

COMPOZIȚIA MINERALĂ A ARGILELOR BENTONITICE DIN ZĂCĂMÂNTUL LĂRGUȚA ȘI PROPRIETĂȚILE LOR DE ADSORBȚIE

CZU: 679.861

DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.25.2-77.07>Doctor în științe geologico-mineralogice **Oleg BOLOTIN**¹

E-mail: oleg.bolotin@sti.usm.md

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5357-7221>Doctor în științe geonomice **Cristina SPIAN**¹

E-mail: cristinamogorici@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6175-1911>**Natalia COSTRIUCOVA**²

E-mail: natalia.costriucova@ifa.usm.md

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7748-4834>**Tatiana MITINA**³

E-mail: tatiana.mitina@sti.usm.md

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0116-7860>**Daniel PODGORNII**²

E-mail: podgornii.daniel@usm.md

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8040-7403>¹ Institutul de Seismologie și Geologie, USM² Institutul de Fizică Aplicată, USM³ Institutul de Chimie, USM

MINERAL COMPOSITION CHARACTERISTICS OF THE PROSPECTIVE BENTONITE CLAY AREA OF THE LĂRGUȚA DEPOSIT AND THEIR ADSORPTION CHARACTERISTICS

Summary. The article presents the results of a study on the types of light gray and light brown bentonite clay from the Lărguța deposit, located in the southern region of the Republic of Moldova. As a result of applying structural analysis methods using X-ray diffraction, it was determined that the bentonite clay from this deposit is dominated by the calcium form of montmorillonite, with mixtures of illite, kaolinite, mixed-layer formations, feldspar, and calcite. The adsorption characteristics of the studied bentonite clays are presented. It was found that the adsorption activity of the sodium (Na) form of bentonite, in relation to the cationic dye, is several times higher than that of the natural clay. The results obtained demonstrated the potential use of natural calcium bentonites from Moldova for the treatment of wastewater contaminated with dyes, by replacing their natural exchange complex with alkali ions. At the same time, the adsorption activity of the natural bentonite from Lărguța is comparable to that of known clay adsorbents from other regions and countries.

Keywords: bentonite, montmorillonite, clay, adsorption, wastewater treatment.

Rezumat. Articolul prezintă rezultatele unui studiu al tipurilor de argilă bentonitică de culoare gri deschis și maro deschis ale zăcământului Lărguța din zona de sud a Republicii Moldova. Ca urmare a aplicării metodelor de analiză structurală prin difractometrie cu raze X, s-a stabilit că argila bentonitică a acestui depozit este dominată de forma calcică a montmorillonitului cu amestecuri de illit, caolinit, formațiuni cu strat mixt, feldspat și calcit. Sunt prezentate caracteristicile de adsorbție ale argilelor bentonitice studiate. S-a constatat că activitatea de adsorbție a bentonitei sub formă sodică (Na), în raport cu colorantul cationic este de câteva ori mai mare decât cea a argilei naturale. Rezultatele obținute au demonstrat posibilitatea utilizării bentonitelor calcitice naturale din Moldova pentru epurarea apelor uzate contaminate cu coloranți, prin înlocuirea complexului lor natural de schimb cu ioni alcalini. În același timp, activitatea de adsorbție a bentonitei naturale de la Lărguța este similară cu activitatea adsorbenților argiloși cunoscuți din alte regiuni și țări.

Cuvinte-cheie: bentonită, montmorillonit, argilă, adsorbție, tratare a apelor uzate.

INTRODUCERE

Bentonita, un material argilos natural, este unul dintre cele mai importante minerale nemetalice, utilizate pe scară largă în diverse ramuri ale industriei și agriculturii. Principalul consumator de argile bentonitice și produse pe bază de acestea este industria metalurgică, chimică, petrolieră, a materialelor de construcție, alimentară, farmaceutică, fabricarea articolelor din sticlă și a produselor din ceramică etc. [1]. Datorită capacității sale mari de adsorbție și de schimb ionic, bentonita este utilizată pe scară largă în domeniile epurării apei și a apelor uzate industriale [2-5].

Pe teritoriul Republicii Moldova au fost identificate o serie de depozite și acumulări de argile bentonitice de vârstă Badeniană și Sarmațian inferioară (Prodănești, Kuzmin, Gordinești ș.a. [6-9]). Cele mai valoroase sunt zăcămintele de vârstă Pontiană de origine sedimentar-terigenă descoperite în partea de sud a Republicii Moldova (Lărguța, Cociulia, Vulcănești, Ceadâr-Lunga etc. [6-9]). În anul 1972, a fost efectuată o explorare detaliată a zăcămintului Lărguța de materii prime de argilă expandată [8]. Explorări suplimentare au fost efectuate în cadrul blocurilor A și B ale acestui zăcămint [8]. Ulterior, au fost efectuate studii asupra argilelor bentonitice privind posibilitatea utilizării lor ca adsorbant [9-25]. Argilele bentonitice ale zăcămintului Lărguța [8] sunt aprobate pentru utilizare ca adsorbant în cadrul acestor blocuri de calcul (protocolul TKZ nr. 294).

Conform rezultatelor testelor fizice și mecanice, argilele bentonitice constau preponderent din particule de argilă (fracții < 0,001 mm) cu un conținut cuprins între 37,9% și 67,5%, având o valoare medie de 52,7%, precum și din particule de praf (fracția 0,05–0,001 mm), cu un conținut cuprins între 31,4% și 30,4% sau, uneori, o valoare medie. După compoziția lor granulometrică, ele sunt clasificate ca argile fin dispersate.

Compoziția chimică medie a argilelor este următoarea (%): SiO_2 – 50,3-59,14; Al_2O_3 – 15,2-20,28; Fe_2O_3 – 1,72-3,93; TiO_2 – 0,36-0,43; CaO – 1,44-4,14; MgO – 2,79-4,82; $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ – 0,39-1,8.

După compoziția cationilor de schimb, argilele aparțin tipului alcalino-pământos și au următoarele valori: pentru tipul maro deschis, conținutul în mg/eq: Ca – 68,4; Mg – 1,89; Na – 0,17; K – 1,10; pentru tipul gri deschis: Ca – 75,3; Mg – 1,89; Na – 6,94; K – 4,91.

Compoziția chimică a acestor două probe de argile bentonitice studiate este caracterizată de un șir de indicatori (Tabelul 1). Rezultatele analizei chimice a argilelor arată că probele studiate diferă în ceea ce privește conținutul de oxizi bazici. Potrivit datelor din Tabelul 1, în proba nr. 1 se poate presupune existența unui amestec de caolin, datorită conținutului de aluminiu prezent [11]. Proba nr. 2 arată un conținut crescut de oxid de calciu, comparativ cu proba nr. 1, datorită prezenței carbonatului de calciu.

MATERIALE ȘI METODE

Obiectele principale ale cercetării au fost bentonitele din zăcămintul Lărguța (raionul Leova, Republica Moldova), de tipuri gri deschis și maro deschis. Ca eșantion de control a fost selectată argila bentonitică naturală din zăcămintul Pyzhevsky (Ucraina). După cum se știe [4; 6; 11], principalul mineral de formare a rocii din zăcămintele de argile bentonitice Lărguța și Pyzhevsky este montmorillonitul alcalino-pământos, în complexul adsorbit al căruia predomină puternic cationii Ca^{2+} și Mg^{2+} față de cationii K^+ și Na^+ .

Pentru studiul compoziției mineralogice a probelor studiate a fost utilizată analiza cu raze X. Analiza calitativă de fază cu raze X a fost efectuată folosind metoda pulberii la difractometru DRON-3. Analizele au fost efectuate folosind radiație monocromatică FeK_α în modul de scanare în etape. Identificarea fazelor cristaline a fost realizată prin compararea valorilor

Tabelul 1

Compoziția chimică a argilelor bentonitice de culoare gri deschis și maro deschis din zăcămintul Lărguța

Nr.	Mostre	Parametri și unitățile de măsură, %								
		SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	MnO	MgO	CaO	$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	umiditate	p.a.
1.	Proba nr. 1	54,3	7,08	15,1	0,030	1,06	0,74	1,35	7,18	20,8
2.	Proba nr. 2	51,5	4,19	12,0	0,062	2,15	3,32	1,51	12,3	25,3

Notă: Proba nr. 1 – argile bentonitice de culoare gri deschis; Proba nr. 2 – argile bentonitice de culoare maro deschis; p.a. – pierdere la aprindere.

experimentale ale distanțelor interplanare și intensităților relative ale reflexiilor de difracție cu valorile de referință [26-28].

Caracteristicile de adsorbție au fost studiate folosind colorantul cationic albastru de metilen (AM), utilizat pe scară largă în industrie [4; 5]. Adsorbția albastrului de metilen pe formele naturale și substituie cu cationi de montmorillonit din zăcămintele Lărguța și Pyzhevsky (Ucraina) a fost efectuată conform metodei descrise în lucrarea [5]. Pentru comparație, la studierea capacității de adsorbție a AM au fost utilizate, pe lângă probele naturale alcalino-pământoase, forme monoionice de Ca și Na ale bentonitelor din zăcămintul Lărguța [11; 16].

Procedeele de determinare a capacității de adsorbție a coloranților s-a desfășurat astfel: peste probele întărite (0,1-0,2 g) de mostre de argilă uscată la aer a fost turnată soluția de colorant, în volum de 20 cm³, cu o concentrație cunoscută, și amestecată temeinic; după două zile soluția de echilibru a fost separată de faza dispersată prin centrifugare. Valoarea de adsorbție a fost determinată prin diferența de concentrație dintre soluția inițială și cea de echilibru, determinată cu ajutorul unui spectrofotometru "Specol".

REZULTATE ȘI DISCUȚII CARACTERISTICA RADIOGRAFICĂ

Analiză geochemică a probelor de argilă bentonitică studiate prin difractometrie cu raze X este prezentată în Figurile 1 și 2. Un element comun al compoziției

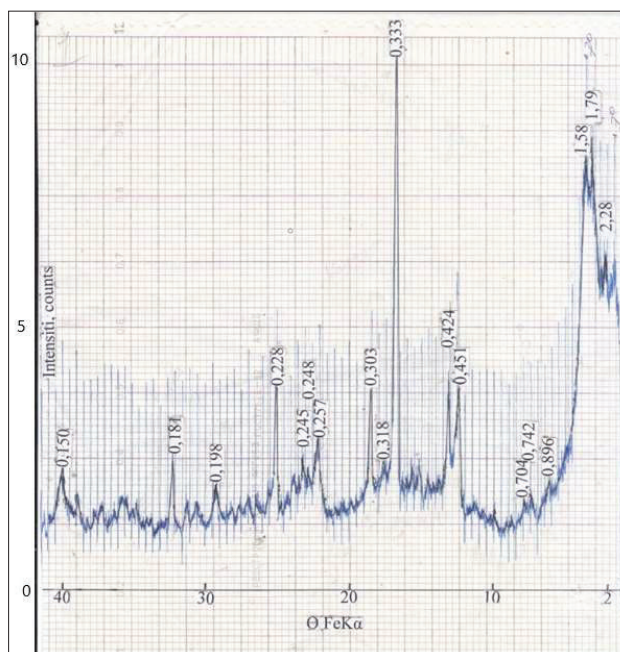


Figura 1. Desenul de difracție al bentonitei din zăcămintul Lărguța (de culoare maro deschis).

Sursa: elaborat de O. Bolotin.

minerale a probelor de bentonită (maro deschis și gri deschis) este prezența în acestea a mineralului argilos montmorillonit, cu o reflexie principală care corespunde distanței interplanare 0,447-0,451 nm, și reflexii bazale cu o distanță interplanară d_{001} .

Pe lângă aceasta, difractograma din Figura 2 a probei de bentonită gri deschis arată prezența caolinului [11; 28; 29], cu reflexia principală ce corespunde distanțelor interplanare 0,722 nm și 0,357 nm, precum și a hidromicei, cu o reflexie la 0,1 nm [26-29]. În compoziția mineralelor non-argiloase se observă prezența cuarțului (distanțele interplanare 0,424-0,333-0,245 nm) [26; 28-30]. În difractograma din Figura 1 se remarcă, în compoziția argilei bentonitice de culoare maro deschis, prezența calcitului, cu distanțe interplanare 0,303-0,248-0,228 nm [28-30]. În plus, varietatea de argile bentonitice de culoare maro deschis este caracterizată prin prezența unui mineral asemănător cu mica-ilit-montmorillonit [9; 27; 29]. Desenul său de difracție este caracterizat prin reflexii bazale neintegrale, cu distanța interplanară $d_{001} = 1,58$ nm, 1,79 nm și 2,28 nm [11; 27]. Rillonita este prezentă cu o reflexie generală care corespunde distanței interplanare 0,447-0,451 nm și reflexii bazale cu distanța interplanară $d_{001} = 1,58$ nm [26; 28; 29].

Desenul de difracție al pulberii probei de bentonită gri deschis (Figura 2) este caracterizat prin reflexii de feldspat, cu distanțele interplanare 0,318 și 0,296 nm [28; 30], care sunt nesemnificativ vizibile în difractograma probei maro deschis.

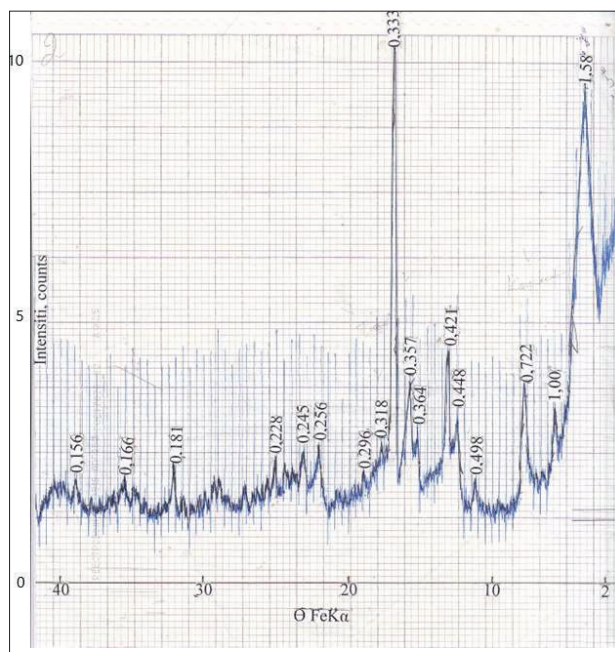


Figura 2. Desenul de difracție al bentonitei din zăcămintul Lărguța (de culoare gri deschis),

Sursa: elaborat de O. Bolotin.

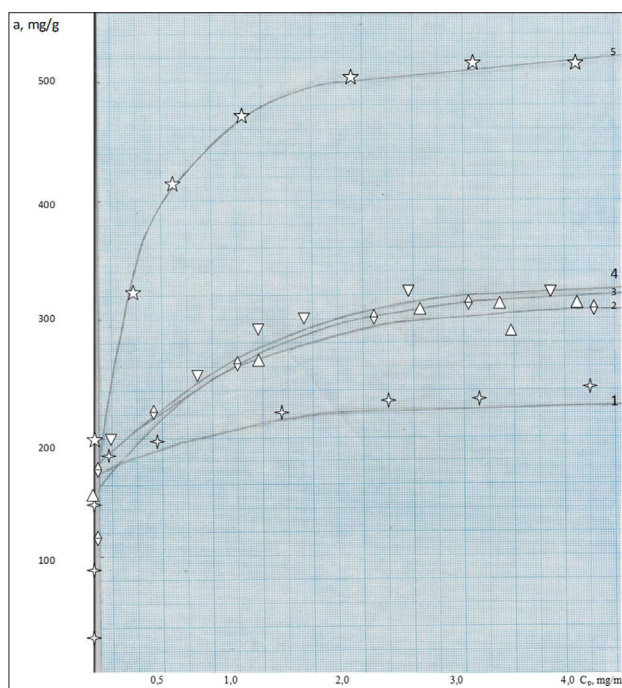


Figura 3. Izoterme de adsorbție ale albastrului de metilen (AM) pe adsorbanti naturali: 1 – montmorillonit de la Pyzhevsky; 2 – montmorillonit (maro deschis) de la Lărguța; 3 – montmorillonit de la Lărguța (forma Ca); 4 – montmorillonit de la Lărguța (gri deschis); 5 – montmorillonit de la Lărguța (forma Na).
Sursa: elaborat de O. Bolotin.

Distanțele interplanare ale primei reflexii bazale d_{001} a montmorillonitului de la Lărguța, studiate anterior (2003) [11; 16], sunt 1,283 nm pentru proba care conține sodiu (Na) drept cation de schimb și 1,498 nm pentru cea de calciu.

Datele obținute prin difractometrie cu raze X arată compoziția poliminerală a probelor de rocă studiate, datorită prezenței în acestea a formei de calciu a montmorillonitului (70-80%) și predominanței cationilor alcalino-pământoși (Ca^{2+} , Mg^{2+}) față de cationii alcalini (Na^+) în complexul de schimb, așa cum s-a relatat mai sus. Alături de montmorillonitul menționat anterior, bentonitele conțin caolinit în varietatea de culoare gri deschis (5-7%), hidromică (4-6%) și formațiuni cu straturi mixte în varietatea de culoare maro deschis de argilă bentonitică. Ca impurități, bentonitele conțin cantități mici de cuarț, calcit, feldspați și hidroxid de fier (distanțele interplanare fiind 0,33 și 0,74 nm). Prezența impurităților de calcit pentru tipul de bentonită de culoare maro deschis este confirmată de datele analizelor chimice (Tabelul 1), în care conținutul de oxid de calciu este mai mare cu 3%.

Conținutul de oxid de calciu în argilele bentonitice din diferite depozite variază de la fracțiuni de

procent până la 2-3% [26]. Pe baza conținutului de montmorillonit din eșantioanele studiate de argile bentonitice, se poate concluziona că acestea aparțin categoriei materiilor prime minerale de înaltă calitate. Studiile anterioare privind starea argilelor bentonitice din zăcămintul Lărguța [8] confirmă acest fapt.

CARACTERISTICA DE ADSORBȚIE

Principalele modele de adsorbție ale albastrului de metilen pe formele naturale și modificate cationic de montmorillonit din depozitele Lărguța și Pyzhevsky (Ucraina) sunt prezentate în Figura 3. Analiza izotermelor (Figura 3) arată că capacitatea maximă de adsorbție a adsorbanților studiați, atât în forma lor naturală, cât și în forme modificate cationic, se manifestă la concentrații de echilibru suficient de mici ale colorantului în soluție. În acest caz, secțiunile inițiale ale izotermelor de adsorbție ale albastrului de metilen de către argilele bentonitice coincid cu axa ordonatelor, ceea ce confirmă că, la concentrații mici, colorantul este aproape complet extras din apele uzate de adsorbanții naturali.

Indicele de adsorbție a colorantului depinde în mare măsură de compoziția cationilor de schimb din conținutul argilei bentonitice [4; 5; 26]. Principalii indicatori ai bentonitei, care sunt decisivi pentru utilizarea sa în industrie, sunt natura coloidală a materialului și capacitatea sa de umflare. După cum se știe [4], atunci când montmorillonitul, care conține cationi de sodiu în complexul de schimb, este înmuiat în apă, acesta se dispersează spontan în pachete elementare cu grosimea de 0,94 nm, distanța între pachete fiind cuprinsă între 3 și 13 nm. În consecință, cea mai mare parte a suprafeței geometrice a mineralului devine suprafața exterioară accesibilă moleculelor adsorbite din soluții apoase [4].

După cum se poate observa din Figura 3, capacitatea de adsorbție a formei sodice (Na) a bentonitei de la Lărguța, în raport cu colorantul, este semnificativ mai mare decât cea a formei calcitice (Ca). În același timp, formele naturale Ca-Mg ale bentonitelor de la Lărguța, de tip gri deschis și maro deschis demonstrează proprietăți valoroase. Mai mult, proba gri deschis are indicatori ușor superiori decât cea maro deschis, probabil din cauza absenței impurităților de calcit în primul (conform analizei de fază cu raze X). În general, ambele tipuri de bentonite studiate au o capacitate ridicată de adsorbție față de albastrul de metilen și pot fi utilizate în purificarea apelor uzate contaminate cu coloranți [4; 5].

CONCLUZII

1. Pe baza conținutului de montmorillonit din eșantioanele studiate de argilă bentonitică, s-a confirmat că acestea aparțin categoriei materiilor prime minerale de înaltă calitate.

2. Datele analizei geochimice efectuate prin difracție de raze X demonstrează compoziția poliminerală a probelor de rocă studiate, datorită prezenței în acestea a formei de calciu a montmorillonitului (70-80%), caolinitului în varietatea gri deschis (5-7%), hidromice (4-6%) și a formațiunilor cu strat mixt în varietatea maro deschis de argilă bentonitică. Ca impurități, bentonitele conțin cuarț, calcit, feldspați și hidroxizi de fier în cantități mici.

3. S-a constatat că activitatea de adsorbție a bentonitei sub formă sodică (Na), în raport cu colorantul cationic, este de câteva ori mai mare comparativ cu argila naturală. Varietatea de argile bentonitice de culoare gri deschis are rate de adsorbție ușor superioare tipului de culoare maro deschis, probabil din cauza absenței impurităților de calcit din primul tip (conform analizei de fază cu raze X). În general, ambele probe de bentonită studiate au o capacitate ridicată de adsorbție față de albastrul de metilen și pot fi utilizate în epurarea apelor uzate contaminate cu coloranți.

BIBLIOGRAFIE

- Lygina, T.Z.; Sabitov, A.A.; Trofimova, F.A. Bentonit i bentonitopodobnye gliny. Kazan', Fgup «Tsnii geolnerud», 20056 25-28.
- Seynazarova, O.M. i dr. Strukturnye kharakteristiki bentonita Krantauskogo mestorozhdeniya. In: Universum: tekhnicheskie nauki: elektron. Nauchn. Zhurn, 2020. 12(81). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11078>
- Fokina, N.V. Perspektivy ispol'zovaniya sorbentov razlichnoy modifikatsii pri ochistke prirodnikh sred ot nefteproduktov v usloviyakh Kol'skogo Severa. In: Vestnik MGTU, 2019, T. 22, no. 1, 101-108, doi: 10.21443/1560-9278-2019-22-1-101-108 101 UDK 579.66
- Tarasevich, Yu.I. Prirodnye sorbenty v protsessakh ochistki vody. Kiev: Naukova dumka, 1981. 207 s.
- Sharipov, A.A. i dr. Issledovanie adsorbtsionnykh svoystv prirodnogo bentonita po otnosheniyu k krasiteliyam. In: Universum: tekhnicheskie nauki: elektron. Nauchn. zhurn. 2022, 6(99), 1-8.
- Zheru, M.I. Glinistye obrazovaniya Moldavii. Kishinev: Shtiintsa, 1978. 231 s.
- Bilinkis, G. M. i dr. Plotsenovyte bentonity Moldavii i ikh prakticheskoe znachenie. Kishinev: Shtiintsa, 1976. 212 s. s il.
- Averochkin, V.A. Otchet o dorazvedke Largutskogo mestorozhdeniya bentonitovykh glin v Leovskom rayone MSSR, Yuzhno-Ukrainskaya GRP, s. Lunga 1976.
- Bolotin, O.A. Mineralogiya i fiziko-khimicheskie svoystva plotsenovykh bentonitov yuga Moldavii: Avtoreferat kand. diss. Kiev, 1987. 23 s.
- Bolotin O.; Diaur G.; Boieru J. Procedu de obținere a sorbentului. Brevet al Republicii Moldova nr. 1452, 2000.04.30 BOPI Nr. 4/2000.
- Smirnova, V.A.; Monakhova L.I.; Bolotin O.A.; Tarasevich Yu.I. Adsorbtsiya al'bumina montmorillonitom. Ukrainskiy khimicheskiy zhurnal, 1977, no. 5, 487-491.
- Kerdivarenko M.A. Moldavskie prirodnye adsorbenty i tekhnologiya ikh primeneniya, Kishinev: Kartya Moldovenyaske, 1975, 192 s. s il.
- Bolotin, O.; Diaur, G.; Bodorin, V. Procedu de obținere a sorbentului. Brevet al Republicii Moldova, nr. 1562, 2000.11.30 BOPI Nr. 11/2000.
- Diaur, G.; Chirova, A.; Bolotin, O. Bentonită autohtonă din Republica Moldova destinată tratării vinurilor și a sucurilor. In: Buletin Informativ, nr. 20, 2001, 12-13.
- Zelențov, V.; Dațko, T.; Dvornikova, E. Proprietățile de adsorbție și structură ale sorbenților minerali naturali supuși tratării electrice, The 28th Annual ARA Congress, România, Târgu-Jiu, 2003, 36-39.
- Bolotin, O.A.; D'yaur, G.I. Vliyanie usloviy modifitsirovaniya na mineralogicheskiy sostav bentonitov, ispol'zuemykh pri okleyke vin. Conferința științifică republicană „Valorificarea rezultatelor științifice – baza dezvoltării durabile a economiei națională”. Chișinău, 2004, 77-78.
- Bolotin, O.A. Effektivnost' primeneniya moldavskikh prirodnikh sorbentov dlya regeneratsii otrabotannykh masel. Conferința științifică republicană „Valorificarea rezultatelor științifice – baza dezvoltării durabile a economiei națională”. Chișinău, 2004, 78-79.
- Ciutac, N.; Koreișă, M.; Cosiniva, N.; Bolotin, O. et al. Bentonite activate pentru industria vinicolă. Prescripții tehnice PT MD 67-02934365-165:2000. Moldova Standard 03.11.2000, Nr. 291001545.
- Bolotin, O.; Bogdevich, O.; Izmaylova, D. Ispol'zovanie prirodnikh mineralov Respubliki Moldova dlya sorbtsii mysh'yaka. In: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM. 2006, 118-126.
- Zelentsov, V.I.; Datsko, T.Ya. Elektroobrabotka prirodnikh sorbentov. In: EOM, no. 3, 2006, 128-138.
- Bolotin, O.; Samokhvalov, N.; Petukhov, O.; Rusu, M. Regeneratsiya transformatornogo masla s ispol'zovaniem prirodnikh sorbentov Moldovy. In: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2015, no. 1/2, 200-201.
- Bolotin, O.A.; Samokhvalov, N.I.; Petukhov, O.M.; Rusu M.I. Regeneratsiya otrabotannogo tekhnicheskogo masla prirodnym glinistym sorbentom mestorozhdeniya Moldovy. In: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2016, no. 1, 15-21.
- Bolotin, O.A.; Samokhvalov, N.I.; Syutkin, S.V.; Rusu, M.I. Poluchenie i issledovanie sorbentov iz obezvrezhennykh ferrotsianidnykh otkhodov vinodeliya na osnove bentonita. In: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2016, no. 1, 22-30.

24. Maftulyak, A.N.; Bolotin, O.A. Poluchenie i issledovanie ugol'no – mineral'nogo sorbenta na osnove otrabotannogo v protsesse osvetleniya vin bentonita. În: Izvestiya Akademii Nauk Respubliki Moldova, Biologicheskie i khimicheskie nauki, 1993, no. 2, 54-58.

25. Slyusarenko, V.V.; Bolotin, O.A.; Samokhvalov N.I. Issledovaniya po ochistke biotoplivo pri pomoshchi adsorbentov. În: Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2010, no. 2, 42-45.

26. Belousov, P.E.; Bocharnikova, Yu.I.; Boeva, N.M. Analiticheskie metody diagnostiki mineral'nogo sostava bentonitovykh glin. În: Vestnik RUDN, seriya Inzhenernye issledovaniya, 2015, no. 4, 94-101.

27. Drita, V.A.; Sakharov, B.A. Rentgenostrukturnyy analiz smeshanosloynykh mineralov. M.: Nauka, 1976. 252 s.

28. Kostov, I. Mineralogiya. Nauki o zemle. Moskva: Izvo Mir, 1971, t. 40, s. 584. Rentgenovskie metody izucheniya i struktura glinistyykh mineralov. Pod redaktsiey G. Brauna. Moskva: Mir, 1965, 560 s.

29. Gorshkov, V.S.; Timashev, V.V.; Savelev V.G. Metody fiziko-khimicheskogo analizavyazhushchikh veshchestv: Ucheb. Posobie. – Vyssh., 1981. 335 s.

NOTĂ. Lucrarea a fost efectuată în cadrul: Subprogramului de cercetare GEOSM 010901 al Institutului de Geologie și Seismologie, USM; MAINMALB 011202 al Institutului de Fizică Aplicată al USM; EQOAQUA 010603 al Institutului de Chimie, USM.



Inessa Țăpina. *Natură moartă de sărbătoare*, 1996, ulei pe pânză, 76 × 65 cm.