći do stvaranja klivaža aksijalne površine. Ako je ugao vergence nabora veći od 45° , pri tangencijalnim potiscima dolazi do suženja prostora nabora i do smicanja koje smanjuje njegov indeks nabiranja. Kod ovih nabora je svaki polunabor po krilima odvojen površinama smicanja (za razliku od akordeon-nabora). Nabori ovog tipa su razvijeni, na primer, u kristalastim škriljcima Vlasinskog kompleksa, u zoni navlake Svođa.

Nabiranje tečenjem

Plastične stene, izložene stresu ili uslovima koji omogućuju gravitaciono, kretanje na niže, mogu formirati nabore plastičnim tečenjem. Ovde se razlikuju dva slučaja se serija sastoji u potpunosti od plastične stena, i kada se u njoj snenjuju izrazito kompetentne i izrazito nekompetentne stene. U prvom slučaju se cela stensa masa nepravilno ubira stvarajući nabore različitog oblika i veličine skoro uvek disharmoničnog oblika, često sa različitim vergencama a ponekad i sa osama različitih pravaca. Ovi nabori liče na nabore koji su nastali atektonski, podvodnim kliženjima. U drugom slučaju se inkompetentne stene prilagođavaju oblicima nabora kompetentnih slojeva plastičnim tečenjem iz krila (koja su pod najjačom kompresijom) u području garnira, u kojima je kompresija najslabija. Na taj način nastaju slični nabori, koje sovjetski autori izdvajaju kao „slične nabore drugog tipa“, za razliku od nabora smicanja („slični nabori prvog tipa“). U naborima plastičnog tečenja kod heterogenih serija kompetentni slojevi zadržavaju svoju debljinu, istu kroz ceo nabor. Plastični, inkompetentni slojevi

menjaju debljinu povećavajući je u šarnirima, često imaju izražen klivaž i pokazuju mestimice male disharmonične nabore tečenja.

Dijapirski nabori

Nastaju vertikalnim kretanjima, pod dejstvom sila čiji vektori stoje vertikalno (za razliku od do sada razmatranih tipova). Nisu karakteristični za geosinklinalne oblasti, nego se javljaju pretežno u platformama i pripadaju idiomorfnom tipu nabiranja. Dijapirski nabori po pravilu postaju kretanjem neke plastične mase na više (najčešće soli).

Karakteristiku dijapirskih nabora predstavlja smanjenje debljine sedimenata u antiformama, često praćeno komplikovanim razlamanjem. Spregnuti sistemi pukotina i raseda u temenu antiformi pokazuju relativna kretanja karakteristična za vertikalni položaj ose maksimalnog stresa.

Odnosi između nabora različitog mehanizma postanka

Jedan nabor ili jedna grupa nabora ne mora biti formirana samo jednim kinematskim aktom, nego se mogu kombinovati različiti mehanizmi - istovremeno (akordeon i ševron-nabori) ili sukcesivno. U najvećem broju do sada osmatranih i analiziranih slučajeva nabiranja smicanjem se javlja posle nabiranja savijanjem. Iako mehanizam promene kinematike u ovom procesu nije u potpunosti jasan, pretpostavlja se da je nabiranje smicanjem, kao nastavak fleksionog ubiranja posledica pojave klivaža, posebno klivaža aksijalne površine. Sa svoje strane, pojava klivaža treba da po ovoj hipotezi predstavlja posledicu gubljenja vode u sedimentima, izazvanog komponentalnim kretanjima i kompakcijom pri nabiranju.

U slučajevima nabiranja sa različitom kinematikom u pojedinim fazama oblikovanja potrebna je u svakom pojedinačnom slučaju detaljna hronološka analiza sukcesije kretanja po pojedinim tipovima i sistemima s-površina. Samo ovakva analiza, praćena ponekad i petrotektonskim ispitivanjima, može u složenim slučajevima otkriti vremenske odnose pojedinih faza oblikovanja.

SLOŽENI NABORNI OBLICI

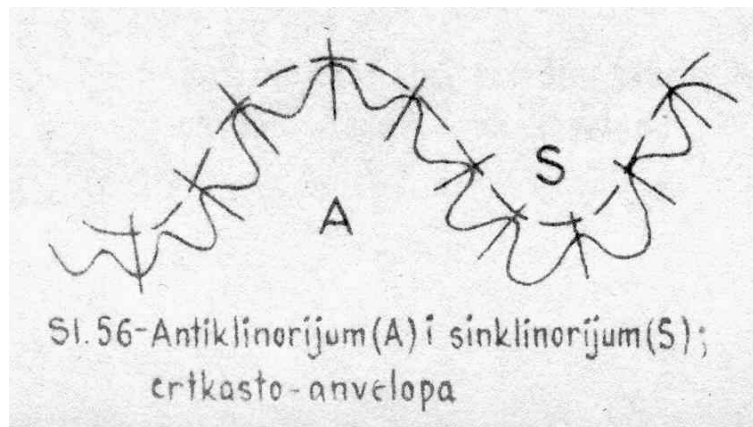
Kompleksi nabora mogu svojom celinom graditi različite složene naborne oblike, u kojima su pojedinačni oblici vezani određenim zakonitostima. Među ovim složenim oblicima ovde su pomenuti samo sinklinoriji i antiklinoriji, uz objašnjenje nekih pojava u složenim nabornim oblicima sa undulatornim osama.

Sinklinorij je kompleks nabora koji u celini ima oblik sinklinale, odnosno čija anvelopa ima oblik sinklinale.

Antiklinorij je kompleks nabora koji u celini ima oblik antiklinale, odnosno čija anvelopa ima oblik antiklinale. Ovi oblici su velikih dimenzija, i rasponi im iznose više kilometara ili desetak kilometara.

Najveći deo sinklinorijuma i antiklinorijuma se karakteriše konvergencijom aksijalnih površina nabora nižeg reda prema jezgru, te je ovakve oblike A.Hajm nazvao normalnima. U ovoj terminologiji se anomalnim sinklinorijima i

antiklinorijima nazivaju oni, kod kojih su aksijalne površine nabora nižeg reda paralelne među sobom i sa aksijalnom površinom antiklinorijuma odn. sinklinorijuma u celini, ili konverguju prema njihovim šarnirima. Kod „anomalnih“ oblika nabori nižeg reda su nastali po mehanizmu nabora vučenja (v.odg.odeljak).



Kod nabora sa undulirajućim osama (brahinabori) razlikuju se delovi ose sa zakrivljenjem konveksnim na više - osne kulminacije, i delovi sa zakrivljenjem konveksnim na niže - osne depresije. Osnim kulminacijama tada odgovaraju anti-forme, odnosno brahiantiklinale, a osnim depresijama sin-forme, odnosno brahisinklinale. Ako se više osnih kulminacija ili osnih depresija nalazi na istoj pravoj i u neposrednom nastavku, takva područja se nazivaju osne rampe.

METODIKA ISPITIVANJA NABORA

Ispitivanje nabora predstavlja veoma važan zadatak u mnogim geološkim disciplinama (regionalna geološka ispitivanja, geologija nafte, geologija ležišta mineralnih sirovina itd). Ono obuhvata direktna osmatranja nabora i sekundarnih strukturnih oblika vezanih za nabore, rekonstrukciju nabora i prikazivanje nabora.

Otkrivanje nabora

U mnogim slučajevima se nabori mogu otkriti direktnim posmatranjem. Ako su mm-dm ramera zapažaju se neposredno na većim izdancima; ako su hektometarski ili kilometarski većinom se mogu zapaziti samo geološkim kartiranjem. U poslednjem slučaju geolog na terenu sistematski meri elemente pada i nanosi ih na geološku kartu, pa zatim analizira pravilnosti rasporeda padova i slojeva odn. serija različite starosti. Ova analiza otkriva postojanje i položaj nabornih oblika.

U terenima pokrivenim kvartarnim ili neogenim pokrivačem, nabori u stenama podloge otkrivaju se bušenjem ili geofizičkim istraživanjima. Tokom bušenja prati se gedan ključni horizont i izrađuje strukturna karta; stratoizohipse sloja tada pokazuju oblik i položaj nabora. Od geofizičkih metoda su najvažnije refleksione i refrakcione seizmičke metode, kao i metode karataža.

Osmatranja i merenja na naboru

Terenska ispitivanja treba da pri direktnom osmatranju pruže podatke o obliku i tipu nabora (zbog klasifikovanja), o položaju njegove ose i aksijalne površine, o promenama oblika po pružanju i po dubini, i o oblicima koji bi ukazali na kinematiku nabora. Ovo je moguće zapaziti kod manjih nabora direktno: kod većih nabora se podaci prikupljeni na mnogobrojnim izdancima nanosne na kartu i analiziraju statistički.

O oblicima i tipovima nabora bilo je govora ranije te će ovde biti objašnjeni postupci kod ostalih ispitivanja.

Položaj ose i aksijalne površine

Osa nabora ne po definiciji statistički paralelna sa svakom beskonačno malom površinom svakog sloja u naboru. Zbog toga sve ravni, koje predstavljaju merenja elemenata pada slojeva u okviru jednog nabora, čine statistički (dakle ne idealno pravilno) jedan snop koji kao zajedničku osu (β) ima osu nabora (B). To takođe znači, da se kod nabora sa pravilno razvijenim krilima osa nabora može naći kao presečna prava ravni krila.

Ako se osa nabora ne može direktno izmeriti na izdanku (to je moguće uglavnom ako je dobro otkriven šarnir uglastog nabora, ili ako su nabori cm-dm), treba izmeriti reprezentativne padove oba krila. Ako se ova merenja nanese na Šmitovu mrežu (polovima ili trasama), može se po poznatom postupku naći njihova presečna prava - osa nabora.

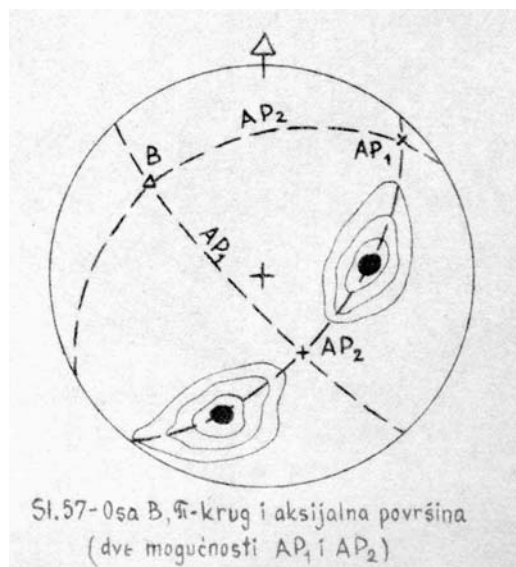
Veoma često se nabori na terenu uopšte ne zapažaju nego se samo merenjem primećuje da su elementi pada slojeva u području različiti. Ako se očekuje da su ove razlike u elementima pada nastale zbog nabiranja treba naneti merene elemente pada slojeva polovima na Šmitovu mrežu. Kod apsolutno pravilnog cilindričnog nabiranja, kod kojeg slojevi imaju pravilan oblik prostorne sinusoide, svi polovi slojeva treba da padnu na jedan veliki krug - krug polova ili π -krug. Pol ovog kruga je tada osa nabora. U prirodi nema ovakvih pravilnosti, i zbog toga polovi slojeva neće pasti na jedan krug, nego će zauzeti jedan pojas, koji se naziva π -pojas. Ponekad se već jednostavnim rotiranjem oleate u pogodan položaj može izvući jedna trasa, koja bi prikazivala centralni krug ovog pojasa; ponekad je bolje načiniti od nanesenih polova konturni dijagram i tek tada iscrtati π -krug koji bi predstavljao srednju liniju π -pojasa. Pri tome treba paziti da π -krug ne bude trasa mehanički izvučena kroz maksimume dijagrama, nego da stvarno može aproksimativno prikazivati ravnotežni krug π -pojasa. Kroz dijagrame, koji imaju samo jedan maksimum (takozvani S-dijagrami, jer prikazuju jednu statistički s-površinu) ne može se izvući nikakav π -krug jer nemaju ni π -pojasa, nego je za izvlačenje π -kruga potrebno da dijagram ima ili dva dobro izražena maksimuma (tzv. 2S-dijagrami) ili dobro izražen π -pojas. Pol π -kruga je tada B-osa, odnosno statistička osa nabora.

Isti rezultati se dobijaju kada je izmereno mnogo padova u području koje se sastoji iz mnogo nabora paralelnih osa, ali istih ili različitih dimenzija. To znači da statistički dijagram položaja ss-površina u nabranom području može dati samo osobine „srednjeg“ ili „statističkog“ nabora, a ne može pokazati da li je mereno u antiklinali ili sinklinali, u jednom naboru ili u više nabora, u malim ili velikim naborima.

Kada nabori imaju dobro i planarno izražena krila i uska područja šarnira, može se na jednom naboru ili na celom homogeno nabranom području (dakle statistički) odrediti i prostorni položaj aksijalne površine, pa prema tome i vergenca i ugao vergence.

U slučaju jednog takvog (na pr. uglastog) – nabora treba izmeriti pad krila na pogodnim mestima, koja najbolje reprezentuju pad cele površine svakog krila. Nabor se skicira na izdanku, da bi se notirao grubi položaj aksijalne površine, pa se krila prikazu polovima na Šmitovoj mreži. Aksijalna površina mora geometrijski (kod pravilnih nabora) predstavljati simetralnu ravan krila. Simetralne ravni (ima ih dve, geometrijski posmatrano, za dve ravni krila) su tautozonalne sa krilima, a iz principa prikaza ravni na Šmitovoj mreži jasno je da se njihovi polovi nalaze na velikom krugu koji je zajednički za polove krila, i to na polovini svakog luka koji ova dva pola krila seku na tom velikom krugu. Iz terenske skice može se dalje videti koja od dve moguće bisektrisne ravni odgovara posmatranom naboru kao aksijalna; njeni elementi pada se očitaju i iz njih odredi vergenca i njen ugao.

Postupak se može primeniti i statistički, ako ss-površina područja grade statistički 2S-dijagram. Kao polovi krila usvoje se tada srednje tačke ova dva maksimuma (sl.57).



Za π -dijagrame, kod kojih je razvijen pojas polova, konstrukcija aksijalne površine može se izvesti samo ako u π -pojasu postoje dva dobro izražena maksimuma uz slabu zaposednutost ostalog dela pojasa, bez manjih maksimuma (submaksimuma).