

Makropórovitosť spraší a jej problematika

(3 obr. v texte)

JÁN ŠAJGALÍK*

Проблематика макропористости лессов

В статье автор рассматривает отсутствие единства классификаций макропористости лессов. Анализирует разные классификации, их положительные и отрицательные стороны и сам, на основе изучения лессов Подунайской низменности предлагает их классификацию и документирует разные типы макропор.

Loess macroporosity and its problems

In the present paper the author deals with the disunited classification of loess macroporosity. He analyses various classifications, their positives and shortcomings and he himself, based on the research of loess of the Danubian plain, presents their classification and documents various genetical types of macropores.

Medzi najdôležitejšie vlastnosti spraší patrí pórovitosť. Podmieňujú ju nielen obyčajné póry, ktoré sa medzi zrnami zeminy vytvárajú bežne, ale aj póry tabulárneho tvaru, nazývané aj makropórmí. Termíny makropóra, makropórovitá, makropórovitosť, makropórová štruktúra ap. do literatúry zaviedol Ju. M. A belev (1948). On a s ním aj mnohí iní teoretici mechaniky zemín pripisujú makropórovitosti veľký význam v procese preliačovania spraší. Naproti tomu N. I. Denisov (1963), A. K. Larionov (1959) a iní pokladajú vplyv makropórovitosti na preliačivosť spraší za nepodstatný.

Nedorozumenia v súvislosti s úlohou makropónov v procese preliačovania iste vznikli preto, že pojem makropór nebol presne vymedzený. Ani Ju. M. A belev (1948) ich nevymedzuje presne. Raz hovorí: „Sú viditeľné prostým okom, veľkosť ktorých je značne väčšia ako pórov, ktoré závisia od formy a rozmerov častíc, z ktorých sa skladá skelet“, ale na inom mieste ich charakteri-

* Doc. RNDr. Ján Šajgalík, CSc., Katedra geotechniky SVŠT, Radlinského 11, 884 20 Bratislava.

zuje takto: „Sú to trubičkovité kanáliky po rastlinných zvyškoch viditeľné prostým okom s priemerom do 1 mm“. Podľa N. J. Denisova (1953) sa priemer makropórov pohybuje od 0,5 do 2 mm a miestami dosahuje až 5, ba i viac mm. Podľa G. Stefanova a B. Kramerovovej (1960) je priemer kanálikov od 0,2 do 2 mm, ale pri niektorých sprášach udávajú ich veľkosť v priemere 5 a viac mm. A. K. Larionov (1959) číselné hranice makropórov neuvádza. Bulharskí autori M. Minkov a K. Stoilov (1965), vidiac nejednotnosť v klasifikácii makropórov, zavádzajú metrickú klasifikáciu pórov. Aj oni tvrdia, že najťažšie je stanoviť hranice medzi mikropórmami a makropórmami. Keď sa berú do úvahy tradičné podmienky (viditeľnosť prostým okom) M. Minkov a K. Stoilov predpokladajú, že takouto hranicou by bola hodnota 0,1 mm. Predstavuje najmenšiu, ale ešte stále ľudským okom dobre rozlíšiteľnú hodnotu. Z toho dôvodu M. Minkov a K. Stoilov zavádzajú takúto metrickú klasifikáciu pórov:

1. Mikropóry — póry v menšom rozmere ako 0,1 mm, neviditeľné prostým okom.
2. Makropóry — póry od 0,1 do 2 mm — viditeľné prostým okom.
3. Chodbičky — od 2—20 mm.
4. Sufózne dutiny — veľké priestory vzniknuté v procese sufózie s rozmermi nad 20 mm.

Forma a charakter makropórov: Ju. M. Abelov (1948) makropóry neklasifikuje. Podľa neho sú to kanáliky rastlinných zvyškov a vylúhovaných solí. N. J. Denisov (1953) im pripisuje výlučne rastlinný pôvod.

Genetická klasifikácia I. I. Trofimova (1953) je veľmi podrobná, ale vzťahuje sa na všetky druhy pórov v sprášach, a preto by podľa nej bolo isté druhy makropórov ťažko klasifikovať. Racionálnym jadrom tejto klasifikácie je genetický prístup, pretože I. I. Trofimov prvý zaviedol termíny, ako sú fytogénne, zoogénne, medzičasticové a medziagregátne póry, a upozorňuje na prekryštalizovanie, koaguláciu a vylúhovanie ako na pórogenetické faktory. I. P. Ivanov (1956) rozlišuje fytogénne, zoogénne, plynogénne, tzv. sufózne makropóry, ktoré vznikli vplyvom vylúhovania, a koagulačné makropóry. Zatiaľ čo spomenutí autori venujú pozornosť najmä genetickým faktorom a forme makropórov, A. K. Larionov (1959) dáva pri ich tvorbe a zložení prednosť časovému faktoru. Rozlišuje primárne (syngenetické) a sekundárne (epigenetické) makropóry a podľa stavu stien makropóry: 1. nestále, 2. stredne pevné, 3. pevné (cementované).

K zoogénnym makropórom všetci autori pričleňujú chodby červov a ležovísk hlodavcov. Pretože tieto póry majú priemer nad 2 mm, M. Minkov — K. Stoilov (1965) ich pokladajú za makropóry, ale volajú ich „chodbičky a dutiny“.

Podľa doterajších poznatkov, ktoré sme doplnili vlastným výskumom, a to štúdiom pórovitosti spráši Trnavskej pahorkatiny, za najpriateľnejšiu pokladáme klasifikáciu makropórov na základe genézy, časového faktora a podľa zloženia.

Podľa genézy rozlišujeme tieto makropóry:

a) Fytogénne. Tvorja sa na miestach zhnitých koreňov, stebiel, listov a koreňov rozličných jednoročných trávnych rastlín. Majú okrúhle, ostatné

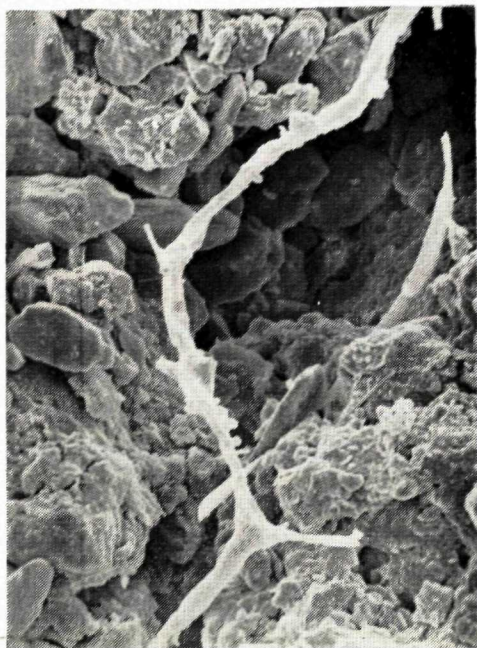
priečne rezy rozličnej formy. Fytogénne makropóry sa v sprašiach vyskytujú najčastejšie. Prevládajú v eolickej spraši, časté sú v deluviálnych sprašiach, ako aj v zóne vplyvu vody pri všetkých genetických druhoch spraší.

b) Koagulačno-kryštalizačné (medziagregátne). Tvorí sa pri agregácii častíc pod vplyvom koagulačného kryštalizačného procesu. Majú nepravidelnú formu a vyskytujú sa hlavne v silne karbonatických sprašiach, v karbonatických horizontoch pôdy v sprašovej hline s agregátnou štruktúrou, ako aj v iluviálno-karbonatizovaných horizontoch spraší rozličného druhu.

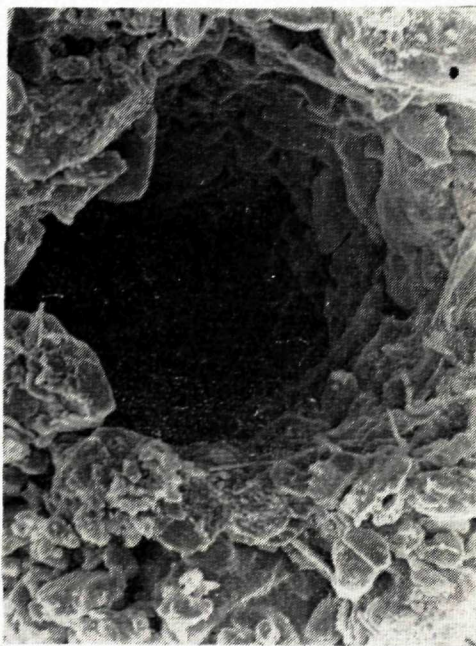
c) Pedogénne. Tvorí sa pri vzniku štruktúr pôd (súčasných i fosílnych) tak, že vyplňajú priestory medzi pôvodnými agregátmi. Majú nepravidelnú formu a vyskytujú sa najmä v humusových horizontoch a v hornej časti karbonatických horizontov (A + B) pôdy.

d) Plynogénne. Tvorí sa najmä pri vysychaní sedimentu na miestach uzatvorených vzduchových bublín. Majú oválny alebo bôbovitý tvar a vyskytujú sa najčastejšie v subakvatických sprašových útvaroch.

e) Sufózne. Vznikajú pri mechanickom rozrušovaní (sufózií) alebo pri chemickom vylúhovaní častíc zo spraší. Majú nepravidelný tvar a vyskytujú sa v sekundárne premenených a vylúhovaných sprašiach rozličného pôvodu (obr. 1).



Obr. 1. Mikrosnímka (scan. mikroskop) spraší so sufóznym mikropórom s viditeľným zavlečeným zvyškom rastliny. Hĺbka 5,5 m. Zväčšením 300×.
Fig. 1. Microsnap (canning microscope) of loess with suffusion macropore and visible dragged plant remnant. Depth 5.5 m. Enlargement 300×.



Obr. 2. Mikrosnímka slaboustáleného makropóru. Hĺbka 2,5 m. Zväčšením 300×.
Fig. 2. Microsnap of little stabilized macropore. Depth 2.5 m. Enlargement 300×.

Podľa časového faktora možno rozlíšiť nasledujúce makropóry:

a) **Primárne** — tvoria sa v procese vzniku sedimentu rozprašovania. Takými sú: synsedimentárne fyto génné makropóry charakteristické pre subareálne eolické spraše, medziagregátne makropóry tvoriace sa pri syngenetickej koagulácii a cementácii; charakteristické sú aj pre subareálne spraše.

b) **Sekundárne** — tvoria sa v diagenetickom a epigenetickom štádiu sprašovej litogenézy. Také sú fyto génné makropóry, ktoré vznikajú pri post-sedimentačnej tvorbe pôdy, pedogénne makropóry, medziagregátne makropóry (karbonatických horizontov a iluviálno-karbonatických horizontov) a sufózne makropóry.

Podľa zloženia poznáme tieto makropóry:

a) **Nestále v nestálych štruktúrach.** Majú nespevnené a neinkrustované steny. Sú to prvotné fyto génné makropóry po zhnitých zvyškoch nadzemných častí a po ryzoidnom koreňovom systéme rastlín v subaerických nepremených sprašiach, najčastejšie eolických, ďalej prvotné medziagregátne makropóry v nepremených subaerických sprašiach, predovšetkým deluviálno-proluviálnych a menej v eolických sprašiach (obr. 2).

b) **Nestále makropóry v stálych štruktúrach.** Majú nespevnené a neinkrustované steny. Patria sem pedogénne makropóry v pôde a plynogénne v subakvatických sprašových útvaroch.

c) **Slabo ustálené primárne a sekundárne makropóry.** Spevňuje alebo oblepuje ich humus, ale nemajú inkrustované steny. Sú vytvorené na koreňovom systéme rastlín.

d) **Stále primárne a sekundárne makropóry rozličného pôvodu.** Majú steny inkrustované karbonátmi alebo oxidmi. Najčastejšie sú to inkrustované fyto génné makropóry. Prevládajú v karbonatických horizontoch pôdy v iluviálnych horizontoch, vo vylúhovaných karbonátových a feritizovaných sprašiach. Vyskytujú sa stále aj nestále štruktúry (obr. 3).

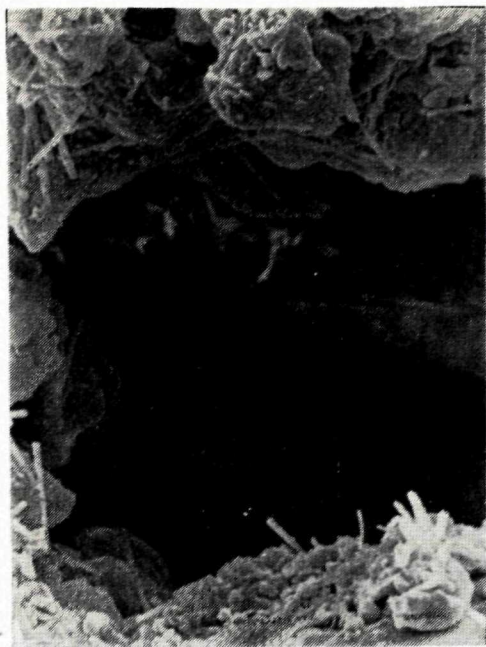
M. Minkov — K. Stoilov (1965) na rade pokusov dokázali aktívnu účasť makropórov v procese preliachovania spraší a porovnávaním množstva vzoriek charakteru makropórov pred skúškou a po skúške stanovili niektoré hrubé vzťahy medzi stálosťou makropórov a tlakovými účinkami.

1. **Nestále makropóry v nestálych štruktúrach** sa začali rozrušovať (spolu so štruktúrou spraše) už pri tlaku 0,05—0,15 MPa. Pri prirodzenom sadaní sprašových profilov sa deformujú od 2—3 m hlbky smerom nadol.

2. **Slabo ustálené** sa začínajú rozrušovať pri väčšom tlaku, a to od 0,15—0,35 MPa. Pri prirodzenom sadaní sprašového profilu sa deformujú priemerne od 8—10 m nadol.

3. **Stále makropóry** — nezávisle od toho, v akej štruktúre sú, sa nerozrušujú pri normálnom stavebnom tlaku napr. 0,3—0,4 MPa. Začínajú sa rozrušovať pri väčšom zaťažení alebo počas nepretržitého viacročného účinkovania vody. Len tieto makropóry pokladajú citovaní autori za stály element štruktúry spraší.

Podľa údajov z literatúry sa pórovitosť spraší pohybuje v širokom rozpätí od 38—59 %. Priemerné hodnoty, ktoré sme získali z našich súborov, sa na-



Obr. 3. Mikrosnímka okraja ustáleného makropóru so zhlukmi uhličitanov a ílovej sfudy ako stabilizačných elementov. Hĺbka 4,0 m. Zväčšené 500 $\times$.

Fig. 3. Microsnap of the margin of stabilized macropore with clusters of carbonates and clayey mica as stabilization elements. Depth 4.0 m. Enlargement 500 $\times$.

chádzajú v spodnej polovici uvedeného rozpätia, pričom stanovené maximálne hodnoty iba v dvoch prípadoch (W_3 a W_2) prekračujú hodnotu 50 % (52,9 % a 51,1 %), ale všetky minimálne hodnoty sú nižšie ako 38 % ($\bar{x}$ min. = 32–37 %). Ak zo súborov vylúčime odskoky 10 + 10 % hodnôt, potom $\bar{x}$ max. neprekračuje hodnotu 47 % a $\bar{x}$ min. je väčšie ako 35 %, pričom neprekračuje hodnotu 38 %. Priemerné hodnoty pórovitosti sú v rozmedzí od 38,3 % ($R_{1/2}$) do 45,8 % (W_3). Vykazujú dosť výraznú tendenciu klesať od najmladších spraší (W_3) po staršie,

t. j. risské. Risské spraše sú teda v priemere uľahnutejšie ako würmské. Pretože würmské spraše sú spravidla v nadloží risských spraší, možno vysloviť predpoklad, že vyššia uľahnutosť starších sedimentov je funkciou hĺbky a času existencie jednotlivých geologických typov spraší. Je prirodzené, že okrem týchto dvoch faktorov na uľahnutosť spraší vplývajú aj ďalšie činitele, ako napr. granulometrické zloženia, a teda aj plastické vlastnosti.

Doručené 24. 6. 1977
Cdporučil V. Letko

LITERATÚRA

- Abelev, Ju. M. 1948: Osnovy projektirovaniya i stroitelstva na makroporistych gruntach. Moskva, izd. Strojvoenmorizdat.
- Denisov, N. J. 1953: Stroitelnyye svojstva lessa i lessovidnykh suglinkov. Moskva.
- Ivanov, I. P. 1956: Inžinernogeologičeskije svojstva lessovykh porod srednego Pridneprovja i jugozapadnogo sklona Sredne-ruskoj vozvyšennosti. [Dissertacija.] Leningrad.
- Larionov, A. K. 1959: Lessovyje porody i ich stroitelnyye svojstva. Moskva.
- Minkov, M. — Stoilov, K. 1965: Kom voprosa za roľjata na makroporite v procese na prosjadeneto na losa. B. A. N., Vol. IV. Sofia.
- Stefanov, G. — Kremarova, B. 1960: Stroitelni svojstva na blgarskite losovi počvi. Sofia.
- Trofimov, I. I. 1953: Gruppa lessovykh porod Tadžigistana. Trudy Vses. rabočego sovešč. v Taškente. Taškent.

Loess macroporosity and its problems

JÁN ŠAJGALÍK

Loess porosity affects considerably the physical-technical properties of loess, mainly on the subsidence. On the other hand it is known that porosity is directly dependent on the genesis of sediment and is function of depth and time of existence of individual geological types of loess. The major part of the paper is so to say the author's discussion of the view point of various foreign authors on the loess macroporosity, of their classifications and of delineating the conception of macropore.

Based on literary facts and on his on own researches of loess of the Danubian plain made by a study method of circostructures the author tends to classify the macropores on the basis of genesis, time and according to composition.

According to genesis there are phytogeneous, coagulationcrystallization (interaggregated), pedogeneous, gasogeneous and suffusion macropores.

According to time factor one can distinguish primary macropores (forming in the process of sedimentation and loessification) and secondary which take place in the diagenetic and epigenetic stage of loess lithogenesis.

Very important, with regard to loess physical and technical properties, is the stability of macropores.

Based on the microscopic study by means of the Scanning microscope one can detect macropores: 1. unstable (Fig. 2) with non hardened and non incrustated walls. Here belong the primary phytogeneous macropores, 2. little stabilized macropores. They may be primary as well as secondary, 3. stable — primary and secondary macropores of varied origin (Fig. 3). Only the third type of macropores can be considered as a stable element of the loess structures, because their destruction does not occur even under pressures 0.3 to 0.4 MPa.

Preložil E. Bleho