

К-14038

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ISSN 0453-8048



ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

345 '90

ГЕОЛОГИЯ И НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

«ОСНОВА»

1 p.

“ОСНОВА”

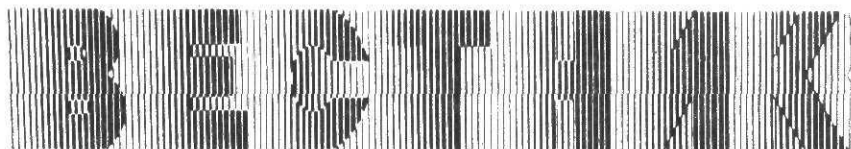
V.N. Karazin Kharkiv National University



00298865 4

ISSN 0453-8048. Вестн. Харьк. ун-та. 1990. № 345. Геология и нар. хоз-во. 1—100.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ



ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 345

ГЕОЛОГИЯ И НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Основан в 1970 г.

Харьков
Издательство «Основа» при Харьковском
государственном университете
1990

В вестнике рассмотрены вопросы рационального использования природных ресурсов, а также отражены результаты исследований по стратиграфии, палеонтологии, геохимии, гидрогеологии, минералогии, тектонике различных районов СССР.

Для научных работников и специалистов.

Редакционная коллегия: В. Н. Горстка (отв. ред.), В. Е. Некос (зам. отв. ред.), В. А. Бельский (отв. секр.), А. П. Голиков, Г. П. Дубинский, П. В. Зарицкий, П. В. Ковалев, В. П. Макридин, В. А. Терещенко, Н. Г. Черванев

Ответственный за выпуск В. А. Бельский

Адрес редакционной коллегии: 310077 Харьков, пл. Дзержинского, 4, университет, геолого-географический факультет, тел. 40-17-69.

Редакция литературы по естественным наукам и филологии.
Зав. редакцией Е. П. Иващенко

Издано по заказу Харьковского государственного университета

к-14838

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 564.8

И. В. КАМЫШАН, Э. С. ТХОРЖЕВСКИЙ

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БРАХИПОД В ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗОНЫ ПЕНИНСКИХ УТЕСОВ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Схема стратиграфии юрских отложений зоны Пенинских утесов Карпат на территории СССР создана в результате многолетних исследований В. И. Славина [9—13], И. Д. Гофштейна [1—3] и С. С. Круглова [5—8]. Благодаря этим исследованиям доказано присутствие в разрезе юры южной утесовой зоны всех подотделов, почти всех ярусов юрской системы и некоторых зон общей шкалы [4].

В связи с детализацией и интенсификацией геологических исследований повысилось внимание к изучению стратиграфии отдельных регионов, разработке дробных стратиграфических схем и корреляции мелких подразделений с соседними регионами. Такие стратиграфические построения требуют использования данных не только по архистратиграфическим группам ископаемых, но и по другим, в том числе и по брахиоподам.

Эти ископаемые могут успешно использоваться при расчленении и корреляции юрских отложений зоны Пенинских утесов Карпат [14], особенно средне- и верхнеюрских, в которых они, в отличие от аммонитов, встречаются в большом количестве почти по всему разрезу, образуя часто слои, целиком сложенные раковинами нескольких видов брахиопод хорошей сохранности. Изучение этих комплексов видов позволяет сопоставлять их с известными данными по распределению брахиопод в юрских отложениях соседних регионов: Румынии и Болгарии [41, 42 и др.], Югославии [37—39, 40 и др.], Венгрии [25, 44 и др.], Чехословакии [29, 30, 34—36 и др.], Польши [16, 17, 45, 46 и др.], Австрии и Швейцарии [18, 22—24, 26, 33 и др.], Италии [21, 27, 28, 32 и др.], ФРГ [26, 31, 43 и др.], Англии [15, 19, 20 и др.].

О возрасте вмещающих отложений нижнеюрских и ааленского комплексов позволяют судить данные корреляции, а также находки раковин видов-индексов: *Pleydellia aalensis*, *Tmetoceras scissum* (определение В. П. Казаковой), *Dactylioceras ex gr. tenuicostatum*, *Amaltheus margaritatus*, *Prodactylioceras davoei*, *Tragophylloceras ibex*, *Uptonia jamesoni*, *Echioceras raricostatum*, *Oxynotoceras oxynotum*, *Arietites bucklandi*, *Psiloceras cf. planorbis*.

Большинство раковин брахиопод, определения которых приведены в данной статье, происходит из нового карьера у с. Приборжавского на левом берегу р. Боржава в 1—1,5 км к северо-востоку от старого небольшого карьера, послужившего объектом исследований В. И. Славину, И. Д. Гофштейну и С. С. Круглову.

Здесь вскрыта терригенно-обломочная толща нижнеюрских и ааленских отложений, на которой с перерывом залегает мощная толща известняков байоса — берриаса, представленная толстослоистыми, буровато-розовыми криноидными известняками (байос — келловей), переходящими в розовые и кремовые известняки киммериджа и нижнего титона. Разрез завершается толщей белых, фарфоровидных известняков титонского возраста, переходящих в серовато-белые известняки и мергели, чередующиеся с зеленовато-серыми глинами (свалевская свита).

Комплексы видов брахиопод.

1. *Monticlarella capillata* (Zitt.), *Antinomia bifidata* sp. nov., *A. ex gr. angulata* (Catullo), *Buckmanella imperforata* g. et sp. nov., *Vjalovithyris rupicola* (Zitt.), *V. bouei* (Zitt.), *Svaljavithyris bilimeki* (Suess), *Makridinithyris zitteli* sp. nov.;

Верхний титон — нижний мел.

2. *Monticlarella capillata* (Zitt.), *M. agassizi* (Zeuschner), *M. tatica* (Zeuschner), *Lacunosella? zeuschneri* (Zitt.), *L.? hoheggeri* (Suess), *Antinomia smirnovae* sp. nov., *A. deltoidea* (Val.), *A. sima* (Zeuschner), *A. dilatata* (Catullo), *A. angulata* (Catullo), *Vjalovithyris bouei* (Zitt.), *Rarithyris rarus* Tchor., *Svaljavithyris carpathica* (Zitt.), *S. askerovi* Tchor., *Makridinithyris wahlenbergi* (Zeuschner), *Oppeliella pinguicula* (Zitt.);

Средний титон.

3. *Lacunosella kozlowskii* Wisniewska, *Septocrurella sanctaeclarae* (Roem.), *Monticlarella ex gr. chenstochoviensis* (Roem.), *Nucleata acutiplicata* sp. nov.;

Оксфордский ярус.

4. *Caucasella trigonella* (Rothpl.), *C.? rectecostata* (Uhlig), *Acanthorhynchia subechiata* (Opp.), *Nucleata tenuiplicata* (Uhlig), *Dorsoplicathyris dorsoplicata* (Desl.), *Karadagella zorae* Tchor. et Radulov., *Karadagithyris simionescui* Tchor. et Radulov., «*Zeilleria*» *praepinguicula* Tchor. et Radulov., *Antiptychina* sp.,

Верхняя часть келловейского яруса.

5. *Calvirhynchia contraversa* (Opp.), *Acanthorhynchia vilsensis* (Childs), *Sphenorhynchia* sp., *Nucleata carpathicae* Tchor. et Radulov., *N. cf. curviconcha* (Opp.), *Ferrythyris antiplecta* (Quents.), *F. almerasi* Tchor. et Radulov., *Karadagella annickae* Tchor. et Radulov., *K. milenae* Tchor. et Radulov., *Karadagithyris gerda* (Opp.), «*Z.*» *praepinguicula* Tchor. et Radulov., *Digonella sobolevi* Tchor. et Radulov., *Columellithyris novoselici* Tchor. et Radulov., *Antiptychina* sp.

Батский — келловейский ярусы (слон клаус).

6. *Caucasella trigona multicostata* (Quenst.), *Acanthorhynchia radvanovicensis* (Roll.), *Sphenorhynchia bugesiaca* (Riche), *S. ex gr. plicatella* (Sow.), *Linguithyris vicaria* (Szajnocha), *Morrisithyris slavini* Tchor. et Radulov., *M. ex gr. phillipsi* (Morris-Dav.), *Karadagella circumdata* sp. nov., *Muirwoodella* sp., *Karadagithyris babanovae* Tchor., *Szajnochiella acembra* g. et sp. nov., *Columellithyris novoselici* Tchor. et Radulov., *Antiptychina* sp.

Батский ярус.

7. *Caucasella trigona* (Quenst.), *Acanthothiris* ex gr. *spinosa* (L.), *Sphenorhynchia* ex gr. *plicatella* (Sow.), *S. subpugnacea* Zeif., *Linguithyris vicaria* (Szajnocha), *L. szajnochi* Tchor., *Morrisithyris phillipsi* (Morris-Dav.), *M. slavini* Tchor. et Radulov., *Monsardithyris ventricosa* (Hartman), *Lissajousithyris* ex gr. *metiscenensis* (Liss.), *Karadagella circumdata* sp. nov., *Muirwoodella dolhae* (Szajnocha), *Goniothyris trigona* sp. nov., *Karadagithyris babanovae* Tchor., *Zeilleria orba* Szajnocha, *Aulacothyris* sp.

Верхний байос, зона *Parkinsonia parkinsoni*.

8. *Caucasella trigona* (Quenst.), *Acanthothiris spinosa* (L.), *Sphenorhynchia plicatella* (Sow.), *S. ex gr. plicatella* (Sow.), *Stolmorhynchia triplicata* Kam., *Linguithyris szajnochi* Tchor., *L. remisovi* Tchor., *Morrisithyris phillipsi* (Morris-Dav.), *Morrisithyris* sp., *Lissajousithyris metiscenensis* (Liss.), *Muirwoodella muirwoodae* Tchor., *M. dolhae* (Szajnocha), *Goniothyris* ex gr. *gravida* (Szajnocha), *Zeilleria orba* (Szajnocha), *Aulacothyris* sp.

Верхний байос, зона *Garantiana garantiana*.

9. *Stolmorhynchia szajnochi* Tchor., *S. triplicata* Kam., *Acanthothiris costata* (Orb.), *Linguithyris szajnochi* Tchor., *L. remisovi* Tchor., *Morrisithyris phillipsi* (Morris-Dav.), *M. ex gr. phillipsi* (Morris-Dav.), *Karadagella* cf. *moisseevi* Babanova, *Goniothyris subgravida* sp. nov., *Karadagithyris babanovae* Tchor., *Odarovithyris odarovensis* Tchor., *Zeilleria* ex gr. *waltoni* (Dav.), *Antiplychina* ex gr. *haasi* (Dav.);

Верхний байос, зона *Strenoceras subfurcatum*.

10. *Stolmorhynchia triplicata* Kam., *Strirhynchia dorsetensis* (Buckm.), *Acanthothiris inflata* (Quenst.), *Almerasithyris hungarica* (Szajnocha), *Linguithyris dragoviensis* Tchor., *Goniothyris craneae* (Dav.), *Loboidothyris* ex gr. *perovalis* (Sow.), *L. campestris* sp. nov., *Morrisithyris* ex gr. *phillipsi* (Morris-Dav.), *Zeilleria leckenbyi* (Walker);

Нижний байос, зона *Stephanoceras humphriesianum*.

11. *Cubanirhynchia parva* Kam., *C. declivis* (Redl.), *Stomorhynchia dypterix* (Redl.), *S. stolidota* (Buckm.), *Acanthothiris spinosa* (L.), *A. inflata* (Quenst.), *A. (Paraacanthothyris) multiformis* Kam., *Linguithyris maxima* Tchor., *Rhactorhynchia quadriplicata* (Ziet.), *Loboidothyris perovalis* (Sow.), *L. campestris* sp. nov., *Goniothyris craneae* (Dav.), *Zeilleria leckenbyi* (Walker).

Нижний байос, зона *Otoites sauzei*.

12. *Cymatorhynchia humilis* (Buckm.), *Globirhynchia* sp., *Sphenorhynchia rubrisaxensis* (Rothpl.).

Верхний аален.

13. *Pisirhynchia pisoides* (Zitt.), *P. ex gr. pisoides* (Zitt.), *P. cf. retroplata* (Zitt.), *Cuneirhynchia flabellum* (Gemm.), *Pseudogibirhynchia* ex gr. *verrii* (Parona), *Apringia mariottii* (Zitt.), *A. priborgavica* (Tchor.), *Aulacothyris ewaldi* (Opp.),

Тоарский ярус.

14. *Pisirhynchia retroplicata* (Zitt.), *P. inversa* (Opp.), *Calcirhynchia plicatissima* (Quenst.), *Prionorhynchia polyptycha* (Opp.), *P. ex gr. polyptycha* (Opp.), *Rimirhynchia rimosa* (Quenst.), *R. oblonga* (Quenst.), *R. rimata* (Opp.), *Cirpa langi* Ager, *C. ex gr. briseis* (Gemm.), *Cuneirhynchia persinuata* Rau, *Rhapidothyris vialovi* Tchor., *R. tendinea* Tuluw., *Buckmanithyris admiranda* Tchor., *Keratothyris waterhausi* (Dav.), *Zeilleria gracilis* Tuluw., *Z. elongata* Tuluw., *Spiriferina ex gr. alpina* Opp., *Amphiclinodonta liasina* Bittner, *Aulacothyris* sp.

Плинсбахский ярус, зоны *T. ibex* — *P. davoei*.

15. *Pisirhynchia inversa* (Opp.), *Rimirhynchia rimosa* (Quenst.), *R. ex gr. rimosa* (Quenst.), *Cuneirhynchia persinuata* Rau, *Piarorhynchia caroli* (Gemm.), *Apringia mariottii* (Zitt.), *Cirpa langi* Ager, *C. briseis* (Gemm.), *Prionorhynchia polyptycha* (Opp.), *Cirpa fronto* (Quenst.), *Buckmanithyris kruglovi* Tchor., *Slavinithyris kamyschani* Tchor., *Rhapidothyris ovimontana* (Böse), *Squamiplana biplicata* (Parona), *Borzhayithyris arcaeformis* (Tuluw.), *Zeilleria darvini* (Desl.), *Z. edwardsi* (Dav.), *Z. indentata* (Sow.), *Keratothyris waterhausi* (Dav.), *Aulacothyris* sp., *Spiriferina ex gr. alpina* Opp.;

Плинсбахский ярус, зона *Uptonia jamesoni*.

16. *Pisirhynchia ex gr. inversa* (Opp.), *Cirpa latecostata* (Roll.), *P. polyptycha* (Opp.), *C. fronto* (Quenst.), *Calcirhynchia plicatissima* (Quenst.), *C. belemnitica* (Quenst.), *Apringia? emmrichi* (Quenst.), *A. paolii* (Canav.), *Cuneirhynchia flabellum* (Mgh.), *C. sp.*, *Zeilleria mutabilis* (Opp.), *Lobothyris ex gr. punctata* (Sow.), *L. edwardsi* (Dav.), *Spiriferina* sp. sp.

Синюморский ярус, зона *Echioceras raricostatum*.

17. «*Rhynchonella*» *torrii* (Ronchetti et Brena), «*R.*» *cartieri* Oppel, *Spiriferina tumida* (Buch.).

Геттангский ярус.

Детальный анализ комплексов брахиопод и аммонитов будет опубликован в ряде последующих работ.

Список литературы: 1. Гофштейн И. Д. К стратиграфии мезозоя Чивчинских и Северо-Буковинских Карпат//Геол. сб. Львовск. геолог. об-ва. 1954. № 1. С. 162—171. 2. Гофштейн И. Д. Палеонтологическая изученность юрских отложений Карпат//Геол. сб. Львовск. геолог. об-ва. 1956. № 2—3. С. 242—247. 3. Гофштейн И. Д. Схема стратиграфии юры Украинских Карпат//Тр. совещаний по стратиграфии триаса и юры УССР и БССР. К., 1972. С. 294—298. 4. Зоны юрской системы. Л., 1982. 190 с. 5. Каленійченко Т. Д., Мигачева Е. Е., Круглов С. С. До стратиграфії середньоярських відкладів Радянського Закарпаття//Допов. АН УССР. 1965. № 9. С. 1193—1196. 6. Круглов С. С., Крымгольц Г. Я. Про наявність відкладів тоарського ярусу в зоні Пенінських скель Закарпаття//Допов. АН УССР. 1966. № 1. С. 109—111. 7. Круглов С. С., Гаврилишин В. І., Крымгольц Г. Я. Нові дані про стратиграфію юрських відкладів околиць с. Приборжавського в зоні Пенінських скель Закарпаття//Геол. журнал. К., 1968. Т. XXIII. Вип. 5. С. 86—90. 8. Круглов С. С. Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат. М., 1971. 392 с. 9. Славин В. И. Нижнеюрские отложения Восточных Карпат//Докл. АН СССР. 1950. Сер. 75; № 3. С. 439—440. 10. Славин В. И. Титово-валаинжинские аммониты Карпат//Тр. ин-та геол. наук АН СССР. 1953. Вип. 149, № 62. С. 39—63. 11. Славин В. И. Триасовые и юрские отложения Восточных Карпат и Панно-

ского срединного массива. Госгеолтехиздат. 1963. 167 с. 12. Славин В. И. Карпатская геосинклинальная система//Стратиграфия СССР. Юрская система. 1972. С. 136—143. 13. Тхоржевский Э. С. Юрские теребратулидные брахиоподы зоны Пеннинских утесов Карпат и их стратиграфическое значение. Автореф. канд. дис... X., 1973. 27 с. 14. Ager D. V. A Monograph of the British Liassic Rhynchonellidae. Palaeontogr. soc., Pt. I (1956), Pt. II (1958), Pt. III (1962), Pt. IV (1967). London. 196 p. 15. Barczyk W. Upper Jurassic Terebratulids from the Mesozoic Border of the Holy Cross Mountains in Poland//Prace Muz. Ziemi, 1969, n. 14. P. 3—82. 16. Barczyk W. Upper Tithonian brachiopods *Camerothyris wahlenbergi* (Zejszner) from the Pienniny Klippen Belt//Acta geol. Polonica, 1971. V. 21, n. 3. Warszawa, P. 425—431. 17. Böse E., Schlosser M. Ueber die Mittelliasische Brachiopodenfauna von Südtirol//Palaeontographica, 1990, v. 46. P. 177—198. 18. Buckman S. The Brachiopoda of the Nanyau Beds, Northern Shan States, Burma. Palaeontol. Indica. 1917, v. 3, n. 2. 299 p. 19. Davidson T. A. Monograph of the British Fossil Brachiopoda. Palaeontogr. Soc., vol. I (1852—1853), vol. II (1858—1872). 280 p. 20. Gemellaro G. G. Sopra Alcune Fauna Giuresi e Liassiche della Sicilia-studipalaeontologici. Palermo. 1882. 434 p. 21. Krystly L. Stratigraphie, Fauna und der Klaus-Schichten (Aalenium-Oxford) in den Östlichen Nordalpen//Verh. Geol., H. 3, Wien, 1971. S. 486—509. 22. Oppel A. Der mittlere Lias Schwabens neu bearbeitet//Dürrt. Naturw. Jahresfte. 1853. S. 2—92. 23. Oppel A. Ueber die Brachiopoden des Uteren Lias//Zeitsch. deutsch. geol. Gesel. 1861, t. 13, h. 4. S. 529—550. 24. Ormós E. A Bakonyi Kékhégy alsóliászkori brachiopoda faunája. Debrecen. 1937. 45 s. 25. Quenstedt F. Brachiopoden. Petrefactenkunde Deutschlands, t. 2, Leipzig. 1871. 748 s. 26. Parona C. F. Revisione della fauna Liassica di Gozzano in Piemonte//Mem. Accad. Sc. Torino, 1880, s. 12, t. 43. P. 1—59. 27. Parona C. F. Il calcare liassico di Gozzano e i suoi fossili//Acci. Acad. Lincei, 1882, s. 3, v. 3. P. 187—216. 28. Pevný J. Brachiopody severnej casty malých Karpat//Geol. Prace Zp. Ceskosl. 1964, n. 33. P. 151—172. 29. Pevný J. Liassic Brachiopoda from the mountains Cachatie Pohoriewest Slovakia//Geol. Sbor. Ceskosl. 1966, t. 17, n. 2. P. 272—282. 30. Rau K. Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens mit Ausschluss der Spiriferen. Iena, 1905. 95 s. 31. Ronchetti C. R., Brena E. C. Studi paleontologici sul Lias del Monte Albenza Brachiopodi dell'Hettangiano//Riv. Itat. Pal., v. LIX. Milan, 1968. P. 1—26. 32. Rothpietz A. Geologische — Palaeontologische Monographie der Vilsér Alpen mit besonderer Berücksichtigung der Brachiopoden-Systematic. Palaeontogr., Br. 33. Stuttgart, 1887. 180 s. 33. Siblík M. Some new Liassic Brachiopods//Geol. sborník, t. XVI, n. 1, Bratislava, 1965. P. 73—82. 34. Siblík M. New Species of Dimerian Rhynchonelloids from Slovakia//Geol. sborník, t. XVIII, n. 1, Bratislava, 1967. P. 151—168. 35. Siblík M. Rhynchonellinae a Cirpinae (Brachiopoda) slovenskego doméru//Geol. Práce, Zpr., t. 46. 1968. P. 21—36. 36. Sucic-Protic Z. Middle Liassic Brachiopoda of the Yugoslav Carpatho-Balkanids. Part I. Belgrade, 1969. 150 p. 37. Sucic-Protic Z. Middle Liassic Brachiopoda of the Yugoslav Carpatho-Balkanids. Part II. Belgrad. 1971. 214 p. 38. Tchorszhevsky E. S., Radulovich V. New data of Middle Jurassic Terebratulids (Brachiopoda) of the Carpathians (USSR) and Carpatho-Balkanids (Yugoslavia)//Ann. Géolog. de la Peninsule Balkanique, t. XLVIII, Beograd, 1984. P. 129—184. 39. Tchoumatchenko P. V. Brachiopodes du Jurassique Moyen des environs du village de Dolni Lom, district de Vidin (Bulgarie du Nord-Ouest//Ann. de Geol. Univ. Sofia, t. 69, p. 1. 1977. P. 193—232. 40. Tchoumatchenko P. V. Brachiopodes du Callovien et du Jurassique Supérieur d'une Partie du Prébalkan Occidental (Bulgarie du Nord-Ouest)//Bulgar Acad. of Sci. Palaeontol., Stratigr., Lithol., n. 8, 1978. P. 3—5. 41. Tuluweit K. Terebratulidae und Zeilleriidae (Brachiopoda) des mittleren Lias Nordwestdeutschlands//Neues Jahr. für Geologie und Palaeontol. n. 122. 1965. S. 50—126. 42. Vörös A. Provinciality of the Mediterranean Lower Jurassic brachiopod fauna causes and plate-tectonic implications//Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., v. 21. 1977. P. 1—16. 43. Zejszner L. New and little-known genera of fossils from the Tatra Mountains. Warszawa, 1846. 32 p. 44. Zittel K. A. Die Fauna der Ältern Cephalopodenführenden Tithonbildungen. Palaeontogr., Suppl. 2. 1870. 192 s.

С. И. ШУМЕНКО, д-р геол.-минерал. наук,
Р. А. ГАМБАШИДЗЕ, д-р геол. минерал. наук,
Н. Р. ЛАПАЧИШВИЛИ

КОМПЛЕКСЫ ИЗВЕСТКОВОГО НАНОПЛАНКТОНА ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЖДУРЕЧЬЯ ИНГУРИ-РИОНИ (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)

Исследуемый район охватывает северную периферию Грузинской глыбы в пределах Западной Грузии (Северная известковая полоса Самегрело). Детальное изучение известкового нанопланктона в этом районе проводится впервые. Наши исследования позволяют расчленить по нанопланктону позднемеловые отложения междуречья Ингури-Риони, разработать детальную схему зонального расчленения этих отложений, увязанную с зональной схемой Триалети (Восточная Грузия) и общей (единой) стратиграфической шкалой.

В северной известковой полосе Самегрело нами были рассмотрены разрезы по рекам Чанисцкали, Хобисцкали, Техури и Цачхура. Для изучения комплексов нанопланктона были отобраны около 600 образцов сеноман-датского возраста.

В толстослоистых, мелко- и среднезернистых, зеленовато-серых глауконитовых песчаниках (8—15 м) визов разреза верхнего мела были найдены редкие представители нанопланктона: *Watznaueria barnesae* (Black), *Tetralithus obscurus* Defl., *Eiffelithus turriseiffeli* Defl., *Chiasiozygus amphipons* (Bram et Mart.), *C. litterarius* (Gorka).

Нами условно выделяется зона *C. amphipons*.

Сеноманский возраст вмещающих пород определяется богатым комплексом головоногих и двустворчатых моллюсков. Названное местное стратиграфическое подразделение скорее всего соответствует суммарному объему зоны *Mantelliceras mantelli* и слоев с *Asantoceras rotomagensis*, установленных в этой полосе развития меловых отложений.

В следующих выше по разрезу среднеслоистых пелитоморфных глинистых известняках 12—15 м) содержится следующий комплекс нанопланктона: *W. barnesae*, *Microrhabdulus tortus* Defl., *Zygodiscus compactus* Bukry, *Z. diplogrammus* (Defl.), *Z. exiguus* Stov., *E. turriseiffeli*, *Cylindralithus asymmetricus* Bukry, *Cretarhabdulus crenulatus* Bram. et Mart., *T. obscurus*, *Litraphidites carniolensis* Defl., *C. litterarius*, *Broinsonia bevieri* Bukry, *Prediscosphaera cretacea* (Arck.), *Pharadolithus embergeri* (Noël), *Gartnerrago segmentatum* (Gart.).

В рассматриваемых отложениях отсутствует характерный вид *Microrhabdulus decoratus* Defl., поэтому мы выделяем слои с *G. segmentatum*.

Раннетуронский возраст этого подразделения определяется присутствием в отложениях комплекса двустворчатых головоногих, характерных для местной зоны *Inoceramus labiatus* (Гамбашидзе, 1979).

В залегающих выше по разрезу разнослоистых кремнистых известняках (40—45 м) количество кокколитофорид резко возрастает. Пачка содержит: *W. barnesae*, *Eiffellithus eximius* (Stov.), *E. turriseiffeli*, *M. tortus*, *M. decoratus*, *Tetralithus pyramidus* Gard., *T. obscurus*, *Biscutum blackii* Gard., *Zygothothus phacelosus* Bukry, *Z. compactus*, *Micula staurophora* (Gard.), *Kamptnerius magnificus* Defl., *Lithastrinus floralis* Str., *Markalius circumradiatus* Stov., *Lucianorhabdus cayeuxi* Defl. и др.

По появлению *T. pyramidus* мы выделяем зону *T. pyramidus*.

В вышележащих белых, светло-серых и розоватых известняках с красными кремнями и мергелистыми прослоями (0,5—10 см) установлен следующий комплекс нанопланктона: *W. barnesae*, *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arck.), *Cretarhabdus conicus* Bram. et Mart., *C. crenulatus*, *Ahmuellerella octoradiata* (Gorca), *Manivitella pemmatoidea* Defl. Manivit, *Lithastrinus grilli* Str., *L. floralis*, *M. staurophora*, *K. magnificus* и др.

Впервые появляющиеся *Marthasterites furcatus* (Defl.) и *Archangeliskella cymbiliformis* позволяют выделить зону *M. furcatus*.

Коньякский возраст вмещающих пород определен характерным комплексом иноцерамов, в котором присутствуют руководящие для нижнего (*Inoceramus wandereri* And.) и верхнего (*In. involutus* Sow.) подъярусов виды.

Расчленение вышележащей (150—160 м) части разреза с помощью кокколитофорид пока не удается. В серых и белых мелкозернистых известняках литографского типа продолжает существовать коньякский комплекс нанопланктона, только исчезает *M. furcatus*. По исчезновению *M. furcatus* и по появлению выше по разрезу *Tetralithus aculeus* (Strad.), выделяется сантонский ярус. Этот отрезок разреза соответствует суммарному интервалу развития заведомо сантонских двустворчатых и головоногих (*Inoceramus undulaticus* Rom. — *I. cardificus* Sow., *Bellefleuritella praequensis* Stol.).

Вышележащая часть разреза представлена среднеслоистыми, серыми и белыми микрозернистыми известняками с редкими конкрекциями дымчатых кремней и прослоями зеленоватых мергелей (20 см). Породы содержат самый богатый и разнообразный комплекс известкового нанопланктона: *Broinsonia parca* (Str.), *Micula staurophora*, *Tetralithus gothicus* Defl., *T. aculeus*, *T. trifidus* (Str.), *Lucianorhabdus maleformis* Rein., *L. cayeuxi*, *L. carniolensis*, *Braarudosphaera bigelowi* Gran. et Braarud., *B. duscule* Bram. et Braarud., *A. cymbiformis*, *E. eximius*, *E. turriseiffeli*, *C. ehrenbergi*, *P. embergeri*, *M. decoratus*, *M. tortus*, *W. barnesae*, *Tetralithus pyramidus*, *T. obscurus*, *Markalius circumradiatus*, *C. litterarius* и др. Среди них наиболее многочисленные *B. parca*, *M. staurophora*,

M. decussata, *L. cayeuxi*, *L. maleformis*, *T. trifidus*, *T. obscurus*, *A. cymbiformis*, *Braarudosphaera bigelowi*.

Наличие этого комплекса позволяет выделить в отложениях две зоны: нижнюю — *T. aculeus* и верхнюю — *T. trifidus*.

Возраст нижней зоны можно определить как кампанский, соответствующий слоям с *Microaster schroederi* и перекрывающих их слоев с *Belemnitella mucronata alfa*, верхняя же зона скорее всего должна соответствовать суммарному объему слоев с *Belemnitella mucronata parva* и зоны *Belemnitella langei*.

Следующие выше по разрезу толстослойные, массивные, белые известняки с конкрециями темно-серых и черных кремней содержат следующий комплекс: *M. staurophora*, *B. parca*, *C. litterarius*, *Tetralithus quadratus* Strad., *T. trifidus*, *M. decoratus*, *B. bigelowi*, *Z. spiralis* Bram. et Mart.

В нижней части толщи впервые появляется характерный вид *Litraphidites quadratus* Bram. et Mart., на основе чего выделяется зона *L. quadratus* в верхней части толщи, в том же комплексе выше впервые появляется *Tetralithus murus* Martini, что дает возможность установить зону *T. murus*.

Ранне маастрихтский возраст зоны *L. quadratus* определяется присутствием в отложениях богатой фауны головоногих и двусторчатых, установленных в этом интервале слоев с *Belemnella lanceolata*.

Сопутствующим макрокомплексом для нанопланктоновой зоны *T. murus* является толща слоев *Pachidiscus gollevilensis* верхнего маастрихта.

В верхней части маастрихтского яруса число кокколитофорид уменьшается, а некоторые виды исчезают совсем.

В белых, массивных известняках происходит почти полное обновление родового состава нанопланктона. Исчезают все виды за исключением *B. bigelowi*, *A. cymbiformis* и появляются новые роды и виды, характерные для датского яруса: *Coccolithus cavus* Hay et Mohl., *Biantolithus sparsus* Bram. et Mart., *Crucioplacolithus tenuis* (Str.), *Prinsius martini* (Perch-Nielsen), *Chiastozygus danicus* (Brotz.). Эти отложения входят в состав зоны *Helcoglossa danica*, выделяемой в нижней и средней части яруса северного борта Грузинской глыбы.

Установленные нами в междуречье Ингури-Риони комплексы почти идентичные таковым из верхнего мела Тrialeti (Грузинская часть Малого Кавказа), но в отличие от названной области в исследуемом районе появляются руководящие для коньяка (*M. furcatus*) и раннего маастрихта (*L. quadratus*) виды.

Поступила в редколлегию 23.12.88

**ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕЛОГИИ И ГЕОМОРФОЛОГИИ
ВЬЕНТЬЯНСКОЙ ВПАДИНЫ (ЛАОС)**

Вьентьянская впадина расположена в центральной части Лаосской Народно-Демократической республики. В геологическом и геоморфологическом отношении впадина изучена недостаточно. На схематической карте морфоструктуры Индокитая [1] и тектонической карте Лаоса видно, что Вьентьянская впадина совпадает с синклиналью, которая находится в пределах герцинской складчатой зоны, широкой полосой протягивающейся с юга на север через середину полуострова Индокитай вдоль западного края Индосинийского срединного массива [3]. Известно [4—6], что в строении Вьентьянской впадины принимают участие палеозойские и кайнозойские породы.

Породы палеозоя имеют ограниченное распространение, они прикрыты континентальными мезозойскими осадками. Кайнозой представлен плиоценово-нижнеплейстоценовыми (N_2-Q_1), средне-верхнеплейстоценовыми (Q_2-Q_3) и голоценовыми отложениями. К плиоценово-нижнеплейстоценовым отложениям относятся галечники, суглинки. Их мощность около 60—70 м. Эти отложения залегают на поверхности меловых пород и образуют надпойменную террасу, возвышающуюся над первой на 10—15 м. Средне-верхнеплейстоценовые отложения представлены песчаными глинами мощностью 7—8 м и образуют плоскую поверхность первой надпойменной террасы, которая возвышается над голоценовой террасой на 4—5 м. Современные отложения, слагающие пойму, состоят из вязких темных суглинков и глин, содержащих большое количество остатков растительности, что свидетельствует об их аллювиальном и озерно-болотном происхождении. Мощность их 0,5—2 м. На этих осадках, особенно на поймах рек Гыма и Меконга, образовались плодородные земли, дающие самую высокую урожайность в регионе.

Четвертичные отложения краевых частей впадины подстилаются коренными древними песчаниками, на которых лежат делювиальные и аллювиальные осадки. К северу, востоку и западу от р. Гыма в районе контакта равнины и горной территории, особенно в зонах педиментов и педиפלсов, четвертичные отложения малой мощности занимают ограниченную территорию. Под ними залегают продукты латеритного выветривания коренных пород.

Вследствие влияния экзогенных и эндогенных процессов, рельеф Вьентьянской впадины представлен низкорослыми, холмистыми и равнинными территориями.

Низкорослые территории ограничиваются горными цепями Пханганга, Пхуми, Кхаокхуай, охватывающими 40 % территории ре-

гиона. Они образовались в результате неотектонических поднятий и денудации мезозойских структур. В их строении главную роль играют мезозойские отложения юрской, триасовой и меловой системы. В условиях влажных тропиков и субтропиков в горных территориях формируются поверхности выравнивания незавершенного ряда (7), развиты поверхности плоскостного смыва, педименты и педилены. Педименты и педилены формируются у подножий горных цепей на западе, севере и востоке. Морфологически эти горные цепи различаются по высоте над уровнем моря, крутизне и экспозиции склонов, протяженности, степени расчлененности и др. Высота водоразделов 200—1118 м над уровнем моря. Самая высокая точка находится в горах Пхугуат на севере горной цепи Пхуми. Крутизна гор и формы их склонов тесно связаны с характером слагающих пород. Например, известняковые горы на востоке, севере обычно крутые, а горы, сложенные сланцами, песчаниками, на западе характеризуются более пологими склонами. Горы с крутыми склонами (больше 10°) на западе занимают только около 15 % территории, а на востоке — более 80 %. Горизонтальная расчлененность горных территорий находится в пределах 0—2 км/км².

Большинство холмистых территорий формируется у подножий низкогогорного рельефа, в зонах педиментов и педиленов, образующихся под влиянием денудационно-эрозионных процессов. Холмистые территории состоят из отдельных холмов и межхолмистых впадин, сложенных песками, глинами, каолинитами, железистыми конкрециями. Высоты холмов достигают 180—320 м над уровнем моря, углы склонов 3—5°, горизонтальная расчлененность 0—1,5 км/км². Площадь холмистых территорий составляет 10 % территории впадины.

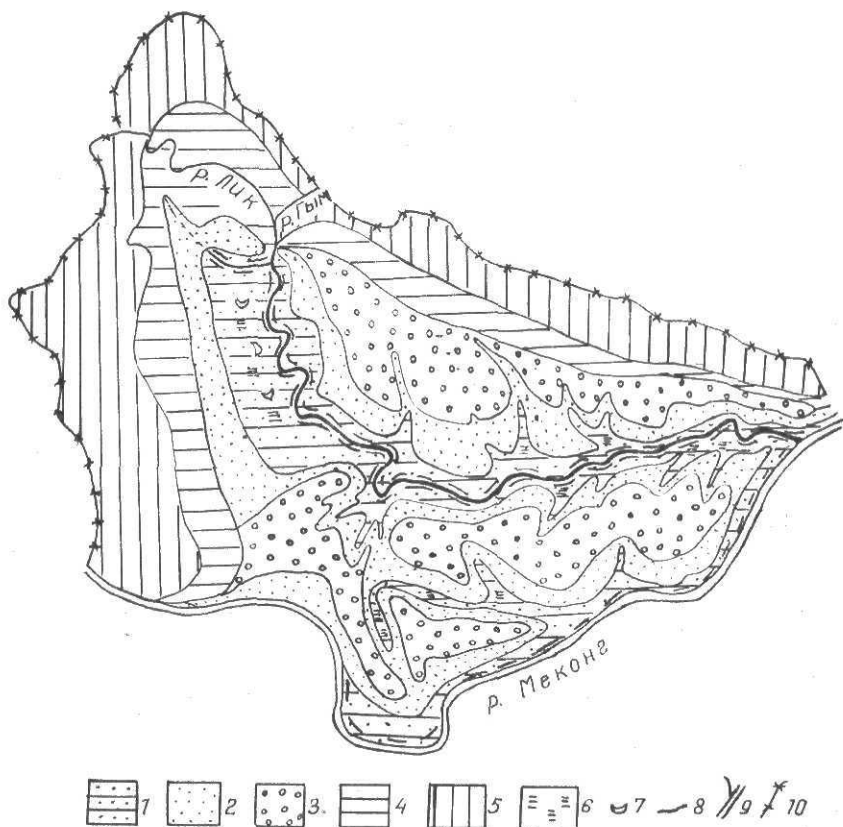
На территории Вьентьянской впадины выделяются пойма и две надпойменные террасы с углами склонов 0—3° и высотой 155—185 м над уровнем моря. Террасы занимают обширную территорию по обе стороны р. Гыма и левобережье р. Меконг и сложены аллювиальными отложениями четвертичного возраста. Пойма и первая надпойменная террасы по высоте мало различаются между собой, сложены аллювиальными отложениями Q_2 — Q_4 . На пойме часто наблюдаются старицы, заболоченные участки, озера, гривы, прирусловые валы, особенно развитые на равнинах Пхонгонга и Тхулакхома по берегам р. Гыма на севере. Пойменные террасы сложены тяжелоглинными отложениями. Река Гыма, протекающая через эти равнины, имеет широкий меандровый пояс.

Первые надпойменные террасы сложены аллювиальными отложениями Q_2 — Q_3 , высота их составляет 164—170 м над уровнем моря. Первые надпойменные террасы заняты под плантации риса и других культур, а также используются для поселения. Вторые надпойменные террасы сложены древними аллювиальными отложениями N_2 — Q_1 . Высота их 170—185 м над уровнем моря. По рельефу и возможностям хозяйственного использования они близ-

ки к холмистым территориям. Площадь равнинной территории охватывает 50 % региона.

На основании имеющегося картографического материала, литературных источников и личных наблюдений нами составлена геоморфологическая схема (рисунок).

Таким образом, в строении территории Вьентьянской впадины не присутствуют палеогеновые и миоценовые отложения. Это свидетельствует о том, что в течение палеогена произошли интен-



Геоморфологическая схема Вьентьянской впадины:
1 — пойма; 2 — первая надпойменная терраса; 3 — вторая надпойменная терраса; 4 — холмистый рельеф; 5 — низкогорный рельеф; 6 — заболоченная пойма; 7 — старица; 8 — прирусловый вал; 9 — русла рек; 10 — горный хребет

сивные тектонические поднятия региона в данные породы были смыты. В плиоценово-нижнеплейстоценовое время территория впадины опускалась и была прикрыта мощными толщами плиоценово-нижнеплейстоценовых отложений мощностью до 70 м. Под влиянием неравномерных тектонических поднятий, изменений климата и под действием силы Кориолиса были образованы три уровня террас (см. рисунок).

Список литературы: Ле Дык Ан. Генетические морфоструктурные ряды Индокитая//Геоморфология. 1984. № 1. С. 19. 2. Пхумсат Лао. Касуанг Сыкса. Вьентьян. 1985. С. 12—14. 3. Большая Советская энциклопедия. Второе издание. 1953. С. 102. 4. Ком Тхолани Ле Боге. Баокао Гиет Тху Тхык дия вуит Вьентьян. Вьентьян. 1987. С. 20. 5. Карта размещения полезных ископаемых ЛНДР/М-во геологии СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т геологии зарубеж. стран. — 1:10000000. М., 1977. 1 к. 6. Горная энциклопедия. М., 1984. Т. 1. 560 с. 7. Лезуй Бат. Структура Вьетнама и этапы ее формирования (на фоне юго-восточной Азии в целом): Автореф. дис... д-ра геол. минерал. наук. М., 1985. 29 с.

Поступила в редколлегию 03.08.88

БИОГЕОХИМИЯ

УДК 550.47:564.1

А. Н. ВАСИЛЬЕВ, Ю. А. БОРИСЕНКО

ОТРАЖЕНИЕ В ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ РАКОВИН ЭТОЛОГО-ТРОФИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ИСКОПАЕМЫХ МОЛЛЮСКОВ

Раковины моллюсков, как и всякие биогенные скелеты, представляют собой многокомпонентные и многофазовые системы, чутко реагирующие на внешние воздействия. Взаимодействие организмов в биоценозе, реакция на условия окружающей среды, постседиментационные преобразования — все это приводит к заметным изменениям химического состава скелетов.

Отмечая причины, вызывающие изменения химического состава биогенных скелетов, обычно отдают предпочтение абиотическим факторам среды: температуре, солености, обеспеченности кислородом водоемов обитания и др. [1]. В то же время роль важнейших биотических факторов, тесно связанных с абиотическими и во многом определяющих формирование и развитие биоценозов, с этой точки зрения практически не рассматривалась. Нами впервые предпринята попытка вычленить среди других и оценить влияние этолого-трофической принадлежности моллюска как фактора, контролирующего химический состав их раковин.

В качестве исходных данных использованы концентрации химических элементов в раковинах некоторых видов моллюсков из среднемиоценовых отложений Волыно-Подоллии, преимущественно из кварцевых песков подгорских слоев (верхи бадения). Сохранность раковинного материала хорошая [2]. Проба для физико-химического анализа отбиралась из части створки бивальвий, непосредственно примыкающей к брюшному краю. Для унификации отбора место взятия пробы ограничивалось частью раковины между мантийной линией и брюшным краем. У гастропод отбирался последний оборот раковины. Во всех случаях опробованию

подвергались раковины с максимальными для вида в данном тафоценозе размерами.

Пробы к анализу подготавливали путем двойного последовательного экстрагирования исходной пробы. В первую очередь производилась экстракция раковинного карбоната дистиллированной водой в течение одного часа. Часть пробы, не перешедшая в водный раствор, обрабатывалась уксусной кислотой. Водная и уксусно-кислая вытяжки рассматривались как самостоятельные пробы и анализировались отдельно методами атомной абсорбции и пламенной спектрофотометрии. Концентрации K и Na определялись на пламенном фотометре ФПЛ-1, источником возбуждения служило пламя пропан-бутан-воздух. С помощью атомно-абсорбционного анализа определяли Ca, Mg, Li и Sr спектрофотометрами С-112, С-115; при анализе на Mg, Li и Sr применялось низкотемпературное пламя пропан-бутан-воздух, для определения содержаний Ca — воздушно-ацетиленовое пламя. Для каждого из элементов, за исключением Sr и Li, получены значения концентраций в водорастворимой составляющей раковины и в карбонатной (в водорастворимой фракции Sr и Li не определены ввиду того, что их концентрации не превышают предела чувствительности анализа). Таким образом, каждая исследованная раковина характеризовалась 10 значениями концентраций: Ca_v (кальций водорастворимый), Ca_k (кальций карбонатный), Mg_v , Mg_k , Na_v , Na_k , K_v , K_k , Li, Sr. Всего проанализировано 73 пробы, усредненные результаты определений приведены в табл. 1.

Полученные результаты обработаны математически методом факторного анализа в модели главных компонент [3]. В качестве меры исходных признаков использован коэффициент корреляции Пирсона, оценивался, кроме этого, коэффициент многократной корреляции. Для установления меры сходства между объектами использовалась метрика Евклида. В качестве формализма, определяющего структуру исходных характеристик, применены нагрузки модели главных компонент. Матрица факторных нагрузок приведена в табл. 2.

Первые два фактора объясняют 64 % всей информации, содержащейся в матрице исходных данных. Аномальные значения факторов определялись для уровня надежности 0,95, т. е. им соответствовали факторные значения, превосходящие по абсолютной величине квантиль нормального распределения, — 1,96.

Первый фактор вносит около 35 % в суммарную дисперсию исследуемой выборки и характеризуется высокими положительными нагрузками для Mg_k и высокими отрицательными — для Sr и Na_v . Положительные аномальные факторные значения характерны для кальцитовых раковин устриц и пектинид, отрицательные — для арагонитовых раковин, главным образом, глицимерид и венерид. Эта закономерность, а также антагонизм в структуре фактора Mg и Sr дают основание интерпретировать этот фактор как «минералогический».

Средние содержания водорастворимых и карбонатных форм химических элементов в раковинах среднемиоценовых моллюсков

Семейство, вид	n	Ca _B	Ca _K	Mg _B	Mg _K	Na _B	Na _K	K _B	K _K	Li	Sr
Bivalvia.											
Сем. Ostreidae:											
Ostrea edulis digitalina Dub.	16	0,012	32,78	0,015	0,097	0,009	0,400	0,0016	0,0050	0,0018	0,20
Сем. Glycymeridae:											
Glycymeris pilosa deshayesi (May)	12	0,013	26,23	0,001	0,025	0,018	0,410	0,0027	0,0040	0,0022	0,30
Сем. Chlamyidae:											
Chlamys matvinae (Dub.)	5	0,007	33,60	0,021	0,078	0,004	0,430	0,0009	0,0035	0,0015	0,25
Сем. Lucinidae:											
Linga columbella (Lmk)	4	0,008	32,10	0,006	0,033	0,018	0,542	0,0012	0,0032	0,0011	0,33
Lucinoma borealis (L.)	6	0,009	32,24	0,007	0,028	0,015	0,546	0,0014	0,0038	0,0010	0,29
Сем. Veneridae:											
Venus multilamella Lmk	8	0,010	31,28	0,006	0,007	0,015	0,607	0,0013	0,0045	0,0014	0,34
Pitar rudis rudis (Poli)	3	0,009	31,10	0,003	0,007	0,012	0,502	0,0010	0,0030	0,0020	0,43
Сем. Trochidae:											
Gastropoda.											
Oxystele orientalis Cossm. et Peyr.	10	0,010	32,47	0,003	0,007	0,017	0,770	0,0010	0,0060	0,0015	0,30
Astrae meynardi (Mich.)	3	0,011	32,55	0,012	0,027	0,009	0,694	0,0012	0,0048	0,0023	0,28
Gibbula buchi (Dub.)	6	0,007	31,23	0,014	0,024	0,008	0,793	0,0010	0,0047	0,0017	0,28

Результаты применения метода главных компонент к данным по химическому составу раковин моллюсков

Элемент	Номер фактора			
	1 [34,74 %]	2 [38,84%]	3[21,74 %]	4[14,78 %]
Ca _в	0,022	—0,576	—0,286	—0,565
Ca _с	0,449	0,506	—0,076	—0,374
Mg _в	0,530	0,263	0,260	0,397
Mg _с	0,855	—0,252	0,046	0,072
Na _в	—0,640	—0,430	0,160	0,100
Na _с	—0,348	0,709	—0,474	—0,008
K _в	0,256	—0,508	—0,428	0,455
K _с	0,153	0,294	—0,708	0,069
Li	—0,037	—0,374	—0,589	0,152
Sr	—0,785	0,211	0,052	0,356

Важнейшей особенностью структуры второго фактора, отвечающего за 29 % изменчивости исследованной выборки, является противопоставление связанных форм Na, Ca, K водорастворимым. Положительные факторные значения обычны для гастропод, отрицательные — для устриц и глицимерид. Это означает, что брюхоногие моллюски, в отличие от двустворчатых, характеризуются более низкими концентрациями в раковинах легкорастворимых форм широко распространенных в морской воде ионов — Na, Ca, K и, наоборот, повышенными содержаниями их менее реактивных форм, в той или иной степени связанных в кристаллической решетке карбонатов. Относительно высокие концентрации связанных форм биологически важных элементов — Na, K могут быть признаком возросшей их роли в метаболических процессах гастропод, представленных в нашей выборке фитофагами и занимающих относительно бивальвий-фильтраторов более высокое положение в трофическом ряду. Высокие концентрации в раковинах связанного Ca, вероятно, свидетельствуют о более совершенном механизме скелетообразования у гастропод.

Оба выделенных фактора отражают с различных точек зрения таксономические особенности изученных видов и тесно связаны с их этолого-трофической специализацией. На диаграмме (рисунок), изображающей распределение объектов в плоскости двух рассмотренных факторов, отражен необычный характер изменчивости данных (значения первого фактора — ось абсцисс, второго — ось ординат).

Правый нижний квадрант диаграммы занимают представители семейств Ostreidae и Pectinidae, причем поля их пространственно обособлены друг от друга. Важнейшей чертой сходства этих семейств является кальцитовый состав раковин, но в то же время они отличаются в этологическом отношении. Устрицы — неподвижно прикрепленные сестонофаги, пектиниды пред-

ставляют собой подвижно прикрепленные или свободно перемещающиеся формы [4].

Глицимериды, в отличие от устриц и пектинид, неглубоко зарывающиеся, но имеют эндобионтные формы. Кроме того, их раковины сложены арагонитом. С другой стороны, от люцинид и ве-

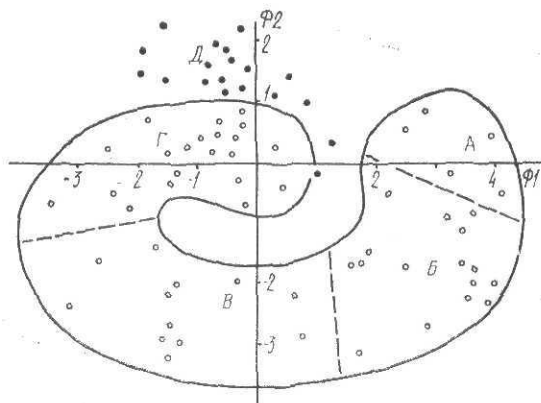


Диаграмма распределения данных по составу раковин среднемиоценовых моллюсков в плоскости двух первых факторов: А — свободно перемещающиеся бивальвии (*Chlamys*); Б — прикрепляющиеся бивальвии (*Ostrea*); В — неглубоко зарывающиеся бивальвии без сифона (*Glycymeris*); Г — зарывающиеся в различной степени бивальвии с двумя сифонами (*Venus*, *Pitar*) или с выводным сифоном и вводной слизистой трубкой (*Linga*, *Lucinoma*); Д — гастроподы-фитофаги (*Oxysteles*, *Gibbula*, *Astraea*)

нерид, также имеющих арагонитовую раковину, они отличаются отсутствием сифона. Упомянутые особенности обусловили своеобразную локализацию фигуративных точек *Glycymeris pilosa deshayesi*, они занимают левый нижний квадрант, и поле их распределения не перекрывает поля распределения значений, свойственных другим семействам.

Представители двух других семейств бивальвий — *Lucinidae* и *Veneridae* — имеют информативные точки, в основном, в левом верхнем квадранте с существенным перекрытием полей распределения. Точки люцинид расположены более компактно. Для венерид характерен широкий спектр значений, область локализации которых имеет вид слабоизогнутой полосы, проходящей через центр координат. Различия в локализации фигуративных точек люцинид и венерид, по-видимому, определяются эволютическими причинами. Представители этих семейств относятся к эндобионтным сестонофагам, но венериды обычно зарываются неглубоко, имеют два сифона, тогда как люциниды — это глубоко зарывающиеся формы с выводным сифоном и передней вводной слизистой трубкой [4].

Информативные точки гастропод располагаются преимущественно в правом верхнем квадранте диаграммы в виде компактного облака.

В целом диаграмма иллюстрирует закономерное распределение фигуративных точек бивальвий в виде спирально изогнутой полосы, части которой представлены последовательно сменяющимися полями, отражающими этологический ряд: свободно перемещающиеся — прикрепленные — неглубоко зарывающиеся (без сифона) — зарывающиеся в различной степени (с двумя сифонами или с выводным сифоном и вводной слизистой трубкой) двусторчатые моллюски.

Приведенные данные дают основание сделать вывод о заметной роли этолого-трофической специфичности моллюсков в процессах формирования химического состава их раковин. Физическое пространство, занимаемое организмом, его функциональная роль в сообществе и положение относительно градиентов внешних факторов, т. е. принадлежность к той или иной экологической нише, накладывают заметный отпечаток на процессы, контролируемые биогенное накопление химических элементов в скелетах. Очевидно, что эпифаунные бивальвии в биогеохимическом отношении более контрастны по сравнению с зарывающимися формами, принадлежащие им факторные значения обычно выше квантиля нормального распределения для уровня значимости 0,95. Для эпифаунных моллюсков взаимоотношения химических элементов в скелетах имеют сложный и неустойчивый характер, вероятно, в этом случае возрастает роль субстрата, как определяющего химизм раковин моллюсков.

Список литературы: 1. Фейцер Я. Элементы-примеси и изотопы в осадочных карбонатах//Карбонаты. М., 1987. С. 329—370. 2. Кудрин Л. Н. Стратиграфия, фауны и экологический анализ фауны палеогеновых и неогеновых отложений Предкарпатья. Львов, 1966. 174 с. 3. Переское К. Г., Клован Д. И., Реймент Д. А. Геологический факторный анализ. Л., 1980. 223 с. 4. История неогеновых моллюсков Паратетиса/Л. А. Невеская, И. А. Гончарова, Л. Б. Ильина и др. М., 1986. 208 с.

Поступила в редколлегию 30.09.88

УДК 550.47:56.074.6

А. М. КИРЮХИН, Ю. А. БОРИСЕНКО, И. П. БАЛАБАНОВ

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЧЕТВЕРТИЧНОГО СУБАКВАЛЬНОГО СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА

Детальное стратиграфическое расчленение и корреляция новейших субаквальных отложений часто затруднены из-за неоднозначности палеогеографических условий осадконакопления. Преодолеть трудности в сопоставлении разных бентосных ассоциаций призвана модель биогеохимической индикации, основанная на особенностях биогенного и абиогенного накопления химических элементов в скелетном карбонатном веществе беспозвоночных. Та-

кая модель учитывает влияние на химический состав раковинного вещества условий среды обитания, интенсивности диагенетических изменений, а также таксономического положения организма.

Методика биогеохимической индикации экологических условий седиментогенеза опробована на малакологическом материале из голоценовых отложений Пицундского шельфа Черного моря, где ранее проводились детальные инженерно-геологические изыскания, обусловленные проявлением современных активных береговых размывов, которые требовали неотложного проведения весьма трудоемких берегозащитных мероприятий. В процессе этих изысканий была создана серия детальных палеогеографических карт черноморского горизонта, отражающих кратковременные этапы трансгрессий и регрессий Черного моря в течение последних 13 тыс. лет [1]. Для их составления использованы литологические данные, и богатые палеонтологические сборы по разведочным скважинам. На основании последних выделено 10 малакофаунистических ассоциаций, которые отвечают постепенному осолонению Черноморского бассейна в новейшее время и смене пресноводной и солоноватоводной каспийской фауны — средиземноморской.

Материал был отобран из керна 5 скважин, пробуренных на побережье Пицунда—Гагра со следующей ландшафтно-фациальной привязкой: скв. 468 расположена в устье р. Жава-Квара в переходной зоне осадконакопления и вскрыла дельтовые фации; скв. 432 — на прибрежной равнине вблизи устьев малых рек; скв. 614 и 617 вскрыли осадки прибрежного шельфа, сравнительно удаленные от устьев рек; скв. 230 находится на прибрежной равнине полуострова Пицунда и наиболее удалена от разгрузки пресных водоемов. Из большого количества скважин, пробуренных при инженерно-геологических изысканиях на данном участке, выбор перечисленных скважин обусловлен полнотой фаунистического материала, непосредственно извлеченного при бурении и впоследствии сохраненного.

Пробы содержали раковины *Spisula subtruncata* и *Chione galina*. Из нижних, распресненных частей разреза (ритм 3), пробы представлены исключительно раковинами *Dreissena polymorpha*. Раковинный материал (95 проб) подвергнут спектральному анализу на 12 химических элементов, наиболее информативных в палеогеографическом отношении. Рентгеновский анализ показал, что все изученные раковины оказались чисто арагонитовыми, без малейших признаков кальцита.

Многомерный статистический анализ биогеохимических данных [2, 3] позволил выделить несколько значимых факторов, которые могут быть интерпретированы следующим образом: гидрохимический фактор с наибольшим весом отражает вклад в биоминеральную систему особенностей химизма водной среды обитания моллюсков; литогенный — влияние химизма неконсолидированного осадка на состав формирующегося скелета; сорбционно-диагенетический — объясняет процесс накопления в раковине

сорбированных компонентов, а минералогический — изоморфную примесь стронция в кристаллической структуре арагонитовых раковин. Во всех скважинах установлены сильные корреляционные связи Ca—Mg, Na, по-видимому, свойственные для карбонатного вещества раковин, Si—Al, Fe — для глинистых осадков и Pb—Cu — среди микроэлементов.

Диаграмма факторных нагрузок в плоскости первой и второй главных компонент (факторов) показала сходство «гидрохимических элементов и «минералогических» (Na, Ca, Mg, Sr). С другой стороны, «литогенные» (Fe, Si, Al) легко объединились с сорбционными (Pb, Cu, Ni). Антиподами этой ассоциации явились Mn и Ba, которые концентрируются преимущественно в осадке прибрежной зоны моря при континентальном сносе.

В координатах этих же факторов была построена диаграмма проб из различных скважин: пробы из морских фаций хорошо разграничиваются пространственно на две группы. Первая — чисто морская — объединяет пробы из скв. 230, 614, 617, вторая — дельтовая с элементами распреснения — пробы из скв. 432. Ко второй группе пространственно тяготеют пробы из нижних частей скв. 617 и 230, которые сформировались в более распресненных условиях по сравнению с вышележащей частью разреза.

Особый комментарий необходим по скв. 468, вскрывающей дельтовые фации. Лишь одна проба из семи тяготеет к полю распреснения, все же остальные располагаются в пределах проекции нормальных морских проб. Возможна следующая интерпретация этой аномалии: малая выборка проб из дельтовых фаций могла недостаточно четко обособиться в общем массиве данных, а названные 6 проб могли быть приуроченными к трансгрессивным фазам и тогда их расположение в пределах нормального морского поля диаграммы окажется вполне обоснованным.

Задача ритмостратиграфического расчленения разреза решалась с привлечением не всех исходных данных, а путём отдельного анализа по двум видам моллюсков двух скважин — 617 и 230. Выбранные скважины характеризуются наибольшей полнотой разреза по всем циклам черноморского горизонта и расположены в одной и той же палеогеографической зоне. При этом не предполагалась прямая биогеохимическая корреляция двух сходных разрезов, от стоящих достаточно далеко друг от друга, а исследовалась принципиальная возможность разграничения полей биогеохимических данных из различных стратиграфических подразделений в базисах главных компонентов. Схожесть расположения полей для двух видов моллюсков из ритмов 3—6 подтверждает такую возможность, несмотря на различие структуры факторов в разных скважинах.

Количественное изучение малых элементов в составе арагонитовых раковин двустворчатых моллюсков черноморского горизонта позволило подтвердить с помощью факторного анализа палеогеографическую обособленность отложений из района морской и аллювиальной аккумуляции. Кроме того, удалось выделить

различные по своей природе микроэлементные ассоциации в общем массиве данных.

Однако взаимоотношение в системе вода—раковина—осадок настолько сложно и динамично в каждом отдельном месте, что вклады отдельных химических элементов в факторные структуры по отдельным скважинам приобретают заметную специфичность, хотя общий смысл интерпретации сохраняется. Например, первый фактор по всем изученным скважинам с весом 33—49 % характеризует связь химизма раковины с условиями, в которых она развивалась.

Наконец, биогеохимические данные по двум видам двусторчатых моллюсков подтвердили правильность ритмостратиграфического расчленения разреза, выполненного ранее традиционными методами. Оказалось, что биогеохимия раковин имеет несомненные преимущества перед геохимией осадка. Вследствие изменчивой полиминеральности разнофациальных осадков интерпретировать особенности их геохимии несравнимо труднее, чем микрокомпонентные вариации мономинеральных скелетов беспозвоночных. Более того, в отличие от вмещающих (даже карбонатных) пород, для ископаемых органических остатков характерна относительно большая стабильность вещественного состава, обусловленная известной обособленностью отдельных кристаллов минерального скелета благодаря обволакиванию каждого из них предохраняющей органической матрицей, в результате чего проявляется и большая их сохранность при диагенезе. Именно эти особенности ископаемых остатков беспозвоночных позволяют использовать вещественный состав скелета в качестве биогеохимического индикатора окружающей среды. Осложняющим моментом может оказаться здесь лишь геохимическая особенность вещества скелетов из разных таксонов, но думается, что такое воздействие будет несущественным. Во всяком случае, наши исследования указывают на доминирующее значение абиотического контроля.

Таким образом, на данном этапе можно утверждать, что для биогеохимической индикации палеогеографических условий осадконакопления в новейшей геологической истории будут вполне достаточными данные по валовым экспрессным и массовым ракушняковым сборам без их трудоемкого систематического анализа. Предлагаемый метод может оказаться удачным дополнением к разработанной ранее методике биогеохимического определения палеогеографических условий осадконакопления [4].

Список литературы: 1. Балабанов И. П., Квирквелия В. Д., Островский А. Б. Новейшая история формирования инженерно-геологических условий и долгосрочный прогноз развития береговой зоны полуострова Пиндунда. Тбилиси, 1981. — 185 с. 2. Белонин М. Д., Голубева В. А., Скублов Г. Т. Факторный анализ в геологии. М., 1982. 269 с. 3. Йереско К. Г., Клован Д. И., Реймент Р. А. Геологический факторный анализ. Л., 1980. 223 с. 4. А. с. 1224762. Биогеохимический способ определения палеогеографических условий осадконакопления/Ю. А. Борисенко, Н. Е. Журавель, А. Н. Васильев, Н. М. Жук, А. М. Кирюхин. (СССР). № 3766935; Заявлено 05.07.84//Открытия. Изобретения. 1986. № 16. С. 199.

Поступила в редколлегию 28.12.88

УДК 553.499(477)

В. М. АРТЕМЕНКО, О. В. АРТЕМЕНКО

ДВА ТИПА ГИПОГЕННОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ЖИЛЬНОГО РТУТНО-СУРЬМЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА НИКИТОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ В ДОНБАССЕ

При прогнозировании и поисках скрытых, глубокозалегающих месторождений и рудных тел, а также при разведке нижних горизонтов разрабатываемых месторождений важно знать закономерности поведения оруденения с изменением глубины и геологической структурной обстановки. В последние годы нами получены новые данные о минералого-геохимической зональности жильных ртутно-сурьмяных рудных тел на нижних горизонтах Никитовского месторождения. Актуальность проведенных исследований определяется тем, что характеризуемое киноварь-антимонитовое оруденение является главным объектом текущей подземной добычи, а также тем, что эти руды комплексные — ртутные и сурьмяные.

Никитовское рудное поле приурочено к Главной Донецкой антиклинали. Оруденение локализовано в толще среднего карбона, слагающего Горловскую антиклиналь — структуру более низкого порядка, и представленного глинистыми сланцами, песчаниками,

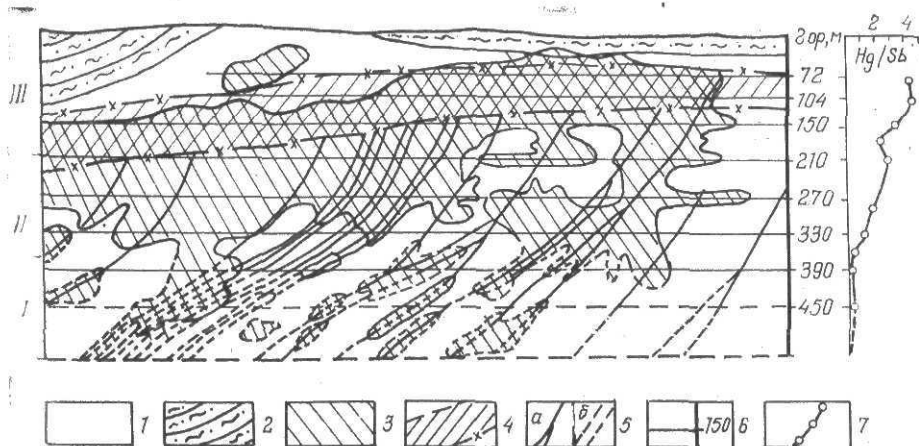


Рис. 1. Зона вертикального развития рудных тел (I—глубинная, II—переходная, III — приверхностная) в пласте софиевских песчаников в северном крыле Софиевского купола Никитовского месторождения. Песчаники:

1 — софиевские, 2 — плитчатые, 3 — промышленное штокерковое и вкрапленное ртутное оруденение по данным горных работ, 4 — проекция сместителя по разлому «Секущая», 5 — жильные ртутно-сурьмяные рудные тела (а — прослеженные горными выработками, б — прогнозируемые), 6 — шахта и разведочно-эксплуатационные горизонты, 7 — кривая соотношений Hg/Sb ртутно-сурьмяных жил

в подчиненном количестве — известняками и прослоями каменных углей. В результате промышленной разведки Софиевской рудоносной зоны месторождения на горизонтах 330, 390, 450 м глубже получены новые данные [1], которые не согласуются с существующими утверждениями о выклинивании большинства жильных тел с глубиной. Анализ пространственных условий залегания, морфологии и внутреннего строения рудных тел в песчаниках позволяет выделить три зоны — приповерхностную, переходную и глубинную (рис. 1).

В упомянутых зонах сверху вниз изменяются морфология и внутреннее строение залежей из пласто-линзообразных (штокверковых, вкрапленных) на собственно жильные, а также вещественный состав руд — из монометального ртутного становится комплексным ртутно-сурьмяным. Появляются более высокотемпературные, относительно киновари, сульфиды (сфалерит, халькопирит, висмутин, молибденит, станнин) и сульфосоли (блеклые руды, джемсонит, буланжерит, цинкениит и др.). Среди жильных минералов уменьшается роль гидрослюда, преобладают кварц, хлорит, каолинит и диккит.

Преимущественное развитие определенных минеральных ассоциаций в отдельных частях жил образует минералого-геохимическую зональность. Для рассматриваемых жильных тел характерна гипогенная зональность первого и второго рода по В. И. Смирнову [2], обусловленная закономерным изменением минерального состава в контурах этих тел. Тип зональности тектонического раскрытия (зональность первого рода) выражен различием минеральных ассоциаций в разных частях жил. Фланги, верхние части и оперение залежей имеют кварц-диккит-киноварный, кварц-киноварный состав, а центральные части жил (от центра к зальбандам) — антимонитовый, антимонит-киноварный, диккит-киноварный. На рис. 2 видно, что изгибание рудовмещающих трещин отрыва обусловлено ростом этих трещин при продолжающейся деформации сдвига. На механизм медленного тектонического раскрытия и заполнения рудной массой тектонических полостей указывает также «четковидное» строение жил.

Если зональность первого рода выделяется с определенной степенью условности, ввиду отсутствия четких признаков различных стадий минералообразования, то зональность отложения (зональность второго рода) устанавливается уверенно. Наблюдаются свидетельства этого как локальные, так и в масштабах жильного рудного тела. В жиле 11-бис (горизонт 330 м), например, в окружении брекчиевидных кварц-киноварь-антимонитовых руд (центральная часть жилы) присутствуют прожилки, симметрично выполненные антимонитом двух генераций — ранним скрытокристаллическим, затем шестоватым. Завершилось минералообразование кристаллизацией прозрачного дипирамидального кварца. В этой же жиле на горизонте 450 м видимая киноварь отсутствует.

На рис. 2 показано ограниченное развитие антимонита в оперяющих трещинах отрыва, которые несут кварц-диккит-киновар-

ную минерализацию. В мощных жилах кристаллы антимонита ориентированы под острым углом к зальбандам или вдоль жилы (параллельно сместителю) и достигают длины 15 см, а в оперяющих прожилках они перпендикулярны стенкам трещин.

Постепенное изменение соотношений киновари и антимонита по мощности, простиранию жил и с глубиной обусловлено, оче-

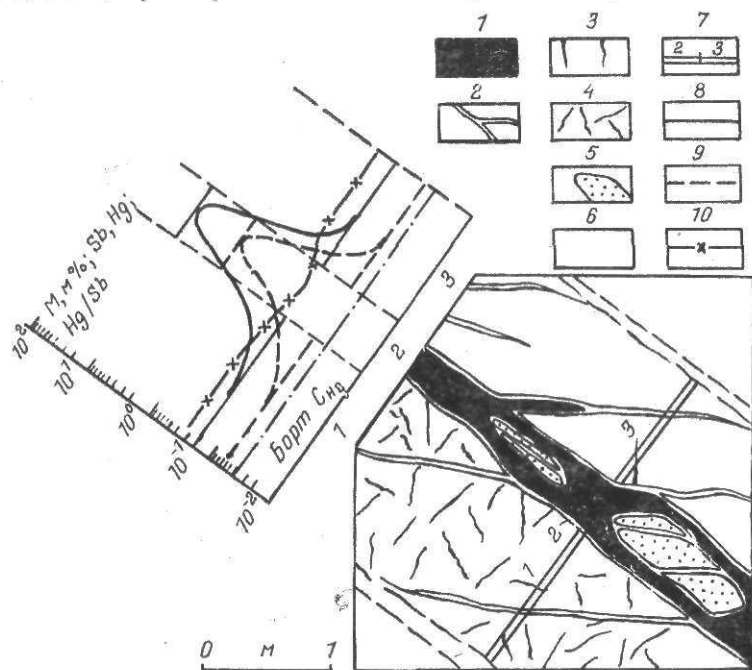


Рис. 2. Строение и геохимические параметры сурьмы и ртути жилы № 16 (гор. 390 м, X ярус)

1 — кварц-киноварь-антимонитовая зона, 2 — диксит-киноварь-кварцевые жилки оперения и зальбандов жил с антимонитом, 3 — минерализованные трещины отрыва более низкого порядка, 4 — песчаники интенсивно дробленные, 5 — обломки окварцованного песчаника в рудах, 6 — песчаник, 7 — бороздовые пробы, 8 — линейная продуктивность сурьмы, м, %, 9 — линейная продуктивность ртути, м %, 10 — показатель зональности Hg/Sb

видно, различной подвижностью соединений сурьмы и ртути в гидротермальном растворе и изменением давления и температуры в системе. Исходя из распределения концентраций ртути и сурьмы в жилах, выявлена вертикальная (поперечная) зональность распределения этих металлов. Для вычисления показателя зональности Hg/Sb привлечено свыше двух тысяч химических анализов по тринадцати жилам (№№ 4, 9-бис, 10, 10-бис, 11-бис, 15-бис, 15, 16, 23, гез. 239, 605-2 бис, ж. Кухаренко, ж. Восточная) северного крыла Софиевского купола. Усредненное отношение Hg/Sb в контурах кондиционных ртутных руд монотонно убывает с глубиной (см. рис. 1) и возрастает от центральной части жилы

в стороны висячего и лежащего боков (см. рис. 2, таблица). Значения показателя зональности Hg/Sb в жильных рудах варьируют в пределах пяти порядков, от $p \cdot 10$ до $p \cdot 10^{-3}$.

Исключением из общего правила, где величины Hg/Sb уменьшаются при удалении от жилы вкрест простирания, служат единичные жилы существенно киноварь-кварцевого состава. В остальных случаях значения показателя Hg/Sb , опережающих вкрапленно-прожилковые зоны кварц-киноварь-антимонитовых, кварц-антимонит-киноварных, кварц-антимонитовых жил, выше на один-два порядка, чем в их центральных частях (см. таблицу, рис. 2). Дан-

Распределение показателя зональности Mg/Sb в ртутно-сурьмяных жилах глубоких горизонтов северного крыла Софиевского купола

Минеральный тип жил	Значения Hg/Sb	
	в центральных частях жил	в зонах опережения жил
Кварц-киноварный	$p \cdot 10^0 - p \cdot 10$	$p \cdot 10 - p \cdot 10^{-1}$
Кварц-антимонит-киноварный, кварц-киноварь-антимонитовый	$p \cdot 10^{-1} - p \cdot 10^{-2}$	$p \cdot 10^0 - p \cdot 10$
Кварц-антимонитовый	$p \cdot 10^{-2} - p \cdot 10^{-3}$	$p \cdot 10^{-1}$

ные зависимости являются отражением зональности отложения, обусловленной различной подвижностью отдельных компонентов рудосносного раствора. Менее подвижный антимонит концентрируется в более открытых (мощных) рудоподводящих каналах (полостях), а более мобильная киноварь мигрирует в зоны более низких температур и давлений от рудоподводящей системы (кривая — рис. 1, рис. 2, таблица). Концентрация антимонита в центральных частях жил, а киновари в апофизах находят экспериментальное объяснение. Ранее [3] показано, что последовательность кристаллизации сульфидов сурьмы и ртути связана с различием их устойчивости. При совместной кристаллизации киновари и антимонита последний является устойчивой фазой в широком интервале значений pH и температур, киноварь в тех же условиях разлагается с выделением металлической ртути. Кроме того, сурьма образует с серой прочный комплекс, в результате чего раствор обедняется свободными ионами S^{2-} . Это препятствует образованию HgS и является причиной пространственно-временного разобщения сульфидов сурьмы и ртути.

Описанная зональность в распределении сурьмы и ртути в жилах глубоких горизонтов представляет, по-видимому, практический интерес. Данные бороздового опробования показывают, что концентрация антимонита исключительно в контурах кондиционных ртутных руд обеспечивает содержания сурьмы, с учетом разубоживания, свойственные рядовым сурьмяным рудам по [4].

Основные выводы сводятся к следующему. В пределах ртутно-сурьмяных жил установлена зональность отложения, выражен-

ния изменением соотношений киновари и антимонита (ртути и сурьмы) по мощности, простирацию и с глубиной. Отношение Pb/Sb монотонно убывает с глубиной и возрастает от центральных частей жил в стороны висячего и лежащего боков, а также на флангах. Данный показатель зональности следует использовать при прогнозировании, поисках и разведке жильных ртутно-сурьмяных тел в Никитовском рудном поле.

Полученные данные о концентрации сурьмы на глубоких горизонтах месторождения, присутствующей преимущественно в форме антимонита, сосредоточенного исключительно в контурах кондиционных ртутных руд в жилах, позволяют прогнозировать ресурсы сурьмы.

Список литературы: 1. Багатаев Р. М. О вертикальной зональности рудных тел в пластах песчаников на Никитовском ртутном месторождении в Донецком бассейне//Докл. АН СССР. 1987. № 2. 292. С. 419—422. 2. Смирнов В. И. Типы гипогенной зональности гидротермальных рудных тел//Генет. пробл. руд. XXI сессия МГК. М., 1960. С. 5—15. 3. Балицкий В. С., Озерова Н. А., Комова В. В. Гидротермальная кристаллизация и типоморфные особенности киновари и антимонита. М., 1983. 133 с. 4. Федорчук В. П. Геология сурьмы. М., 1985. 267 с.

Поступила в редколлегию 01.12.88

УДК 552.51

Г. В. КАРПОВА

К ВОПРОСУ О ПОСТДИАГЕНЕТИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ОСАДОЧНОМ ЧЕХЛЕ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Среди основных признаков осадочных формаций существенная роль принадлежит характеру и степени вторичных изменений [1]. Общепризнанным считается положение об усилении роли растворов и стресса при активизации тектонического режима [2]. Вторичные изменения вызывают не только структурно-текстурную перестройку осадочных пород, но и определенные процессы минералообразования, характеризующие металлогению осадочных формаций. Решение вопросов, связанных с источником рудного вещества и с характеристикой условий его перераспределения и концентрации, имеет практическое и теоретическое значение.

В данном случае удобной моделью является осадочных чехол Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ). Геологический разрез ее, общий характер вторичных изменений и формационный облик достаточно хорошо изучены, а рифтовая природа не вызывает сомнений. Промышленная нефтегазоносность ДДВ связана в основном с палеозойскими терригенными формациями [3], но углеводородные проявления характерны для всего разреза, включая кору выветривания кристаллического основания, вулканогенные, эвапоритовые и прочие разновозрастные отложения. По степени

изменения осадочные породы ДДВ принадлежат различным этапам катагенеза [4], а рудные концентрации связаны с так называемой гидротермальной минерализацией (гидротермальность понимается автором, как минералообразование из раствора без связи с магматическим процессом). Как правило, гидротермальная постдиагенетическая минерализация обусловлена трещиноватостью различных нарушенных зон в приподнятых прибортовых частях впадины и в юго-восточной ее части и в погруженных участках близ куполов и разломов. Эта минерализация распространяется не только на трещины и стилолитовые поверхности, но иногда захватывает значительные объемы цементирующихся пород.

Минеральные парагенетические ассоциации трещинного заполнения. Наиболее распространены *карбонатные* минеральные ассоциации, как чистые, так и смешанные — сульфатно-карбонатные, силикатно-карбонатные, сульфидно-карбонатные, углеводородно-карбонатные, а также минеральные ассоциации более сложного состава — углеводородно-силикатно-карбонатные, сульфидно-углеводородно-карбонатные и т. п. Размер зерен в трещинных выделениях неодинаков. Это и кристаллы до нескольких сантиметров в поперечнике (карбонаты, сульфиды), и тонкодисперсные образования. Наиболее тонкодисперсно вещество узких стилолитовых швов. Степень идиоморфизма кристаллов при достаточных размерах высока. При этом встречаются минеральные образования, которые формировались в свободном пространстве, и образования чисто матасоматического характера.

Галитовые породы. Минеральные ассоциации постдиагенетического типа описаны для разреза верхне-франской соленосной формации (глубины залегания 2061—4061 м). Вторичные изменения проявляются в деформации кристаллов галита, в исчезновении линейных следов роста, в появлении аномальной интерференции. При сохранении газово-жидких включений их криволинейное расположение фиксирует деформацию кристаллов. Первичная неоднородность, связанная с наличием терригенных примесей, которые при росте кристаллов вытесняются к границам отдельных кристаллов, сменяется неоднородностью эпигенетического типа. Сеть эпигенетических трещин различного масштаба, выполненных сульфатами, карбонатами, сульфидами и твердыми углеводородами создает различные брекчиевые структуры. Увеличение количества сингенетического ангидрита без привязки к трещинам приводит к появлению смешанной ангидрито-галитовой породы, а ангидрит эпигенетический формирует прерывистые или непрерывные оторочки вдоль зерен галита, выполняет трещины и цементирует галитовую брекчию. Постоянным минералом трещинных заполнений в галите является *анкерит*. Он также располагается по контактам галитовых зерен, выполняет трещины, а соприкасаясь с анкеритом, корродирует и замещает его. Аутигенное постдиагенетическое минералообразование в эвапоритах не ограничивается зонами трещиноватости и явно возрастает при интенсивном заносе в солеродные бассейны лирокластики. В нерастворимых остат-

ках солей устанавливаются аутигенные кварц, халцедон, кварцин, ортоклаз, альбит, анальцит, колеманит, пирит, киноварь, сфалерит, барит, хлорит магниальный, тальк, фенгит, кальцит, анкерит и другие минералы. Кроме карбонатов, сульфатов и твердых углеводородов существенным является образование каркасных силикатов. Аутигенный кварц встречается в виде идиоморфных кристаллов различного размера, халцедон и кварцин — в виде радиально-лучистых и волокнистых агрегатов. Часто образование аутигенного кварца и сферолитов халцедона на обломочном кварце, агрегаты вторичного кварца в виде друз и щеток заполняют вместе с ангидритом трещины при различных взаимозамещениях. Взаимоотношение кварца с анкеритом в трещинах различно. Встречается идиоморфный кварц, замещающий ромбоэдрический анкерит и содержащий включения анкерита, но чаще анкерит корродирует аутигенный кремнезем.

Сульфатные породы. Их первичная неоднородность проявляется в чередовании полос и участков размера и состава. При эпигенетической порфиروبластической структуре иногда порфиробласты представлены гипсом с одинаковой ориентировкой по удлинению, сохраняющими включения пойкилобластов ангидрита. При интенсивной трещиноватости наблюдается интенсивная перекристаллизация ангидрита по трещинам, а иногда векториальный рост кристаллов от стенок трещин. Ромбоэдрический анкерит может замещать ангидрит, но иногда новая генерация ангидрита обнаруживается на ромбоэдрах анкерита. В качестве постдиагенетических примесей в ангидритовых породах также встречаются кварц, халцедон, кальцит, бораты, сульфиды, цеолиты, твердые углеводороды и др. минералы, концентрация которых происходит в трещинах.

Карбонатные породы. Трещинные минеральные заполнения доломитовых и ангидрито-доломитовых девонских пород аналогичны описанным для эвапоритов, причем наиболее частой является карбонатная (анкеритовая) основа парагенетических ассоциаций. В каменноугольных карбонатных породах сульфидно-анкеритовая парагенетическая ассоциация встречается по всему разрезу (C_1 — C_3). Сульфиды представлены дисульфидами железа, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, реже киноварью и блеклыми рудами. Иногда сульфиды образуют своеобразную зону оруденения. При сульфидно-углеводородно-анкеритовой минерализации трещин и стилолитовых швов устанавливается иногда примесь минералов титана-анатаза, ильменита, что связано с резким повышением содержания титана по данным спектральных анализов. Обнаруживаются концентрации глинистых минералов смектитовой группы (силикатно-сульфидно-углеводородно-анкеритовая ассоциация в минеральном веществе стилолитового шва в известняке, Ботогойское месторождение, скв. 12, гл. 4567—4574 м, C_1). Участки, выполненные твердым битумом, прорастают анкеритом, анатазом и сульфидами.

Трещинные заполнения в *глинистых* породах выполнены кальцитом, анкеритом, баритом, сульфидами, каолинитом, диккитом, твердыми углеводородами, в глинистых пачках и прослоях эвапоритов — дополнительно галенитом и ангидритом. В глинистых породах даже на глубинах свыше 3 км также иногда сохраняются разбухающие глинистые минералы, связанные с постседиментационной переработкой неустойчивого обломочного материала, но ощутимые их концентрации связаны с трещинными заполнениями.

Алевро-песчаные породы ДДВ и их постдиагенетическая минерализация изучены хорошо, что обусловлено интересом к таким распространенным эпигенетическим образованиям, как стилолиты. Обычно развитая здесь силикатно-сульфидно-карбонатно-углеводородная парагенетическая ассоциация выполняет не только стилолитовые поверхности, но и иные разнообразные трещины, образуя и довольно большие объемы сцементированных пород. С ними связаны повышенные концентрации редких элементов [5]. Количества и размер минеральных индивидуумов позволяет составить их детальное описание. Главной особенностью всех минеральных видов является *нестабильность* их состава и *неоднородность*. Прежде всего такой неоднородностью отличается ТУВ. По данным рентгеновского анализа, физическим свойствам и ИК-спектроскопии одной из основных частей ТУВ являются кериты (типа импсонита), обычно во многих случаях они содержат примесь асфальтитов и углистой органики. Наиболее чистые по составу кериты характеризуются ИК-спектрами с двумя полосами поглощения в области $2700\text{--}3000\text{ см}^{-1}$, тремя полосами поглощения в интервале $177\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ и не менее двух полос поглощения при 760 см^{-1} и 720 см^{-1} . Обычно на ИК-спектрах есть полосы поглощения при 2000 см^{-1} и др.). Они могут соответствовать или ионам $[\text{PO}_4]$, $[\text{SO}_4]$, или каким-либо элементам металлоорганических соединений. Последнее предположение оправдывается повышенными концентрациями в ТУВ таких элементов, как Ti, Zr, Nb и другие по сравнению с вмещающими породами. В то же время можно связать повышение содержания ряда элементов в ТУВ по сравнению с вмещающей породой с присутствием аутигенных аксессуарных и породообразующих минералов. Так, по данным В. М. Тесленко и В. А. Кривошеи в стилолитовых швах осадочных пород нижнего карбона с ТУВ (глубина более 4,5 км) накапливаются Fe, Ti, Zr, Ni, V, Ca, Mg, Cr, S, Mn, K, Cu, Pb, Zn, As, Nb, Rb, Y, Ga, Th и другие элементы. Оптический и рентгеновский анализы, а также ИК-спектроскопия позволяют идентифицировать наряду с керитом такие аутигенные минералы, как анкерит, кальцит, анатаз, циркон, сфалерит (клеюфан), пирит, галенит, каолинит, диккит при практической мономинеральности отобранных проб. Кроме того «рутинный» рентгеновский анализ позволяет указывать на наличие в смесях таких аксессуарных аутигенных минералов, как альбит, парагонит, давсонит, турмалин, ксенотим, барит, целестин, халькопирит, монацит, смектит, марказит, гидрослюды, цеолиты и многие другие. Большое разнообразие минеральных

примесей и малые размеры кристаллических индивидуумов являются показателями быстрого выпадения вещества из коллоидного раствора. В то же время возможен захват раствором и аллотигенных частиц, технически чистых при характеристике газовой-водных растворов постдиагенетической минерализации имеет смысл рассмотреть достоверно аутигенные минеральные фазы.

Характер минералообразующих растворов. Постоянным индикатором газовой-водных растворов, с которыми связана постдиагенетическая трещинная минерализация, служит анкерит или, правильной, минералы типа анкерита. Анкерит — своеобразный «сквозной» минерал. Ему свойственна тройная диссоциация при $740-740^{\circ}$, $760-780^{\circ}$ и $860-900^{\circ}\text{C}$, $n=1,695-1,720$, межплоскостное расслоение $d_{104}=0,29\text{ nm}$. Состав анкерита испытывает колебания, особенно это касается железистости. Однако утверждать сейчас, что железистость анкерита увеличивается в нижних глубоких горизонтах разреза, нельзя. Не всегда, изучая анкерит, можно избавиться от примесей других карбонатов, но и мономинеральные фракции по составу неоднозначны.

Во всех случаях анкерит ведет себя очень агрессивно по отношению к другим минералам. Это наблюдается не только при трещинном заполнении, но и в цементах терригенных пород. В вулканотерригенных породах анкерит образует крупные идиоморфные кристаллы, замещающие полевые шпаты и иные минералы.

Температуры декрипитации газовой-жидких включений в анкеритах ДДВ колеблется в интервале $100-180^{\circ}$. Температуры гомотенизации (данные М. Д. Братусь, ИГ и ГИ АН СССР) — в интервале $105-155^{\circ}\text{C}$, а одним из основных компонентов включений является метан. Очевидно, что растворы, которые привели к трещинной цементации, носили углеводородно-углекислый характер. Если сравнить данные термобарометрии с полученными для жильных карбонатов складчатого Донбасса [6], то окажется, что температуры образования трещинных карбонатов осадочного чехла ДДВ совпадают с температурами катагенеза (марки углей Г, Ж, ОС), но увеличение метана в составе включений и постоянное присутствие в парагенезах керитов свидетельствует о несколько ином типе гидротермальных растворов. Как известно, современный состав подземных вод щелочно-хлоридного типа ДДВ находится в равновесии с кальцитом до глубин $3000-3500\text{ м}$. С появлением гидрокарбонатного иона кальцит растворяется, но анкерит проявляет устойчивость, которая может нарушиться только при резком увеличении концентрации углекислоты, когда можно ожидать скачкообразную смену анкерита жильным сидеритом.

В отличие от данных, полученных для Донбасса, керновый материал для ДДК не позволяет четко делить жильные заполнения по напластованию от секущих жильных заполнений.

Материал по стилолитам свидетельствует о том, что различия по составу нет в секущих стилолитах и стилолитах по напластованию. Углеводородно-углекислые флюиды ДДВ являются основной минералообразующей средой, а механизм их движения носит

на этапе, связанном с постдиагенетической минерализацией инфильтрационный характер.

Особенности вторичных изменений ДДВ. Вторичные изменения осадочных пород ДДВ прежде всего связаны с вещественным составом вертикального ряда осадочных формаций. Структурно-текстурные и минералогические изменения в породах различного вещественного состава зависят от глубины погружения, гидростатического давления и геотермического градиента. Но не менее существенным фактором вторичных изменений является давление, связанное с различными деформациями, способствующими перераспределению минерального вещества. Обычным механизмом вторичных, т. н. региональных изменений в условиях прогибов считается диффузионный механизм, при котором происходит отжимание газо-водных растворов из глинистых и малопористых горизонтов в пористые. Его принято называть элизионным, приписывать ему выпадение из раствора вторичного цементирующего минерального вещества и связывать с ним возникновение АВПД.

Интенсивная межпластовая и междуформационная миграция вещества может иметь место при активизации тектонического режима практически на любой стадии региональных изменений. Механизм переноса вещества будет, как правило, носить инфильтрационный характер и облегчается формированием трещиноватости. В ДДВ наиболее интенсивное постдиагенетическое перераспределение вещества как раз и связано с нарушенными зонами близ разломов и прикуполовых дислокаций. Образование трещин и стилолитовых швов представляет непрерывный процесс с внедрением растворов, хотя иногда трещины остаются незаполненными. Формирование стилолитов может объясняться механизмом гидро-разрыва под влиянием воздымающихся растворов. Подобная структурная и гидротермальная переработка осадочных пород по всей вероятности носит очень широкий характер и осуществляется на больших расстояниях от дислокаций, чему способствует обычное усиление стресса в глубоких горизонтах.

Активизация гидротермального процесса, как и активизация роста куполов, наличие долгоживущих разломов связано с тепловым потоком, который устанавливается в таких активных участках земной коры, как рифтовые зоны. Что касается источника вещества для гидротермальной минерализации, то очень разрозненные данные по изотопному составу кислорода и углерода карбонатов, углерода сидеритов различного фазового состава и серы сульфатов из различных частей ДДВ укладываются в те значения, которые характерны для осадочного чехла и континентальной коры. Весьма возможным источником, например, для повышенных концентраций циркония, титана, железа и ряда редких элементов с формирование в трещинах и цементах вместе с ТУВ анатаза, ильменита и другие минералов могут быть первичные повышенные концентрации устойчивых минералов типа ископаемых россыпей.

Рудогенерирующие растворы начинали формироваться на уровне региональных изменений осадочного вещества, однако их окончательное оформление и разгрузка с созданием постдиагенетических минеральных концентраций происходили (и, вероятно, происходит) под влиянием активизации тектонического режима, управляемой тепловым потоком в условиях континентального рифта. Интенсификация вторичных изменений имеет место для разновозрастных отложений в краевых частях рифта и близ дислокаций, что возможно является общей закономерностью вторичных изменений рифтовых зон [7].

Проблема вторичных изменений осадочных пород ДДВ непосредственно связана с проблемой металлогении осадочных формаций. Рудоносный битум может оказаться окончательным результатом эволюции углеводородной сферы Земли [8], а формирование рудоносных углеводородных минеральных парагенетических ассоциаций — характерной особенностью рифтового литогенеза.

Список литературы: 1. Хаин В. Е. Осадочные формации (геогенерации)//Справочник по литологии. М., 1983. С. 432—447. 2. Логвиненко П. В., Орлова Л. В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. Л., 1987. С. 237. 3. Нефтегазоносность осадочных формаций. М., 1987. 240 с. 4. Карпова Г. В., Тесленко-Пономаренко В. М. Гипогенный эпигенез и коллекторские свойства (на примере глубокозалегающих каменноугольных отложений ДДВ)//Литология и полезные ископаемые. 1978. № 5. С. 64—76. 5. Лукин А. Е. Структура и минерализация стилолитовых образований нижнекарбонатов пород ДДВ//Докл. АН УССР. 1985. Сер. Б, № 3. С. 18—21. 6. Курило М. В. Закономерности распределения и связь с рудообразованием жильных карбонатов Донбасса//Докл. АН СССР. 1986. № 1, 291. С. 202—206. 7. Бьен Неун. Литогенез, осадочные и вулканогенно-осадочные формации позднего фанерозоя Вьетнама: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Л., 1988. 29 с. 8. Соколов Б. А. Нефтегазоносность недр: новые представления//Природа. 1985. 8. С. 85—91.

Поступила в редколлегию 20.12.88

УДК 553.878(477)

В. Г. КОСМАЧЕВ, канд. геол.-минерал. наук

О ГРУППИРОВАНИИ ФОРМАЦИЙ ЮВЕЛИРНО-ПОДЕЛОЧНОГО И КОЛЛЕКЦИОННОГО ОПАЛА УКРАИНЫ ПО МИНЕРАЛОГИЧЕСКИМ И ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Опал известен на Украине в многочисленных проявлениях [1—3 и др.], образующих ряд групп, каждая из которых характеризуется сходством геологического строения входящих в нее проявлений и другими признаками, позволяющими рассматривать эти группы как формации в смысле, близком понятию о рудных формациях [4, 5]. В связи с генетической характеристикой формаций опала Украины предпринята попытка построения их классификации с применением формализованного подхода. Объектом изучения служат следующие формации и субформации опала [5]: 1 — формация гиалита; формации обычного опала кристобалит-тридимитового типа; 2 — в пустотах вулканитов, 3 — в гранитных пег-

матитах, 4 — в базальтах, 5 — в железистых кварцитах, 6 — опалолитов по вулканитам (6—1 — средним, 6—2 — кислым), 7 — в пеликанитизированных гранитоидах, 8 — унгваритизированных вулканитов, 9 — в измененных ультраосновных породах, 10 — в кремнистых песчаниках, 11 — в осадочных силицитах, 12 — туффитов, 13 — гейзеритов, 14 — опок, 15 — в грубообломочных осадочных породах; формации древесного опала кристобалит-тридимитового типа: 16 — в осадочных породах (16 — 1 — песчаных, 16—2 — карбонатных), 17 — в вулканогенно-осадочных породах (17—1 — туффитах, 17—2 — бентонитах). При их описании учитывались как минералогические свойства опала, так и геологические особенности проявлений: структурно-текстурные признаки опала (1 — гялит опал аморфного типа; 2 — древесный опал кристобалит-тридимитового типа, 3 — обычный опал того же типа); окраска (4 — бесцветный, белый, светло-серый; 5 — темно-бурый, темно-серый, черный; 6 — желтый, коричневый, красный, 7 — зеленый); причина окраски, (8 — пигментация минеральными и химическими примесями, 9 — примесью органического вещества); прозрачность (10 — прозрачный, 11 — полупрозрачный — просвечивающий, 12 — непрозрачный); пористость (13 — высокая — опал прилипает к языку, быстро впитывает каплю воды; 14 — относительно низкая), формы выделения (15 — пластовая, линзообразная; 16 — жильная, прожилковая; 17 — неправильная в цементе брекчий; 18 — неправильная, преимущественно желваковая; 19 — угловато-окатанная, унаследованная от обломков карбонатных пород в конгломератах; 20 — в виде корок с лочковидной и т. п. поверхностью; 21 — в виде опализированных обломков древесины; 22 — неправильные участки и массивы опализированных пород); парагенезис (23 — отсутствует; 24 — кварц, халцедон; 25 — кристобалит, тридимит; 26 — каолинит; 27 — нонтронит, монтмориллонит; 28 — палыгорскит, сепиолит, селадонит; 29 — гетит, гематит; 30 — пирит и другие сульфиды; 31 — алунит, барит; 32 — флюорит, рабдофанит, хлорит, содерит и др.); вмещающие опал породы (33 — интрузивные кислые; 34 — ультраосновные; 35 — вулканиты кислые; 36 — вулканиты средние; 37 — вулканиты основные; 38 — вулканогенно-осадочные; 39 — осадочные; 40 — метаморфические); тип опалообразования относительно становления вмещающих пород (41 — сингенетический, 42 — эпигенетический); преобразования осадков, определившие сингенетическое опалообразование (43 — отсутствуют, 44 — изменение вулканического пепла, 45 — перераспределение органического и хемогенного кремнезема); изменения вмещающих пород, сопровождающие эпигенетическое опалообразование (46 — отсутствуют; 47 — окремнение; 48 — окремнение и каолинитизация; 49 — окремнение, каолинитизация или монтмориллонитизация, алунитизация; 50 — нонтронитизация и лимонитизация); преимущественная опалоносность объектов (51 — высокая, 52 — средняя, 53 — низкая). Проявление свойств при описании формаций опала фиксировалось в качестве их признаков, причем присутствие свойства кодировалось — 1,

отсутствие — 0. Полученное признаковое пространство (табл. 1 — табличная форма описания формаций опала) было использовано для построения классификации.

Таблица 1

Характеристика формаций опала Украины

Формации опала	Признаки																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
4	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
5	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
6—1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
6—2	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
7	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
8	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
9	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
11	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0
12	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
13	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
14	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
15	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
16—1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
16—2	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
17—1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
17—2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Продолжение табл. 1

Формации опала	Признаки																	
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
6—1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
6—2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16—1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16—2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17—1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17—2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

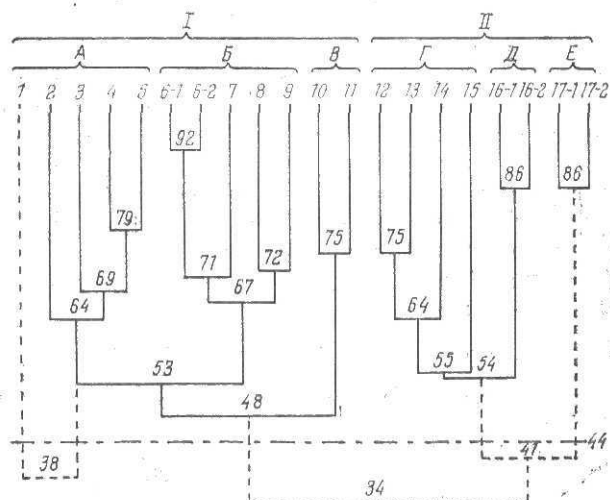
Формации опала	Признаки															
	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6—1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
6—2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
10	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
11	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
15	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
16—1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
16—2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
17—1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17—2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Из табл. 1 следует, что формации опала обладают неодинаковым сходством друг с другом. Выбор меры сходства и вся дальнейшая процедура группирования были осуществлены по методу «Класс» [6]. Результаты вычисления значений меры сходства между всеми парами формаций опала приведены в табл. 2. При этом среднее арифметическое из указанных значений составило 0,44 и было принято за критерий значимости мер сходства. Выписка номеров столбцов этой таблицы, содержащих максимальные значения меры сходства в строках, и номеров этих строк позволяет получить группировки первого этапа разбиения, которым присвоены индексы А—Е. Затем вычислены значения меры сходства между всеми парами найденных группировок первого этапа и, аналогично предыдущему, выделены группировки второго этапа разбиения — I (объединяет группировки первого этапа А, Б и В) и II (Г, Д и Е). Результаты группирования представлены в виде дендрограммы (рисунок). Она отражает следующие уровни сходства между формациями опала и их группировками: высокий (выше 0,85), на котором объединяются субформации опала; средний (0,85—0,55) — для большинства группировок первого этапа разбиения (А—Г); низкий (0,55—0,44), соответствующий группировкам второго этапа; и ниже критического значения (ниже 0,44, фиксирующий обособление формации гнаита в I группировке и формации древесного опала в вулканогенно-осадочных породах (Е) во II группировке, а также в целом I группировки от II.

Таблица 2

Значения меры сходства между формациями опала ($1 \cdot 10^{-2}$)

Формации опала	1	2	3	4	5	6-1	6-2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16-1	16-2	17-1	17-2
1	100	52	40	38	22	28	27	29	29	21	35	39	17	9	8	17	16	17	27	19
2	52	100	58	72	63	60	52	56	63	46	42	52	33	33	40	33	30	32	26	18
3	40	58	100	67	70	56	55	65	60	62	45	58	45	39	43	45	40	31	27	21
4	38	72	67	100	79	63	61	67	61	57	51	58	36	29	35	29	39	35	23	16
5	22	63	70	79	100	56	54	59	65	67	35	50	35	35	34	35	38	27	15	8
6-1	28	60	56	63	56	100	92	72	72	68	53	41	40	33	51	26	47	38	28	29
6-2	27	52	55	61	54	92	100	70	65	67	52	40	39	32	50	26	46	37	27	28
7	29	56	65	67	59	72	70	100	70	61	63	56	42	42	47	35	44	40	29	23
8	29	63	60	61	65	72	65	70	100	72	49	50	42	42	40	35	44	40	22	23
9	21	46	62	57	67	68	67	61	72	100	46	41	33	33	38	33	41	25	18	29
10	35	42	45	51	35	53	52	63	49	46	100	75	42	42	48	42	45	48	44	27
11	39	52	58	58	50	41	40	56	50	41	75	100	45	45	43	52	47	43	39	24
12	17	33	45	36	35	40	39	42	42	33	42	45	100	75	56	50	60	48	44	46
13	9	33	39	29	35	33	32	42	42	33	42	45	75	100	72	58	52	56	35	27
14	8	40	43	35	34	51	50	47	40	38	48	43	56	72	100	56	57	54	25	26
15	17	33	45	29	35	26	26	35	35	33	42	52	50	58	56	100	52	56	35	27
16-1	16	30	40	39	38	47	46	44	44	41	45	47	60	52	57	52	100	86	47	49
16-2	17	32	31	35	27	38	37	40	40	25	48	43	48	56	54	56	86	100	50	44
17-1	27	26	27	23	15	28	27	29	22	28	44	39	44	35	25	35	47	50	100	86
17-2	19	18	21	16	8	29	28	23	23	29	27	24	46	27	26	27	49	44	86	100



Классификация формаций опала Украины. Указаны значения меры сходства между объединяемыми формациями и их группировками ($1 \cdot 10^{-2}$)

Геолого-генетическая интерпретация полученной классификации может быть представлена в следующем виде,

I. Группа постмагматических и гипергенных формаций опала.

А. Класс формаций с жильным типом выделения опала в практически неизмененных магматических и метаморфических породах.

А-1. Подкласс формации гялита (1).

А-2. Подкласс формаций опала кристобалит-тридимитового типа (2, 3, 4, 5).

Б. Класс формаций с жильным (в униваритизированных вулканитах — и желваковым) типом выделения опала с существенной ролью метасоматического изменения вмещающих магматических пород.

Б-1. Подкласс формаций опала в опализированных вмещающих породах (6, 7).

Б-2. Подкласс формаций опала в преимущественно нонитронитизированных и лимонитизированных породах (8, 9).

В. Класс формаций с жильным (в осадочных силицитах — и гнездовым) типом выделения опала в осадочных породах (10, 11).

II. Группа осадочных и вулканогенно-осадочных формаций опала.

Г. Класс формаций с пластовым типом выделения опала (с прилегающей к ним формацией опала в грубообломочных осадочных породах; 12, 13, 14, 15).

Д. Класс субформаций с псевдоморфным по древесине типом выделения опала в осадочных породах (16—1, 16—2).

Е. Класс субформаций с псевдоморфным по древесине типом выделения опала в вулканогенно-осадочных породах (17—1, 17—2).

Полученная классификация формаций опала фиксирует не только степень их генетического родства, но и явление конвергенции, что объясняет совместное нахождение постмагматических и гипергенных, а также осадочных и вулканогенно-осадочных формаций в соответствующих группах и некоторых ее классах. Эта классификация может быть дополнена группой техногенных формаций с опалом в виде осколков и включений в обломках горных пород в отвалах горнодобывающих предприятий, разрабатывающих в качестве полезных ископаемых вмещающие опал породы.

Список литературы: 1. *Опали України та можливість їх використання у промисловості самоцвітів*/Т. М. Агафонова, Г. К. Гутниченко, В. В. Назаренко, Ю. В. Семенченко//Вісн. Київськ. ун-ту. Сер. геол. 1996. № 11. С. 42—49. 2. *Космачев В. Г.* Месторождения поделочного опала Украины//Геология и география Левобережной Украины. 1977. Вып. 8. С. 10—13. 3. *Космачев В. Г.* К истории и перспективам изучения ювелирно-поделочного и коллекционного опала Украины//Охрана и рациональное использование природных ресурсов и производительных сил Левобережной Украины. 1984. С. 24—26. 4. *Горжеский Д. И., Макеева И. Т.* Рудные формации. «Рудные месторождения» (Итоги науки и техники). М., 1986. 16. 124 с. 5. *Космачев В. Г.* О формациях ювелирно-поделочного и коллекционного опала Украины//Рациональное природопользование. 1988. № 325. С. 56—60. 6. *Сиротинская С. В.* Логические методы анализа геологической информации. М., 1986. 158 с.

Поступила в редколлегию 23.11.88

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ПРИРОДЫ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ГЛИНИСТОГО КОМПОНЕНТА ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ БАЛАКЛЕЙСКОГО ЦЕМЕНТНО-ШИФЕРНОГО КОМБИНАТА

Портландцементный клинкер получают в результате высокотемпературного спекания известково-глинистой шихты при температуре до 1723—1770 К. Ранее [1—3] рассмотрено влияние минеральной природы глинистых компонентов на кинетику минералообразования при обжиге сырьевой смеси. Установлено, что реакционная способность глин определяется их химическим и минеральным составом, дисперсностью и термической устойчивостью.

Основным сырьем для производства портландцементного клинкера на Балаклейском ЦШК служат меловые и глинистые породы Шебелинского месторождения. В качестве глинистой составляющей используются четвертичные бурые глины и палеогеновые глины харьковского и киевского ярусов. Изучение глин этих толщ проводилось с помощью кристаллооптического иммерсионного и дериватографического методов. При проведении гранулометрического анализа глин был использован метод липетки.

Гранулометрический состав глин Шебелинского месторождения

Размер фракций, мм	Массовая доля фракций, %										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,5—0,25	0,12	0,03	0,07	0,07	0,09	0,09	0	0	0,09	0,17	0,08
0,25—0,10	0,21	0,28	0,10	0,16	0,17	0,12	0,03	0,03	0,08	0,46	0,44
0,10—0,05	8,70	3,29	0,63	2,37	1,29	3,94	0,07	4,40	3,53	28,45	9,81
0,05—0,01	34,83	20,83	32,36	45,70	40,65	35,21	37,14	45,15	36,21	28,84	24,95
0,01—0,005	24,40	43,85	37,06	24,10	24,48	8,81	29,29	31,80	18,42	18,16	35,86
0,005—0,001	15,60	8,00	14,09	3,68	8,85	22,28	13,59	5,13	11,16	6,22	8,33
<0,001	16,14	24,00	15,65	25,92	24,47	29,55	19,35	15,49	30,52	18,00	20,53

1 — глина бурая четвертичная; 2—10 — зеленые глины харьковского яруса; 11 — глины киевского яруса (средние определения по трем пробам).

Четвертичные глины — бурые, иногда с белесыми пятнами, комковатые, обычно с примесью зерен алевроитовых и песчаных размеров (таблица), а также карбонатов (до 10—12 %). Последние представлены отдельными кристаллами или группами зерен, рассеянных в основной глинистой массе. Глинистая фракция в основном крупнодисперсная.

Под микроскопом видно, что глина представляет собой тонкоагрегатную чешуйчатую массу, окрашенную в бурые тона различной интенсивности. Бурая окраска обусловлена примесью оксидов железа. В основной глинистой массе рассеяны зерна кварца, полевых шпатов, чешуйки слюд, рудные минералы, мелкоагрегатное гумусовое вещество. Бурые глины имеют полиминеральный состав. Основными их компонентами являются монтмориллонит и гидрослюда. В качестве примеси отмечаются железистый монтмориллонит и, возможно, каолинит. В проходящем свете чешуйки глинистых минералов бесцветные или окрашены в светлые буроватые тона. Показатели преломления у бесцветных чешуек составляют $n_p=1,536-1,542$, $n_g=1,546-1,560$, у окрашенных чешуек — $n_p=1,542-1,546$, $n_g=1,570-1,592$. Судя по показателям светопреломления, окрашенные глинистые частицы представлены монтмориллонитом или железистым монтмориллонитом, а бесцветные — гидрослюдами.

Кривые нагревания бурых глин подтверждают полиминеральный состав этих пород. Здесь отмечаются три эндотермические остановки при температурах 355—503 К, 673—848 К, и 973—933 К. Первая остановка, связанная с удалением межпакетной (адсорбционной) воды, четкая и имеет многоступенчатый характер. Последнее свидетельствует о поэтапном удалении воды и характерно для полиминеральных разновидностей глин. Второй, менее интенсивный эндотермический эффект, связан с потерей конституционной воды и частичным разрушением кристаллической решетки глин. Третья остановка свидетельствует о полном разрушении кристаллической решетки глинистых минералов.

Глины харьковского яруса окрашены в зеленоватые и буровато-зеленые тона. Это плотные породы с остроугольной мелко- и крупнокусковой отдельностью, бескарбонатные, неравномерно ожелезненные, слюдястые. В верхней части разреза отмечаются прослои глинистых алевролитов. В гранулометрическом отношении харьковские глины крупно- и разнодисперсные, с примесью песчаных и алевроитовых частиц (таблица). Зерна песчано-алевролитовой размерности представлены в основном кварцем, ортоклазом, микроклином, андезином, чешуйками мусковита, редкими зернами глауконита, а также единичными зернами граната, турмалина, рутила циркона, лейкоксена.

Характерной особенностью зеленых глин является присутствие в них органических остатков, представленных спикулами кремневых губок и створками диатомей. Массовая доля органических остатков в отдельных препаратах составляет 7—20 % поля зрения.

Основная глинистая масса сложена частицами, относящимися к группе гидрослюд с различным содержанием монтмориллонита и кремнистого материала. Окраска основной глинистой массы в проходящем свете желтовато-серая, реже бесцветная или буроватая, что зависит от неравномерного пропитывания породами гидратами оксидов железа. Показатели светопреломления зеле-

ных глин колеблются в пределах $N_p=1,542-1,548$, $N_g=1,544-1,548$.

На кривых ДТА зеленых глин первый эндотермический эффект (373—523 К) — самый интенсивный, с большим числом перегибов, характерных для полиминерального состава глинистого материала (гидрослюда, монтмориллонит). Второй (673—873 К) — связан с удалением ионов OH^- из кристаллической решетки глинистых минералов и частичным ее разрушением. Третий 1123—1143 К — свидетельствует о полном разрушении структуры глинистых минералов. На кривых ДТА харьковских глин фиксируется примесь кварца, иногда — гидроксиды железа, а также органический материал.

Главными составными частями харьковских глин являются гидрослюда и монтмориллонит, возможно наличие смешанно-слоистых образований типа гидрослюда-монтмориллонит с переменным содержанием разбухающих слоев.

Глины киевского яруса — плотные известковистые породы, окрашенные в голубовато-серые и серые тона, с характерным раковистым изломом. Массовая доля кальцита в этих глинах составляет 15—18 %. По гранулометрическому составу киевские глины крупнодисперсные, с различным содержанием алевроитовой примеси (таблица). В составе глинистой фракции киевских глин установлены монтмориллонит и гидрослюда.

По сравнению с бурыми и зелеными харьковскими глинами глины киевского яруса в термическом отношении более устойчивы. Частичный и полный распад их кристаллической решетки смещается в сторону более высоких температур — 1158 К. Это смещение по-видимому связано с более высоким содержанием в киевских глинах щелоче- и магнийсодержащих соединений в составе глинистых минералов и в примесях (в особенности, в составе мусковита).

Таким образом, все 3 разновозрастные глинистые толщи отличаются друг от друга минеральным составом [4], степенью дисперсности и термической устойчивостью кристаллических структур.

Для четвертичных бурых глин основными породообразующими компонентами служат монтмориллонит и гидрослюда. В составе зеленых харьковских глин преобладают смешанно-слоистые образования типа гидрослюда-монтмориллонит с различным содержанием разбухающих слоев. В составе киевских глин преобладающими минералами являются гидрослюды и монтмориллонит.

Пелитовые фракции глин Шебелинского месторождения — полидисперсные, чаще крупно- и разномодисперсные. Глинистые породы содержат в разных количествах примесь пылеватых частиц. Присутствие в пробах глин алевроитовых частиц размером 100—500 мкм ухудшает качество сырьевой смеси, ведет к уменьшению скорости усвоения извести, в то время как наличие мелкопылеватых частиц 10—50 мкм не оказывает отрицательного влияния на качество шихты.

Минеральная и органическая примеси, отмеченные в глинах Шебелинского месторождения, по-разному влияют на их реакционную способность. Присутствие в четвертичных бурых глинах реакционного способного мелкоагрегатного растительного детрита снижает термическую устойчивость этих глин и повышает их реакционную способность. Наличие органической примеси в виде остатков спикул кремневых губок и панцирей диатомей в составе зеленых харьковских глин снижает их реакционную способность, тем самым увеличивая энергозатраты при обжиге сырьевой смеси [1, 2]. Наименее реакционноспособные среди исследованных глин — глины киевского яруса. Одним из факторов их низкой реакционной способности является содержащаяся в этих глинах минеральная примесь, в составе которой отмечается повышенное содержание мусковита.

В термическом отношении наименее устойчивыми являются бурые глины. Разрушение кристаллической решетки глинистых минералов у этих пород заканчивается при 993 К. У зеленых харьковских глин — при 1123—1143 К. Самыми устойчивыми среди исследованных пород оказались киевские глины. Распад кристаллической решетки глинистых минералов у них завершается при 1133—1158 К.

Таким образом, по степени убывания реакционной способности можно построить следующий ряд глин: бурые четвертичные — зеленые харьковские — голубовато-серые киевские.

Список литературы: 1. Бутт Ю. М., Тимашев В. В. Портландцементный клинкер. М., 1967. С. 305. 2. Бутт Ю. М., Тимашев В. В., Волков В. В. Влияние минералогического состава и структуры сырьевых компонентов на реакционную способность сырьевых смесей//Тр. НИИЦемента, М., 120. С. 82—102. 3. Кондия М. В., Никифоров Ю. В., Уголков В. Л. Влияние вещественно-минералогического состава отходов на спекаемость сырьевых смесей качество цемента//Тр. НИИЦемента, М., 1982. Вып. 69. С. 108—110. 4. Литваченко Е. И., Карпова Г. В., Додатко А. Д. Глинистые породы Украины. К., 1982. С. 248.

Поступила в редколлегию 15.12.88

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 549:522(477.54)

Ф. В. ЧОМКО, Ю. П. СОКОЛОВ

РЕГИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕВЕРО-ДОНЕЦКОГО КАРСТОВОГО РАЙОНА В ПРЕДЕЛАХ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

На территории Харьковской области широко распространены карстующиеся породы: карбонатные отложения (мел, меловой мергель, известняк, доломит) органогенного генезиса и породы хемогенной фации (гипс, ангидрит, каменная соль).

Карбонатные карстующиеся породы представлены верхнемеловыми отложениями: белый псччий мел и меловые мергели. Площадь их 25740 км², что составляет 85 % территории области. На большей части территории они перекрыты мощной толщей осадочных отложений кайнозоя и лишь в пределах бассейна р. Сев. Донец вскрываются многочисленными притоками. Глубина эрозионного вреза меловых пород достигает 50 и более метров. Мощность увеличивается с северо-востока на юго-запад, в сторону оси Днепровско-Донецкой впадины от 200—220 до 500 м. Южная граница их распространения проходит по линии Зачепилровка—Лозовая—Беляевка—Чепель—Изюм.

Разрез верхнемеловых отложений представлен однообразной толщей пород, сложенных карбонатом кальция (до 99 %) и глиной. Глинистая фракция включает, в основном, монтмориллониты; карбонат кальция — белый псччий мел и меловые мергели. Белый псччий мел относится к категории слабокарстующихся пород. Причиной его рыхлой структуры и высокой (30—54 %) пористости, что способствует быстрой потере агрессивности инфильтрующихся через мел и мергели вод и образованию рыхлых продуктов разрушения коренных пород, препятствующих движению воды по трещинам [1].

Карстопроявления в мело-мергельных породах имеют локальное распространение и отмечаются лишь на участках, где они не перекрыты водоупорными отложениями кайнозоя (Балаклейский, Волчанский, Купянский, Шевченковский, Велико-Бурлукский, Двуречанский и Изюмский районы). В местах, где меловые породы дренированы на значительную глубину и не содержат грунтовых вод, открытых карстовых форм не наблюдается.

Присутствие в меловых породах монтмориллонита, способного увеличивать объем при увлажнении, приводит к тому, что в зоне увлажнения ниже уровня подземных вод меловые мергели становятся пластичными и приобретают свойства водоупоров; процесс карстообразования в них практически прекращается.

Приведем ниже общую характеристику подземной денудации верхнемеловых отложений, основанную на анализе гидрохимических данных.

К процессам подземной денудации, наряду с формированием коры выветривания, относятся также образование карстовых пустот и полостей, расширение тектонических трещин и трещин выветривания. Наиболее интенсивно процессы подземной денудации протекают в галоидных и карбонатных породах, промываемых подземными водами, гидравлически связанными с поверхностными водоемами. Основным же природным агентом, способствующим процессам современного карстообразования карбонатных пород, являются атмосферные осадки, которые независимо от времени и места выпадения имеют, в основном, слабокислую реакцию с рН от 5,5 до 6,6 и характеризуются повышенным содержанием углекислоты. Формирование карстовых пустот в таких

условиях происходит в зоне уровня подземных вод, резко затухает с глубиной и по направлению от реки вглубь массива.

Площадь карстующихся пород верхнего мела, прикрытых кайнозойскими водонепроницаемыми отложениями, достигает 4,5 тыс. км². Средняя мощность трещиноватой зоны составляет около 0,07 км.

Таким образом, общий массив карстующихся пород верхнего мела 315 км³.

Приближенно величину подземной денудации карбонатных пород верхнего мела можно оценить по формуле [2]: $M_{п.д} = 0,315 M_r \times \times C_r$, т/км²·г, где $M_{п.д}$ — модуль подземной денудации, т/км²·г; M_r — средний модуль грунтового стока, л/с·км²; C_r — средняя минерализация грунтовых вод, мг/л.

Принимая $M_r = 4$ л/с·км² по Куделину Б. И. [3], $C_r = 1000$ мг/л, получим $M_{п.д} = 140$ т/км²·г, что при объемной массе меловых пород 2000 кг/м³ составит 70 м³/км²·г или 0,000315 км³·г со всей площади.

При этом показатель современной активности карстового процесса составит [2]:

$$A = \frac{100 \cdot 0,000315}{315} = 0,0001 \%$$

Следует учитывать, что химической суффозии сопутствует механическая суффозия, скорость ее в меловых породах может в 4—6 раз превышать скорость растворения [4] и тогда коэффициент A может приближаться к 0,005—0,0006 %.

Как видно из приведенных приближенных расчетов, современная активность карстового процесса меловых пород в целом невысокая. Однако эти процессы могут быть значительно активизированы (в 80—100 раз) при воздействии техногенного фактора: сброса агрессивных сточных вод в меловой коллектор, сооружения водохранилищ, мелиорации земель [3].

Для выявления участков наиболее активных современных процессов подземной денудации меловых пород нами предложен метод коэффициентов водной миграции ионов кальция (K_x) по водоносному горизонту трещиноватой зоны верхнемеловых отложений.

Коэффициент водной миграции определяется по формуле [5]:

$$K_x = \frac{100 \cdot m_x}{a \cdot n_x},$$

где m_x — содержание ионов кальция в воде, г/л; n_x — его кларковое содержание в земной коре (3,29 %); a — минерализация, г/л.

Коэффициент K_x характеризует интенсивность выноса ионов кальция из водовмещающего комплекса пород, находящихся в зоне активного водообмена. Его увеличение указывает на возраста-

ние выноса ионов кальция из зоны выветривания. Для территории Харьковской области фоновое значение K_x изменяется от 3 до 4, а на участках повышенной тектонической трещиноватости и обнаженных склонах, сложенных меловыми породами, достигает 5—6. Максимальные его значения отмечены на правобережных склонах р. Сев. Донец (участок Червоный Донец — Левковка).

Аномальные значения коэффициентов K_x связаны с тектоническими разломами и повышенной трещиноватостью пород, приуроченных к Шебелинской и Краснодонецкой структурам. На этом участке водоупорные отложения кайнозоя отсутствуют и атмосферные осадки свободно проникают по трещинам в меловые породы, растворяют карбонат кальция. Карстовые полости, выполненные песчаными отложениями, вскрыты скважинами в районе с. Руднево Изюмского района.

Удельные дебиты скважин колеблются от 0,41 до 11,1 л/с при средних значениях 1,5—2 л/с. Коэффициенты фильтрации верхнемеловых отложений, рассчитанные через удельный дебит и мощность водоносного горизонта, изменяются от 1,9 до 45 м/сут. Преобладают значения 6—10 м/сут.

Изучим карст тектонических разломов водораздела рр. Сев. Донец—Оскол в пределах Волчанского, Великобурлукского и Двуречанского районов. Коэффициенты водной миграции ионов кальция здесь изменяются от 0,1 до 5,0. На этом участке поверхность карстующихся пород верхнего мела достигает своих максимальных абсолютных отметок (+140—160 м) и имеет мощность 200—250 м. Верхнемеловые отложения подстилаются сокращенным разрезом сеноман-нижнемеловых и юрских отложений, залегающих на песчано-глинистых породах палеозоя. Глубина эрозионного вреза (по верхнему мелу) — 70—80 м.

В геоструктурном отношении этот район является переходной зоной от Днепровско-Донецкой впадины до Старобельско-Миллеровской моноклиналии и характеризуется активными неотектоническими проявлениями.

Гидрогеологические скважины, эксплуатирующие водоносный горизонт трещиноватой зоны верхнемеловых отложений, имеет удельные дебиты от 0,004 (практически безводных) до 5,9 л/с. Тип воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриевый или сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый (натриево-кальциевый). Общая минерализация — 9,4—2,37 г/л.

В ряде скважин (сс. Ефремовка, Дошаково, Григорьевка, Екагериновка, Зеленый Гай, Барвенково, Колодяжное и др.) отмечается повышенное содержание хлоридов и низкие значения pH (6,5—6,9). Общая жесткость — 4,7—24,15 м-эки/л. Исходя из гидрогеологической и геолого-тектонической обстановки этого района, можно сделать вывод о возможности внедрения по разломам агрессивных вод из палеозойских водоносных комплексов (карбон, пермь) в зону активного водообмена.

Низкие (0,02—0,83) значения коэффициентов водной миграции ионов кальция отмечены на водоразделе рр. Харьков—Сев. Донец (сс. Лукьянцы, Терновая, Циркуны). Здесь карстующие породы верхнего мела залегают на глубине 7—58 м; верхний водопор (глины и глинистые мергели нижекиевской подсвиты) в долинах рек эродирован и водоносный горизонт трещиноватой зоны верхнемеловых отложений гидравлически связан с водоносными горизонтами пойменной и боровой террас, а через них—с поверхностными водами. Тип воды сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый, рН 6,5—7,4; общая минерализация 0,14—0,37 г/л, общая жесткость 9,2—6 мг-экв/л.

Эта гидрохимическая аномалия не изучена.

Таким образом, мы предлагаем использовать метод коэффициентов водной миграции ионов кальция для выявления ослабленных выветриванием, подземной денудацией и тектоническими нарушениями зон в массиве карбонатных пород верхнего мела. С этой же проблемой тесно связаны и поиски наиболее обводненных участков мело-мергельных пород, путей инфильтрации загрязняющих веществ с поверхности земли и их распространение в водоносном горизонте.

С помощью этого метода на территории Харьковской области выявлены участки с аномально высокими значениями коэффициента водной миграции ионов кальция, перспективных для поисков и разведки пресных подземных вод.

Список литературы: 1. Керкис Е. Е. Методы изучения фильтрационных свойств горных пород. Л., 1975. 230 с. 2. Коротков А. И., Павлов А. Н. Гидрохимический метод в геологии и гидрогеологии. Л., 1972. 182 с. 3. Кожевникова В. Н. Методика оценки устойчивости закарстованных территорий//Инж. геология. 1984. № 2. С. 37—40. 4. Лысенко М. П. Состав и физико-механические свойства грунтов. М., 1980. 272 с. 5. Основы гидрогеологии. Гидрохимия. Новосибирск, 1982. 286 с.

Поступила в редколлегию 06.12.88

УДК 556.332.52

П. В. КЛОЧКО

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ РЕЖИМА МЕЖМЕРЗЛОТНЫХ ВОД НА УРЕНГОЙСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Уренгойское газовое месторождение, расположенное на севере Западно-Сибирской низменности и вытянутое в меридиональном направлении на 200 км, характеризуется сложными гидрогеологическими условиями, обусловленными многолетней мерзлотой. Сложное строение мерзлых толщ с наличием межмерзлотных таликов определяет многообразие условий формирования и су-

ществования подземных вод. В этих условиях большую роль в изучении подземных вод играют режимные наблюдения.

Целью проведения режимных наблюдений на Уренгойском месторождении являлись определение областей питания и разгрузки межмерзлотного водоносного горизонта, оценка взаимосвязи подземных и поверхностных вод, выяснение характера изменения естественного режима под влиянием водоотбора, определение оптимального режима эксплуатации подземных вод, обоснование граничных условий для гидродинамических расчетов, контроль за работой водозаборов, изучение изменения химического состава подземных вод и прогноз их возможного загрязнения.

Ввиду многообразия решаемых вопросов, а также в связи со сложностью проведения режимных исследований в условиях Крайнего Севера эти работы были, в основном, сосредоточены на двух типовых участках — районе городского водозабора, расположенного на юге месторождения, и районе водозабора Табьяха, который находится на севере.

Для изучения взаимосвязи подземных и поверхностных вод проводили режимные наблюдения за уровнем воды в реке в период паводка. Анализ таких графиков совместно с годовыми графиками изменения уровня подземных вод позволил дать однозначный положительный ответ на этот вопрос. Впервые такие исследования на территории Уренгойского месторождения были выполнены на участке городского водозабора [1], где изменения уровня подземных вод в прирусловой зоне и отсутствие заметных годовых колебаний уровня на участке водозабора позволили определить р. Седэ-Яху как основной источник формирования эксплуатационных запасов.

Более сложные проблемы пришлось решать при изучении межмерзлотных вод в долине р. Табьяха. Ввиду отсутствия гидрогеологической службы на месторождении и, как следствие, планомерно-организованных работ, наблюдения за режимом межмерзлотного водоносного горизонта осуществлялись периодически: в марте—апреле, когда наблюдается максимальная замкнутость водоносного горизонта и наибольшая сработка уровней; в июне—июле, когда начинается интенсивное восполнение запасов за счет инфильтрации поверхностных вод; и в сентябре—октябре, когда раскрытие водоносного горизонта достигает наибольшего значения. Данные, полученные при таком режиме наблюдений, конечно не вполне отвечают общепринятым требованиям [2], но все же являются вполне представительными, поскольку охватывают основные критические периоды сезонного изменения природных условий формирования межмерзлотных вод.

Обработка полученных данных состояла в построении графиков изменения уровней воды в скважинах и реке в абсолютных отметках, а также в аппроксимации полученных графиков полиномами третьей степени по методу наименьших квадратов. Аппроксимация функциональными зависимостями проводилась для

более точной оценки критических точек на графиках годовых колебаний уровня подземных вод, а выбор в качестве аппроксимирующей функции полинома третьей степени был обусловлен, с одной стороны, простотой получаемой зависимости, а с другой, — достаточно хорошим повторением фактического ряда замеров и возможностью оценки времени прохождения максимального подъема уровней.

Анализ изменения уровня воды в р. Табьяха и скважине 2Н, расположенной в 50 м от уреза воды, позволяет сделать вывод

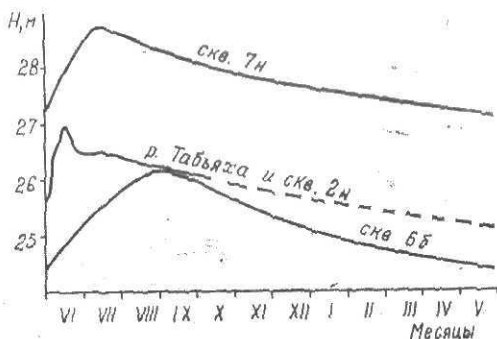


График годовых колебаний уровня подземных и поверхностных вод в районе водозабора Табьяха

о наличии гидродинамической связи подземных и поверхностных вод в прирусловой зоне водоносного горизонта. На рисунке уровень воды в реке и скважине показан одной линией, поскольку время запаздывания реакции скважины на изменение уровня воды в реке составляло всего несколько часов, а разность отметок поверхности воды не превышала 0,03 м.

При рассмотрении уровня режима подземных вод

на участке водозабора, расположенного в 700 м от р. Табьяха, и на участке в 1000 м выше по течению и на таком же расстоянии от реки, на западном участке, можно выделить как общие моменты, так и ряд существенных различий.

На рисунке представлены аппроксимированные графики для двух скважин — 6Б, расположенной на участке водозабора, и 7Н — на западном участке.

Общим для обеих территорий является резкое повышение уровней в летний период, а затем их постепенный спад.

К различиям относятся меньшая скорость подъема уровня подземных вод на участке водозабора, большая амплитуда его изменений и более низкие отметки пьезометрической поверхности (на 2,5—3 м), что объясняется наличием депрессионной воронки работающего водозабора.

Время установления максимальных уровней подземных вод на участке водозабора составило 90 сут, а на западном участке — 40 сут от начала его подъема. Анализ уровней поверхности водоносного горизонта, вскрытого на западном участке 8 поисково-разведочными скважинами, показал, что поток подземных вод направлен от водораздела к реке под углом 50—70° и характеризуется градиентом напора 0,0005—0,001.

Гидрогеохимические исследования также подтверждают направленность потока подземных вод со стороны водораздела. Так, химический состав подземных вод изменяется по величине pH,

содержанию кальция, натрия, магния, приближаясь к составу талых поверхностных вод в ручьях и озерах на водораздельных участках.

Превышение уровня подземных вод над уровнем реки на исследуемом участке, а также приведенные выше данные свидетельствуют о том, что р. Табьяха является областью разгрузки межмерзлотного водоносного горизонта, а источником питания могут быть инфильтрационные талики. Поэтому принятая ранее схема развития водоносного горизонта в виде узкой полосы (до 1000 м) вдоль реки с определяющей ролью речных вод в формировании межмерзлотных вод, составленная на основе ландшафтно-индикационного метода и геофизических исследований установкой «Гидроскоп», требует корректировки.

Таким образом, на основании режимных наблюдений на водозаборе Табьяха, проведенных в течение 1985—1988 гг., можно сделать следующие выводы.

Межмерзлотный водоносный горизонт в этом районе в плановом отношении разделяется на две зоны: зону, прилегающую к руслу реки и имеющую с рекой непосредственную связь, и зону, отделенную от первой слабопроницаемыми или даже местами полностью непроницаемыми участками под заболоченной поймой, где межмерзлотный талик может выклиниваться. Основным режимообразующим фактором для прирусловой зоны является р. Табьяха. Для остальной части водоносного горизонта источником питания служат инфильтрационные талики, расположенные вероятно в глубоких котловинах в верховьях мелких притоков р. Табьяха, возможно, в долине р. Ярояха.

В целях создания надежного источника водоснабжения газопромислов Уренгойского месторождения на базе водозабора р. Табьяха следует выявить и закартировать все инфильтрационные талики, попадающие в зону влияния водозабора, и на основе этих работ переоценить эксплуатационные запасы межмерзлотных вод, дать прогноз изменения мерзлотных условий в областях питания подземных вод и выработать соответствующие охранные мероприятия.

Список литературы: 1. Ключко П. В. Некоторые вопросы формирования межмерзлотных подземных вод Уренгойского газового месторождения//Рациональное природопользование. 1988. № 325. С. 81—83. 2. Ковалевский В. С. Исследования режима подземных вод в связи с их эксплуатацией. М., 1986. 200 с.

Поступила в редколлегию 21.12.88

И. Г. СУХНО, Б. Н. ЧОПЫК, К. М. ЗИНОВЬЕВ,
В. С. ЖАРКОВ, Г. М. ЗАХАРЧЕНКО

**УСЛОВИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ
ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ
ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ ПОВЕРХНОСТНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Территория Харьковской области расположена в восточной части Днепровско-Донецкого артезианского бассейна. Подземные воды приурочены к различным литолого-стратиграфическим комплексам осадочных пород. Особое значение для питьевого водоснабжения приобретают водоносные горизонты и комплексы кайнозоя и мезозоя, содержащие пресные воды до глубины 1000 м.

Обычно в условиях нормального залегания водовмещающих толщ и регионального распространения водоупорных пород степень защищенности от поверхностного загрязнения подземных вод с глубиной увеличивается. Эта закономерность нарушается лишь на участках брахиантиклинальных структур, купольных поднятий, гидрогеологических «окоп» в водоупорных слоях, а также открытых областей питания водоносных горизонтов и комплексов. В связи с этим актуальным и своевременным является изучение водоносных горизонтов и комплексов и их районирование по степени защищенности от поверхностного загрязнения.

Первым от поверхности местным водоупором на водораздельных участках плато и плиоценовых террас является горизонт нерасчлененной толщи красно-бурых и пестроцветных глин. На склонах плато и четвертичных террас, где пестроцветные и красно-бурые глины размыты, этот водоупор характеризуется выдержанной по мощности (20—25 м) толщей глин и глинистых мергелей нижнекиевской подовиты или корой выветривания докайнозойских отложений.

За основной критерий условий естественной защищенности подземных вод принята мощность верхнего водоупора, представленного красно-бурыми и пестрыми глинами миоцен-плиоценового возраста, глинами и глинистыми мергелями нижнекиевской подовиты, корой выветривания или зоной кольятации мезозойских и палеозойских пород. В зависимости от мощности водоупоров приняты следующие категории защищенности: защищенные при мощности местного водоупора 10 и более метров, условно защищенные и незащищенные при мощности верхнего водоупора соответственно 3—10 и менее 3 м.

Межпластовые водоносные горизонты развиты в породах от верхнего плиоцена (аллювиальные пески плиоценовых террас) до среднего карбона (песчаники, известняки).

Расчет времени (сут) и скорости (м/сут) проникновения загрязняющих веществ с поверхности земли до уровня подземных вод

Пески					Суглинки (VdI-III)					Глины красно-бурые и пестро- цветные (N_2^3, N_2, N_{1-2})					Глины и глинистые мергели нижнекиевской подсисты (P_2KV_1)				
$n = 0,35$		$K = 2m/сут$			$n = 0,43$		$K = 0,2 м/сут$			$n = 0,5$		$K = 0,005 м/сут$			$n = 0,5$		$K = 0,001 м/сут$		
3*	10	20	25	3	10	20	25	3	10	20	25	3	10	20	25	3	10	20	25
$H_0=0,5$																			
0,36 8,3	1,50 6,7	3,20 6,2	4,00 6,2	4,30 0,70	18,9 0,53	39 0,51	52 0,48	200 0,015	850 0,01	1815 0,01	2303 0,01	1011 0,03	4241 0,002	9074 0,002	11520 0,002	9074 0,002	11520 0,002		
$H_0=1,0$																			
0,28 10,7	1,43 7,0	2,96 6,8	3,81 6,56	3,48 0,86	16,35 0,61	36,4 0,55	45,2 0,55	162 0,018	761 0,013	1700 0,011	2175 0,011	793 0,0037	3800 0,0026	8470 0,002	10778 0,002	8470 0,002	10778 0,002		
$H=1,5$																			
0,23 13,0	1,18 8,5	2,76 7,24	3,60 6,9	2,91 1,00	14,9 0,67	34,2 0,58	44,2 0,56	135 0,020	697 0,014	1600 0,012	2074 0,012	672 0,044	3489 0,003	7474 0,0025	10370 0,002	7474 0,0025	10370 0,002		
$H=2,0$																			
0,20 15,0	1,12 8,9	2,67 7,5	3,37 7,6	2,49 1,20	13,8 0,72	32,7 0,61	42,6 0,61	116 0,026	641 0,016	1522 0,013	1980 0,013	580 0,05	3210 0,003	7600 0,0026	9993 0,0026	7600 0,0026	9993 0,0026		

* Расчет проведен при мощности 3, 10, 20, 25 м.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений плиоценовых террас на всей площади распространения является первым от поверхности межпластовым водоносным горизонтом, а на участках отсутствия нижнего водоупора, представленного нижнекиевскими глинами и глинистыми мергелями, он входит в состав палеоген-неогенового водоносного комплекса. Перекрывается толщей ниже- и верхнечетвертичных суглинков и ископаемых почв и горизонтом красно-бурых и пестроцветных глин. Мощность глин для территорий области неравномерна. В северо-восточных и восточных районах области, расположенных на периферийных участках Днепровско-Донецкой впадины и на юго-западных склонах Воронежского поднятия, она редко превышает 3 м, а в юго-западных и центральных районах достигает 10—20 м и более. Именно на этих участках (Шевченковский, Зачепиловский, Лозовской районы) этот водоносный горизонт защищен от источников загрязнения и частично используемый местным населением для водоснабжения; на участках частичного или полного размыва верхнего водоупора происходит местное инфильтрационное питание водоносного горизонта (комплекса) и здесь загрязняющие вещества с поверхности земли могут свободно проникать в водоносный горизонт. Время достижения загрязняющими веществами уровня подземных вод зависит от мощности зоны аэрации и литологического состава пород (таблица).

Аналитические расчеты показывают, что время проникновения загрязняющих веществ до уровня безнапорных межпластовых водоносных горизонтов при мощности верхнего водоупора (красно-бурые и пестроцветные глины) 10 м не превысит 750—800 сут, а на участках, где мощность верхнего водоупора до 3 м (условно защищенные межпластовые водоносные горизонты и комплексы), составит всего 160 сут.

Водоносный комплекс верхнекиевских, харьковских, берекских и полтавских отложений, широко развитый на рассматриваемой территории, имеет выдержанный верхний водоупор лишь в приосевой части Днепровско-Донецкой впадины, в Лозовском и Близнецовском районах области. Мощность красно-бурых и пестроцветных глин здесь на водораздельных участках плато и плиоценовых террас превышает 10 м, достигая местами 20—28 м. На склонах речных долин мощность глин резко сокращается вплоть до полного выклинивания. Таким образом этот водоносный комплекс защищен от поверхностного загрязнения лишь локально.

В северных, северо-восточных и восточных районах области верхний водоупор практически отсутствует, так как глины фациально замещаются суглинками и супесями. Водоносный горизонт приобретает характер грунтовых вод и практически становится незащищенным от источников загрязнения.

Каневско-бучакский водоносный горизонт имеет локальную гидравлическую связь с грунтовыми водами в долинах рр. Сев. Донец (пос. Савинцы), Уды, Лопань, Харьков, Орелька, Самара и другие и поэтому здесь не исключена возможность загрязнения

рассматриваемого водоносного горизонта. На остальной территории своего распространения он защищен от загрязнения водопорными глинами и глинистыми мергелями нижнекиевской под-
светы, имеющими среднюю мощность 20—25 м.

Водоносная зона трещиноватых верхнемеловых отложений распространена и имеет практическое значение для централизованного водоснабжения в пределах четвертичных террас на вышеуказанных участках эрозионного размыва нижнекиевских глин и глинистых мергелей. Верхний водопор здесь представлен зоной заиливания (кольматации) верхней, наиболее выветренной части разреза меловых пород. Защищенность водоносного горизонта в значительной мере зависит от закарстованности и трещиноватости водовмещающих пород.

В более благоприятных условиях естественной защищенности находятся водоносные комплексы и горизонты юрских и триасовых отложений. Местами на дневную поверхность они выходят в виде узких полос, оконтуривающих основные геоструктурные элементы северо-западных окраин Донбасса.

Здесь, в частности в речных долинах, где водоносные горизонты перекрыты корой выветривания или зоной кольматации и водопроницаемыми породами кайнозоя они являются первыми от поверхности межпластовыми водоносными горизонтами. Мощность коры выветривания, а также зоны кольматации не превышает 10—15 м, коэффициент фильтрации — 0,05—0,2 м/сут.

Приближенные аналитические расчеты показывают, что время, в течение которого загрязняющие вещества при вертикальной фильтрации достигнут уровня подземных вод, составляет не более 250—300 сут при самых благоприятных условиях защищенности (мощность зоны аэрации 50 м, коэффициент фильтрации зоны аэрации 0,05 м/сут, пористость 0,5, высота слоя сточных вод в водохранилище 1 м). При этом необходимо учитывать негативное техногенное воздействие сточных вод (особенно агрессивных) на физические свойства пород зоны аэрации (увеличение пористости и трещиноватости), которое способствует сокращению времени фильтрации загрязняющих веществ до уровня водоносных горизонтов межпластовых вод юрских и триасовых отложений.

Расчет произведен по формуле Цункера

$$t = -\frac{nH_0}{K_f} \left[\frac{m}{H_0} - 2,3 \lg \left(1 + \frac{m}{H_0} \right) \right], \text{ сут.}$$

Здесь n — пористость пород зоны аэрации в долях единицы; K_f — коэффициент фильтрации пород зоны аэрации, м/сут; m — мощность зоны аэрации, м; H_0 — высота слоя сточных вод в отстойнике, м.

В таблице сверху — время достижения сточными водами уровня грунтовых вод, сут; внизу — скорость продвижения сточных вод с поверхности земли до уровня грунтовых вод, м/сут.

Верхний водопор в долинах рек представлен зоной заиливания (кольматации) верхней части разреза докайнозойских отло-

жений; распространен спорадически, обуславливает местный напор. Водоносные горизонты палеозойских и мезозойских отложений рассматриваются как напорно-безнапорные, незащищенные в пределах современных и верхнечетвертичных речных террас.

Сеноман-нижнемеловой водоносный горизонт на большей части своего развития залегает на глубинах 500—1000 м, и поэтому надежно защищен от поверхностного воздействия.

В бассейне р. Орели на участках брахиантиклинальных и купольных структур сеноманские пески контактируют с каневскими и бучакскими, образуя единый водоносный комплекс, перекрытый глинами и мергелями нижнекиевской подсытки мощностью до 25 м, а на отдельных участках дополнительно и плиоцен-миоценовыми красно-бурыми и пестрыми глинами мощностью до 10 м.

В долине р. Берестовой (Медведовская структура) и в долине р. Орельки на отдельных участках сеноман-нижнемеловой водоносный горизонт имеет локальные выходы под аллювиальными четвертичными отложениями. Здесь пьезометрические уровни устанавливаются выше уровней аллювиального водоносного горизонта.

Отмеченные особенности необходимо учитывать при планировании водоохранных мероприятий по защите подземных вод, проектировании водозаборов, мелиорации земель и т. д.

Подземные воды считаются загрязненными, если показатели состава и свойств воды настолько изменяются, что они становятся частично или полностью непригодными для использования. Эти изменения происходят в результате проникновения в водоносный горизонт тех или иных химических веществ или микроорганизмов. Как правило, загрязнение вызывается антропогенным фактором. По характеру загрязнения различают загрязнение химическими веществами и загрязнение микробное. Загрязнение химическими веществами является наиболее устойчивым во времени и масштабным по площади. Оно вызывается появлением в составе подземных вод химических веществ, не свойственных данному водоносному горизонту или комплексу, сопровождается резким ухудшением их качественного состава. При этом нередко воды перестают удовлетворять предъявленным им требованиям и использование их становится вредным для человека. Загрязняющие компоненты могут поступать в подземные воды как в результате аварий систем водоотведения, так и при сбросе так называемых «условно чистых вод», прошедших очистные сооружения. Высокая степень загрязнения поверхностных вод отмечается в районе промышленных центров, где функционируют многие эксплуатационные скважины городских водозаборов, оборудованные на водоносный горизонт трещиноватой зоны верхнего мела. В условиях эксплуатации верхнемелового водоносного горизонта образуются обширные депрессионные воронки, распространяющиеся вверх по разрезу вплоть до водоносного горизонта в аллювиальных отложениях пойменных и боровых террас.

Динамические уровни устанавливаются значительно ниже уреза воды в реке, в результате чего возникает угроза вовлечения

загрязняющих веществ с поверхности земли и речных вод, загрязненных сточными водами, в систему централизованного водоснабжения города.

Сточные промышленные воды Харьковского коксохимического завода, хранящиеся в бетонных емкостях, характеризуются повышенным содержанием фенолов, летучих жирных кислот и цианидов. Фенолы и их производные являются органическими соединениями. Так как удельная масса фенолов выше удельной массы воды, они могут проникать вследствие вертикальной фильтрации до уровня местного водоупора и, концентрируясь в нижних слоях потока, образовывать шлейфы растекания.

При утечке из емкостей может возникнуть угроза латерального загрязнения подземных вод, ориентированная по направлению движения грунтового потока.

По данным Харьковской геологоразведочной экспедиции на территории области зафиксировано три локальных источника загрязнения грунтовых вод: трубопроводы Шебелинского газоперерабатывающего завода, трубопроводы Барвенковского элеватора и участок ГСМ совхоза им. Щорса.

Возможными источниками загрязнения подземных вод являются также заброшенные скважины, которых на территории области более 400. Эти скважины подлежат санитарно-техническому тампонажу по установленной форме. На территории области имеется два полигона закачки сточных вод: Первомайский химический завод и Шебелинское месторождение газа.

В настоящее время принимаются меры по защите подземных вод: сооружение противифльтрационных экранов, бурение наблюдательных скважин и прочее. Так на Граковском свинооткормочном комплексе пробурено 50 наблюдательных скважин для исследования вредного воздействия животноводческого комплекса на подземные воды. Режимные наблюдения на этом полигоне проводятся отрядом по контролю за охраной подземных вод с 1985 г.

В связи с развитием промышленного и сельскохозяйственного производства, интенсивным применением минеральных удобрений, необходимо расширение ведомственной сети режимных скважин для выявления очагов загрязнения водоносных горизонтов и контроля за качеством подземных вод.

Поступила в редколлегию 15.12.88

В. А. ТЕРЕЩЕНКО, канд. геол.-минерал. наук,
В. Н. НЕДАЙ

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ИСТОЧНИКАХ ХАРЬКОВА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

В г. Харькове и его окрестностях много источников подземных вод, большинство из которых питаются водами харьковско-верхнекиевского водоносного горизонта, разгружающегося в долинах рек и балок. Издревле воды этих источников, имеющие отличные качества, служили для питьевых и хозяйственных целей. В 70-х годах прошлого столетия Березовский источник стали использовать в бальнеологических целях, а в 80-х годах того же столетия для централизованного водоснабжения города — источники Богомолковский (Карповский), Павловский (Харьковский-1), Крестовая Криница.

В 50-годах XX столетия в качестве минеральных и столовых вод использовали источники Харьковский-1 и Харьковский-2. Разлив последней в бутылки был вскоре прекращен ввиду установленного бактериального загрязнения воды. Еще ранее по этой же причине оказались не пригодны для питьевых целей воды Богомолковского (Карповского) источника.

Эти факты указывают, что подземные воды харьковско-верхнекиевского водоносного горизонта подвержены загрязнению из поверхностных источников. По мере роста техногенной нагрузки опасность и интенсивность загрязнения возрастает. Действительно, естественная защищенность харьковско-верхнекиевского горизонта невысока, особенно в долинах рек, где он прикрыт только делювиальными и аллювиальными отложениями небольшой толщины.

С целью выяснить содержание в водах харьковско-верхнекиевского горизонта ряда тяжелых металлов, которые и сами могут быть опасными загрязнителями вод и индикаторами поступления других загрязнителей, произведено определение в водах источников концентрации Zn , Pb , Sr , Ni , Cr , Cu , Mn , Cd * (таблица).

Анализ полученных данных показывает, что указанные металлы присутствуют во всех проанализированных пробах в количествах от тысячных до десятых долей миллиграмма в литре. Ни в одном случае концентрации металлов не достигают ПДК, установленных для хозяйственно-питьевых вод.

В то же время по некоторым металлам (Cu , Pb , Ni , Zn) отмечено значительное (в 5 и более раз) увеличение их концентраций

* Определения выполнены м. н. с. Россоманский В. Л. и м. н. с. Титовой Н. П. на кафедре химической метрологии ХГУ на атомно-адсорбционном спектрофотометре «Сатурн».

Содержание металлов в воде

Источник	Время отбора пробы 1988 г.	Концентрация, мг/л									
		Fe	Co	Ni	Zn	Ca	Mn	Sr	Pb	Cr	Cu
Харьковская-1	март	0,10	0,01	0,01	0,015	0,0025	0,030	0,482	0,025	0,09	0,013
	июнь			0,02	0,008	0,001	0,002	0,464	0,050	0,07	0,005
Харьковская-2	сентябрь	0,112		0,012	0,007		не обн.		0,007	0,10	0,005
	июнь			0,028	0,007	0,001	0,020	0,456	0,017	0,15	0,015
Березовские	сентябрь	0,060		0,016	0,011		0,050		0,005	0,1	0,020
	июль			0,015	0,009	не обн.	0,070	0,288	0,012	0,07	0,045
мин. воды	сентябрь	1,50		0,008	0,005		0,150		0,005	0,1	0,005
	сентябрь			0,028	0,009	0,001	0,002	0,482	0,017	0,07	0,025
Богомоловский	сентябрь			0,01	0,013	0,0030	0,002	0,386	0,010	0,09	0,013
	март	0,10	0,01		0,010	0,002	0,002	0,438	0,012	0,07	0,025
Уборевича	июль			0,020	0,010		0,003		0,007	0,1	0,025
	сентябрь	0,037		0,016	0,007		0,252		0,025	0,09	0,025
Парк «Юность»	март	0,13	0,01	0,01	0,011	0,0030	0,310	0,394	0,022	0,07	0,030
	июль			0,050	0,013	0,002	0,750		0,010	0,1	0,005
Ак. Павлова	сентябрь	0,105		0,040	0,009	0,0030	0,002	0,508	0,015	0,12	0,013
	март	0,10	0,01	0,01	0,009	0,0030	0,006	не обн.	не обн.	0,1	0,008
Алексеевский	сентябрь	0,053		0,012	0,007		0,050	0,386	0,017	0,07	0,025
	июнь			0,028	0,011	0,001	0,131	0,007	0,1	0,005	0,017
Шестаково	сентябрь	0,235		0,016	0,007		0,008	0,377	0,022	0,07	0,005
	июль			0,042	0,028	0,001	0,014		0,007	0,1	0,005
Кураж	сентябрь	0,140		0,032	0,082	не обн.	0,002	0,526	0,022	0,15	0,017
	июль			0,015	0,015		0,003		0,010	0,1	0,005
	сентябрь	0,037		0,012	0,008						

Примечание: Hg в водах не обнаружен

по сравнению с данными, приводимыми Н. И. Дорофеевым в 1963 г* для Березовского источника.

Формирование химического состава подземных вод харьково-верхнекиевского водоносного горизонта представляет сложный естественный процесс, на который в последние десятилетия все более интенсивно накладывается влияние техногенного фактора. В результате взаимодействия инфильтрующихся вод с породами (растворение, выщелачивание, ионно-обменная адсорбция) формируется их общий гидрокарбонатный кальциевый или кальциево-магниевый состав с минерализацией 0,3—0,7 г/л. В ходе процессов разложения алюмосиликатов (глауконит, полевые шпаты) воды в ряде случаев обогащаются кремниевой кислотой, калием, закисным железом и другими элементами, в том числе и тяжелыми металлами. Фильтрация осадков через почвенные горизонты, в том числе торфяные, приводит к появлению углекислоты, гуминовых кислот, фульвокислот и других органических соединений и газов. В определенных сочетаниях эти ингредиенты в ряде случаев обуславливают высокую физиологическую активность вод, определяя их лечебные свойства.

Фильтрация через различные породы приводит к очищению воды от посторонних примесей. Однако наметившаяся тенденция увеличения концентраций тяжелых металлов и других загрязнителей в результате возрастания техногенного прессинга может привести к нарушению оптимального сочетания ингредиентов химического состава вод источников и не только свести на нет их бальнеологические свойства, но и сделать вообще непригодными для питья.

В этой связи в ряде пунктов в летнее время (июнь 1988 г.) отмечено существенное повышение концентрации некоторых металлов (свинец, цинк, хром, медь), хотя и не достигающее ПДК. Это явление совпадало с интенсивными и частыми дождями, что, вероятно, определило активный смыв загрязнителей и попадание их с инфильтрующимися водами в источники. Особенно заметно очень высокое содержание свинца (0,05 мг/л) в водах минерального источника Харьковский-1.

Исходя из изложенного выше рекомендуется: организовать постоянный контроль состава вод основных источников, определив оптимальный информативный набор компонентов; по основным источникам уточнить область их местного питания и провести очистку этих территорий от всяких источников бытового и промышленного загрязнения, по возможности разбив здесь парки и скверы.

Источники города Харькова — это бесценный дар природы, и прилежащие к ним территории должны быть превращены в парковые зоны, зоны отдыха, подобно тому, как это уже сделано в районе источников Харьковский-1, Березовский и некоторых др.

Поступила в редколлегию 24.12.88

* Зелинский Н. М. Родники здоровья «Березовские минеральные воды». Х., 1965. 115 с.

И. М. ПИЛИПЕНКО

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОХИМИИ ЖЕЛЕЗА
МЕЖМЕРЗЛОТНОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА
ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО НОВО-УРЕНГОЙСКИМ
ГОРОДСКИМ ВОДОЗАБОРОМ**

Главной проблемой качества воды водозабора города Новый Уренгой является повышенное содержание в ней железа. За трех-летний период наблюдений на некоторых скважинах отмечены концентрации 6 мг/л двухвалентного железа, что в двадцать раз превышает ПДК. Среднее значение по водозабору колеблется от 2 до 4 мг/л.

Подземные воды Ново-Уренгойского водозабора приурочены к межмерзлотному водоносному горизонту, сложенному разнозернистыми песками и алевритами некрасовской серии P_{3pk} [1]. Пробы отбирали из эксплуатационных скважин. На месте проводили анализ на двух- и трехвалентное железо (трехвалентное железо найдено только в поверхностных водах), сокращенный полевой и ионометрический анализы. Пробы, консервированные серной кислотой, анализировали в лабораториях университета на основные катионы. Содержание органики определяли прибором АКВЦ-04-ДП в институте электрохимии АН СССР. Этот прибор позволяет разделить органику на легко- (л. о.), средне- (с. о.), трудно-окисляемую (т. о.) [2].

На ЭВМ была рассчитана матрица коэффициентов парной корреляции между гидрохимическими показателями (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты парной корреляции между концентрацией железа и концентрациями характерных гидрохимических показателей в эксплуатационных скважинах городского водозабора

Время анализа	Общая минерализация	HCO_3^- Fe^{2+}	K^+ Fe^{2+}	Органика			
				л. о.	с. о.	т. о.	суммарная
	Fe^{2+}			Fe^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{2+}
15.10.87	0,39	0,70	0,34	-0,14	-0,20	-0,04	-0,13
30.03.88	-0,04	0,39	-0,37	—	—	—	—
10.06.88	0,61	0,56	0,23	-0,64	-0,61	-0,09	-0,47
15.09.88	0,82	0,20	0,78	0,67	0,57	0,37	0,72

Ответ на вопрос почему именно ионы кальция и гидрокарбонат избраны в качестве характерных, можно найти в табл. 2.

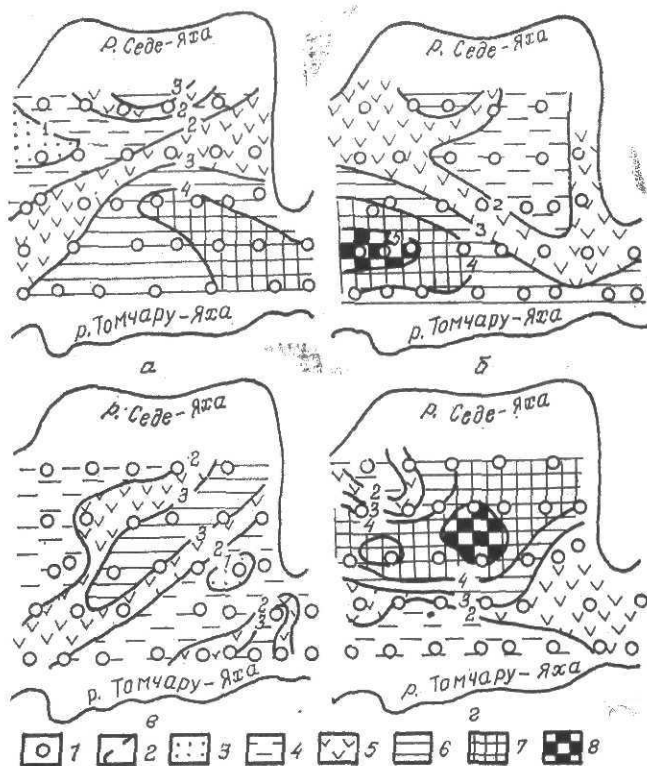
Как видно из таблицы для катионов вообще, а для калия в частности характерна высокая прямая корреляция, что указы-

Коэффициенты парной корреляции между гидрохимическими компонентами в поверхностных и подземных водах водозаборов Уренгойского газоконденсатного месторождения

Гидрохимические компоненты	$\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{HCO}_3^-}$	$\frac{\text{Cl}^-}{\text{Cl}^-}$	$\frac{\text{SO}_4^{2-}}{\text{SO}_4^{2-}}$	$\frac{\text{Na}^+}{\text{Na}^+}$	$\frac{\text{K}^+}{\text{K}^+}$	$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Ca}^{2+}}$	$\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{Mg}^{2+}}$
Коэффициенты корреляции	-0,18	0,34	-0,22	0,63	0,85	0,55	0,57

Примечание: в числителе — поверхностные воды; в знаменателе — подземные воды.

вает на решающее влияние поверхностных вод в формировании катионного состава подземных вод межмерзлотного водоносного



Схемы распределения железа по скважинам водозабора А — 15.10.87, Б — 30.03.88, В — 10.06.88, Г — 15.09.88;

1 — эксплуатационные скважины, 2 — изолинии концентраций железа, участки с концентрациями железа: 3 — 0—1 мг/л, 4 — 1—2 мг/л, 5 — 2—3 мг/л, 6 — 3—4 мг/л, 7 — 4—5 мг/л, 8 — 5—6 мг/л

горизонта. Для анионов корреляционных зависимостей нет, что позволяет предположить решающее значение процессов внутри водоносного горизонта в формировании анионного состава.

Схемы распределения железа по скважинам городского водозабора приведены для зимней, летней межени и весенних, осенних паводков (рисунок).

Зимняя межень характеризуется затрудненным питанием межмерзлотного водоносного горизонта. Концентрации железа в этот период в среднем по водозабору составили 3,9 мг/л. Минимальные концентрации — 2,4 мг/л в скважинах северо-восточного участка водозабора, максимальные — по 6 мг/л на юго-западе, со стороны регионального потока (рис. 1, б). Снижение концентрации железа происходит под влиянием вод подрусовых и пойменных таликов р. Седе-Яха. Река Том-чару-Яха, как видно из рис. 1, б, заметного воздействия не оказывает.

Летняя межень связана с сухим летом 1988 г. Средняя концентрация железа в подземных водах водозабора — 3,85 мг/л. Максимальные концентрации свыше 6 мг/л приурочены к центральной части водозабора. Минимальные — отмечены в скважинах по периметру водозабора в местах непосредственной близости от рек — до 2,2 мг/л. Все это, а также достаточно высокая прямая корреляционная зависимость между концентрациями железа и органики, имеющей поверхностное происхождение (коэффициент корреляции органики с калием — 0,51—0,77), свидетельствуют о преобладании болотного железа, попадающего в подземные воды путем инфильтрации из заболоченной поймы р. Седе-Яха, расположенной с северной стороны водозабора. На это же указывает высокая прямая корреляция между железом и калием (табл.1).

Весенний паводок обусловлен таянием снега, вскрытием и разливом рек в начале июня. Для этого периода средняя концентрация железа составила 2,19 мг/л. Высокая обратная корреляционная связь железа с л. о. и с. о. (—0,86), прямая корреляция с общей минерализацией (табл. 1), характер распределения железа по скважинам водозабора (рис. 1, в) позволяют сделать вывод о том, что воды регионального межмерзлотного потока в районе водозабора к этому времени значительно разбавлены талыми паводковыми водами. Содержание железа в некоторых скважинах по сравнению с зимним периодом сократилось в 4 раза, содержание органики увеличилось.

Повышенное содержание железа отмечено в северо-восточном направлении. Здесь оно осталось на зимнем уровне, причем эти концентрации зимой были минимальными для водозабора. Все это указывает на то, что в данном случае мы имеем дело с областью относительно замедленного водообмена.

Еще одна область повышенного содержания железа расположена на юго-востоке водозабора, где находятся самые высокодебитные скважины. Поэтому можно предположить, что в этом направлении отсутствует достаточно мощный подрусовый талик

и региональный поток подтягивается к скважинам в неразбавленном виде.

Этот вывод подтверждает картинка на начало октября 1987 г. Именно с юго-востока наблюдается подток вод с повышенным содержанием железа (рис. 1, а). Тем более, что частые дожди, повышенные уровни рек, отсутствие морозов позволяют отнести этот период времени к осеннему паводку.

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы: во-первых, общее содержание железа в подземных водах и их распределение по скважинам городского водозабора имеет четко выраженное сезонное колебание с максимумом в летнюю и зимнюю межени, минимумом в весенний и осенний паводки; во-вторых, главным источником железа в подземной воде водозабора являются воды регионального потока. Исключение составляет период летней межени, когда главный источник железа — инфильтрующиеся из поймы р. Седе-Яха болотные воды; в-третьих, разбавляющее действие для подземных вод по отношению к железу оказывают поверхностные воды рек и подрусловые потоки через подрусловые талики, а также инфильтрационные воды через сквозные окна.

Список литературы: 1. Анализ и прогноз режима работы водозабора г. Новый Уренгой и технических водозаборов УКПГ Уренгойского газоконденсатного месторождения: отчет Г. Г. Малеваный № ГР 0182. 0081548. Х., 1985. 21 с. 2. Электрохимический метод определения органического углерода в природных водах/Г. Д. Левина, Г. М. Колосова, М. М. Сенявин, Ю. Б. Васильев//Журн. аналит. химия. 1978. 33. Вып. 10. С. 2019—2025.

Поступила в редколлегию 29.11.88

УДК 691.33:551.49

Л. П. СВИРЕНКО, Л. В. ЛАПЧИНСКАЯ,
А. В. СИВЦОВА

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ И ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

В процессе промышленной деятельности человека происходит извлечение минерального вещества из глубин земли, его перераспределение по поверхности и переработка, в результате чего формируются различные химические и гидрохимические новообразования. При обогащении коксующихся и энергетических углей в нашей стране образуется ежегодно более 120 млн т отходов [1]. Выплавка чугуна и стали сопровождается выходом шлаков в количестве около 80 млн т в год [2]. Необходимость переработки и использования этих отходов диктуется не только экономическими соображениями, но и требованиями защиты окружающей среды, включая сохранение природных источников сырья.

Изучение свойств шлаков показало возможность использования их в производстве цемента, щебня, удобрения, алгоритма, при тампонировании скважин.

В СССР шлаки и углеотходы используют для строительства плотин и дамб, ограждающих накопители сточных вод, отстойники и другие промводоемы. Но взаимодействие поверхностных вод со шлаками и углеотходами, использованными для строительства гидротехнических сооружений или находящихся в отвалах, приводит к изменению их свойств [3—6].

С целью выяснения зависимости между химико-минералогическим составом шлаков и углеотходов и гидрохимическим составом фильтрующейся через них воды, и оценка этих отходов как возможного источника загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и другими вредными веществами, нами был поставлен эксперимент.

В эксперименте были использованы пробы мартеновских, конверторных и доменных шлаков нескольких металлургических предприятий Украины и пробы углеотходов с обогащательных предприятий Донецкого, Львовско-Вольнского и Печорского угольных бассейнов.

Металлургические шлаки представляют собой многокомпонентную силикатную систему, содержащую включения металлов и газов, состав которой зависит, в основном, от способа производства металла, используемой шихты, а также степени выветренности шлаков (табл. 1).

Изученные шлаки относятся к основным, у которых отношение

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} > 1.$$

Для них характерно высокое содержание кальция, железа, марганца, хрома, а для некоторых и фосфора. У отдельных шлаков отмечены повышенные концентрации ванадия, цинка, бария, стронция, циркония (см. табл.). Содержание мышьяка, ртути, вольфрама в проанализированных пробах ниже предела чувствительности метода.

В состав изученных мартеновских и конверторных шлаков входят силикаты с изолированными тетраэдрами ларнит $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$, реже γ -форма шеннонит, монтичеллит $\text{CaMg}_2\text{SiO}_4$, мервинит $\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2$, ферриты кальция CaFe_2O_4 , $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$, браунмиллерит $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$, а также глаукохронит CaMnSiO_4 , трехкальциевый силикат Ca_3OSiO_4 , твердые растворы оксидов железа, магния, марганца.

Характерными минералами фосфористых мартеновских шлаков комбината «Азовсталь» являются высокоосновные силикофосфаты типа нагельшмидтита $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}_2\text{Si}_4\text{O}_8$.

В доменном шлаке преобладают меллиты — твердые растворы окерманита $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ и геленита $\text{Ca}_2\text{AlSiO}_7$. Присутствуют также двухкальциевый силикат, ранкинит $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$, волластонит — $\alpha\text{-Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$.

Таблица 1

Химический состав металлургических шлаков

№ про- бы	Комби- нат, шлак	Основные компоненты, % по массе										
		SiO ₂	CaO	MgO	FeO	MnO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	S	P ₂ O ₅
1	«Запо- рож- сталь»: марте- новский текуще- го вы- хода	13,22	37,67	9,23	12,75	4,72	14,84	3,03	0,750	0,24	0,143	0,67
2	марте- новский отваль- ный	19,75	28,20	7,90	12,75	5,68	10,83	4,78	0,910	0,50	0,177	0,52
3	Комму- нарс- кий: марте- новский отваль- ный	21,44	27,00	11,13	12,51	4,93	5,06	4,12	0,820	—	—	0,42
4	«Азов- сталь»: доме- ный	36,30	43,40	3,92	1,06	0,90	0,16	8,44	0,03	0,30	1,46	1,04
5	марте- новский	17,80	32,24	8,00	14,15	6,34	6,60	4,09	0,440	0,37	0,112	7,35
6	конвер- торный	14,22	34,64	8,05	15,20	4,28	13,94	3,03	0,700	0,70	0,158	—
7	Ильича: конвер- торный	19,10	33,50	6,68	9,30	3,91	18,65	1,72	0,350	0,30	0,300	0,52

Продолжение табл. 1

№ про- бы	Элементы-примеси, % по массе, $n \times 10^{-3}$									
	В	V	MO	NI	Cu	Zn	Pb	Sr	Ba	Zr
1	2,0	7,5	0,3	0,9	1,5	10,0	0,5	14	20	8
2	2,1	8,0	0,2	1,6	3,2	6,3	0,8	13	25	15
3	5,5	6,8	0,2	2,8	5,4	8,0	0,5	55	32	19
4	7,5	4,5	0,2	1,2	0,5	6,3	—	90	150	11
5	5,5	35,0	0,2	3,5	2,0	8,0	—	40	20	23
6	5,5	14,0	0,3	1,5	3,6	6,3	0,5	35	25	17
7	2,3	5,8	0,3	1,5	2,0	32,0	2,0	12	15	8

Примечание: Анализ основных компонентов выполнен в лаборатории «Азовстали», элементов примесей — на кафедре общей геологии Харьковского университета.

В качестве примесей в различных шлаках встречаются сульфиды кальция и марганца, гематит, шпинели, известь. Из вторичных минералов отмечены портландит, карбонаты, гипс, кварц [7].

Отходы добычи и обогащения угля представляют собой смесь различных осадочных пород (преимущественно глинисто-алевролитовых, иногда с примесью карбонатных и песчаных), частиц угля, угольно-минеральных сростков с примесью серы, фосфора, редких, цветных металлов и других элементов. Породы каждого угольного бассейна характеризуются своими литолого-геохимическими особенностями. Им свойственна неоднородность по площади и по разрезу.

Для проведения эксперимента нами были использованы пробы пород углеотходов Донецкого, Львовско-Волынского и Печорского бассейнов, отобранные на коксохимзаводах и обогатительных фабриках (ЦОФ). Зольность пробы углеотходов Авдеевского коксохимзавода составляет 75,04 %. Днепродзержинского 78,87 %, Свердловской ЦОФ — 80,38 %, Червоноградской — 78,38 %, Печорской — 77,70 %. Содержание общей серы в этих пробах соответственно — 2,30; 1,81; 0,33; 1,26 и 3,29 %. (Определения выполнены в химической лаборатории Украинского углехимического института).

Химический состав проб по данным спектрального эмиссионного анализа представлен в табл. 2. Результаты анализа химического состава проб показали соответствие их основных компонентов (Si, Al, Ca, Mg, K) фоновым для глинистых сланцев, а по содержанию элементов-примесей имеются отличия от фоновых. Во всех пробах отмечено превышающее содержание свинца, цинка, меди, в отдельных — марганца, хрома, кобальта, скандия; мышьяк и молибден не обнаружены, следы ртути отмечены в пробах, представляющих Донецкий бассейн.

Таблица 2

Содержание химических элементов (%) в пробах углеотходов

№ пробы	Место отбора проб углеотходов	Si	Al	Ca	Mg	K	Na	Fe	Ti	P	Mn
1	Тело экспериментальной плотины Авдеевского КХЗ	28	5	1	1	2,0	0,2	2,5	0,15	0,08	0,05
2	Отвалы Днепро-дзержинского КХЗ	32	8	2	1	3,2	1,5	3,2	0,2	0,1	0,06
3	Строящаяся плотина накопителя Свердловской ЦОФ	34	8	2	2	3,2	2	3,2	0,4	0,1	0,1
4	Отвалы Червоноградской ЦОФ	32	6	0,5	0,5	4	0,3	3,2	0,4	0,08	0,06
5	Отвалы ГОФ «Капитальная»	32	4	0,5	0,5	2	0,5	2,5	0,25	0,05	0,032

№ пробы	V	Cr	Ni	Co	Cu	Zn	Pb	Li	Be	Sc	Sn	Zr	Ca	B	Sr	Ba
1	8	8	3,2	0,8	8	25	5	н. о.	0,25	0,5	0,4	5	1	8	20	50
2	8	10	6,3	4	15	15	4	6,3	1	3	0,5	25	1,5	8	40	100
3	10	15	5	2	15	63	5	5	1	4	0,63	25	2	10	40	150
4	12	10	5	1	10	32	3,2	2	0,50	1	0,5	20	1	8	15	50
5	4	6,3	2,5	1	10	15	2,5	н. о.	0,20	0,5	0,4	10	0,8	10	25	50

Примечание: Анализ выполнен на кафедре общей геологии Харьковского государственного университета. Содержание серебра во всех пробах $0,01 \times 10^{-3}$ %, следы ртути отмечены лишь в породах Донецкого бассейна. Содержание элементов от V до Ba $n \times 10^{-3}$; н. о. — не обнаружено.

Для оценки влияния шлаков и углеотходов на гидрохимические показатели контактирующей с ними воды, в том числе показатели качества источников водоснабжения и среды обитания гидробионтов, в лабораторных условиях был смоделирован процесс взаимодействия фильтрующей воды с этими материалами.

В эксперименте со шлаками в воде контролировали содержание следующих металлов: железа, хрома, марганца, меди, титана, алюминия; при взаимодействии с углеотходами — железа, хрома, свинца.

Основные гидрохимические характеристики и содержание металлов в исходной воде и в фильтрате из шлаков в начале и в конце эксперимента представлены в таблице 3.

В первые сутки взаимодействия воды со шлаками в ней установлено повышение pH до 8,40—11,55; увеличение содержания и концентрации металлов (табл. 3).

В результате контакта воды с мартеновскими и конверторными шлаками в фильтрате возросла концентрация железа, в нем появился хром, в некоторых случаях марганец и медь. Последние из названных металлов поступают в воду из доменных шлаков. Установлен вынос алюминия из всех проб шлаков.

В фильтрате зафиксированы нитраты и аммонийный азот, что может быть связано с ходом окислительно-восстановительных реакций в фильтрате, повышается его общее содержание по сравнению с исходной водой. По ходу эксперимента концентрация металлов в фильтрате снижается и к месячному сроку только в единичных пробах установлено присутствие железа, хрома, марганца и меди. Значение pH приближается к исходной и составляет 7,90—8,85. Снижение концентрации ряда компонентов в фильтрате и интенсивности выхода их из шлака в раствор связано с формированием минеральных новообразований, которые оседают на частицах шлака. В их составе преобладают карбонаты кальция; присутствуют также карбонаты железа, гидросиликаты и гидроалюминаты кальция, фосфаты и др.

Таблица 3

Изменение гидрохимических показателей воды в результате взаимодействия с металлургическими шлаками

№ пробы	Гидрохимические показатели	Исходная вода	„Запорожсталь“				Коммунальный, мартеновский, отвалный	
			мартеновский текущего выхода		мартеновский отвалный			
			1	28	1	28	1	28
1	pH	7,0	10,0	8,35	8,4	8,4	8,8	8,2
2	щелочность, мг·экв/л	6,4	4,1	4,6	8,5	6,6	5,1	6,3
3	жесткость общая, мг·экв/л	6,8	2,0	5,2	11,0	6,4	6,0	6,2
4	сухой остаток, мг/л	660,0	658,0	605,0	968,0	660,0	776,0	722,0
5	концентрация компонентов, мг/л							
5	Ca^{2+}	96,0	20,0	64,0	68,0	68,0	80,0	80,0
6	Mg^{2+}	19,2	12,0	24,0	91,2	36,0	24,0	26,4
7	Cl^-	55,0	н. о.	49,0	н. о.	45,0	н. о.	41,0
8	SO_4^{2-}	114,8	109,8	118,5	225,5	115,2	98,6	120,2
9	NO_3^-	6,0	4,8	6,8	6,4	6,8	6,4	6,8
10	NO_2^-	н. о.	0,35	0,004	0,005	0,003	5,0	0,003
11	NH_4^+	н. о.	0,08	н. о.	0,08	0,10	3,0	0,07
12	$\text{Fe}_{\text{общ.}}$	0,05	0,10	н. о.	0,10	н. о.	0,10	н. о.
13	$\text{Cr}_{\text{общ.}}$	н. о.	0,06	н. о.	0,04	н. о.	0,08	н. о.
14	Mn^{2+}	н. о.	н. о.	н. о.	сл.	сл.	сл.	сл.
15	Cu^{2+}	0,02	н. о.	н. о.	0,01	сл.	н. о.	н. о.
16	PO_4^{3-}	0,32	н. о.	0,50	0,108	0,55	н. о.	0,48
17	Al	н. о.	0,15	н. о.	0,20	н. о.	0,06	н. о.
18	Ti	н. о.	не определяли		не определяли		не определяли	
19	SiO_2	50,0	54,0	45,0	50,0	45,0	56,6	50,0

Примечание: Анализ выполнен в лаборатории Харьковской областной санитарно-эпидемиологической станции, 1,28 — время от начала эксперимента, сут; н. о. — не обнаружено, сл. — следы.

Ведущими факторами, определяющими динамику выноса компонентов из шлака в раствор и осаждения их из раствора, является расход воды, фильтрующейся через шлак и химический состав самого шлака.

Взаимодействие воды с породами-отходами углеобогащения резко изменяет гидрохимические показатели исходной воды в первые же сутки (табл. 4). Значение водородного показателя в воде снижается до 3—5 ед., количество сульфат-ионов возрастает до 2,80—3,36 г/л, железа общего — до 8000 мг/л, солей в фильт-

Изменение гидрохимических показателей воды в результате контакта с углеотходами

Гидрохимические показатели	Исходная вода	Авдеевский коксохимический завод		Днепродзержинский коксохимический завод		Свердловская ЦОФ		Червоногвардейская ЦОФ		Капитальная ЦОФ				
		1 (2)	3	3,9	3,6	5,2	9,05	9,8	1	30	1	30	1	30
pH	7,8—8,2	3	3,9	3,6	5,2	9,05	9,8	не опре- деляли	5	6,55	2,9	3,85		
ингредиент, мг/л														
SO ₄ ²⁻	159—	19180	7620	12780	4560	330	330	не опре- деляли	2820	2580	33360	15220		
NO ₃ ⁻	170	30	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	74,2	50	н. о.	2,5	н. о.		
NO ₂ ⁻	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	150	н. о.	0,4	н. о.	н. о.		
NH ₄ ⁺	н. о.	1000	260	700	4	н. о.	н. о.	н. о.	10	4	22,5	сл.		
Fe _{св.}	0,08— 0,16	5200	920	2600	280	3,6	3,6	0,39	72	0,32	8000	850		
Cr _{общ.}	н. о.	0,8	н. о.	0,32	н. о.	сл.	сл.	н. о.	0,2	н. о.	0,68	н. о.		
PВ ²⁺	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.		
сухой остаток	400— 420	34640	14400	21080	9440	3210	3210	1440	25300	2960	34680	27840		

Примечание: Анализ выполнен на кафедре общей химии Харьковского института инженеров коммунального строительства 1(2), 30 — время эксперимента в сут; сл. — следы, н. о. — не обнаружено.

рате до 21—34 г/л, появляется хром. Характерно значительное повышение содержания азота, который присутствует в форме нитратов, в аммонийной и нитритной форме, чего не было в исходной воде.

Эти изменения характерны для проб углеотходов, содержащих более 0,5 % серы. В фильтрате из пробы со Свердловской ЦОФ, где серы менее 0,5 %, происходит повышение рН до 9,05—9,80. Концентрация железа и азота повышается в меньшей степени (см. табл. 4), а аммонийный азот не обнаруживается.

Присутствие свинца ни в одной из проб фильтрата не установлено. Для загрязнений, связанных с углеотходами, характерна высокая стойкость во времени. За время эксперимента концентрация их в фильтрате снижается, но все еще намного превышает исходную.

Таким образом, результаты экспериментов показывают, что воды после контакта как со шлаками, так и с углеотходами существенно изменяют свой состав. При этом фильтрат из шлаков имеет щелочной характер, а из углеотходов, как правило, кислый. Для него характерно повышенное содержание металлов, азота, пониженное — кислорода. Попадание вод, вытекающих из отвалов или плотин, сложенных отходами, в природные водоемы или водотоки, влияет на их гидрохимическую характеристику и ухудшает объективное состояние водных объемов как среды обитания тех или иных биоценозов. При этом следует учитывать, что живые организмы различной таксономической принадлежности являются более чувствительными к присутствию в воде загрязнителей, чем человек.

Для сохранения природных экосистем, влияющих также и на формирование качества воды в водоемах, стоки после контакта с отходами углеобогащения и шлаками не должны поступать в водные объекты без предварительной очистки.

Список литературы: 1. *Рекомендации по использованию отходов углеобогащения для строительства плотин.* М., 1985. 34 с. 2. *Вторичные материальные ресурсы черной металлургии: шлаки, шламы, отходы обогащения железных и марганцевых руд, отходы коксохимической промышленности, железный купорос (образование и использование): Справочник.* М., 1986. Т. 2. 344 с. 3. *Алексеев Г. П., Бердавец Д. Б., Лапицкий С. А.* Распределение компонентов-загрязнителей в поверхностных водах и почвенно-грунтовой толще (на примере Кимовского угольного разреза)//Гидрогеолог. и инженерно-геолог. аспекты охраны геолог. среды и водных ресурсов. М., 1985. С. 56—61. 4. *Иванченко Г. Д., Спирин Л. Н.* Влияние отработанной шахты им. В. П. Чкалова на окружающую среду//Геология поисков и разведка горючих ископаемых. Тр. Перм. политех. ин-та. 1983. С. 118—121. 5. *Абрамович Г. В.* Защита водного бассейна при переработке металлургических шлаков//Тр. Урал. научно-исслед. ин-та черных металлов. 1977. С. 32—35. 6. *Development of Dusting Prevention stabilizer for Stainless steel Slag/A. Seki, Y. Asa, M. Okubo e. a.//Kawasaki Steel Technical Report.* 1986. N 15. P. 16—21. 7. *Свиренко Л. П., Спирин Ю. А., Плетнев О. А.* Минералогический состав и гидравлическая активность отвалных сталеплавильных шлаков//Тр. Урал. научно-исслед. ин-та черных металлов. 1978. С. 23—29.

Поступила в редколлегию 14.05.88

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ ХАРЬКОВСКОЙ
ОБЛАСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЭТИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

Харьковская область относится к районам интенсивного развития промышленности и сельского хозяйства, высокой степени урбанизации и рекреационного использования. Промышленность области представлена большим количеством предприятий Минэнерго, химической промышленности, тяжелой и цветной металлургии, сконцентрированных в крупных промышленных узлах, на территории которых и вокруг формируются ореолы техногенного загрязнения химическими элементами промышленных выбросов в атмосферу, вызывающими деградацию почвенного и растительного покрова. На территории колхозов и совхозов области источниками техногенного загрязнения являются животноводческие фермы, склады удобрений, агрохимкомплексы, хоздворы, площадки и гаражи автотранспорта и сельхозмашин. Вдоль автотрасс на расстоянии 50—60 м от них формируются линейные зоны техногенно измененных почв, площадь которых в 5—10 раз больше площади, занимаемой трассой. Если учесть, что под застройкой и дорогами занято более 7 % площади земель, а зоны воздействия захватывают территорию в 4—5 раз большую, чем источник воздействия, то суммарная площадь земель в зоне техногенных ореолов составит не менее 30—40 % земельного фонда области. Однако особенности трансформации почвенного и растительного покрова в зонах техногенных ореолов и взаимосвязь этих изменений с качественным составом продукции сельского хозяйства, урожаями и спецификой заболеваемости населения, не изучены.

Проведенные нами исследования позволили выделить на территории области различные формы и стадии техногенного изменения почвенного покрова, формирование которых зависит от интенсивности и химического состава техногенного воздействия и от климатических особенностей, типа почв и рельефа местности. Общие закономерности трансформации почв в зонах техногенных ореолов проявляются в следующем. В почвах черноземного типа, преобладающих на территории области, на первом этапе формирования техногенного ореола происходит аккумуляция преобладающего числа химических элементов — загрязнителей в верхней части гумусового горизонта, богатого органическим веществом. В природных биоценозах наблюдается аккумуляция химических элементов растительным покровом, включение техногенных потоков в кругооборот органических веществ растительной биомассы. При разложении опада эти вещества включаются в почвообразователь-

ный процесс, мигрируют по профилю почв и элементам рельефа и попадают в цепи почва — растение.

В агроценозах химические элементы аккумулируются в пахотном горизонте, а при агротехнической его обработке — в верхней части подпахотного горизонта, аккумулируются сельскохозяйственной продукцией и попадают в цепи растения — сельскохозяйственные животные — сельскохозяйственная и животноводческая продукция — человек. Эта форма деградации почв и растительного покрова широко распространена на территории области и размещается на границах техногенных ореолов с зонами рассеяния химических элементов концентрическими кругами вокруг источников техногенного воздействия на расстоянии 2—5 км от границ промузлов, а также вдоль автотрасс на расстоянии 20—50 м от них. По мере накопления химических элементов в верхнем горизонте почв токсичность их возрастает, что приводит к снижению активности почвенной микрофлоры, разрушению органического вещества почв, интенсивному развитию элювиальных процессов, миграции химических элементов по профилю почв на различную глубину и формированию горизонтов их аккумуляции, не свойственных не нарушенным техногенным воздействиям почв. Таким образом формируются почвы II этапа антропогенной измененности, в которых ореолы техногенного накопления химических элементов в верхнем горизонте почв трансформируются в ореолы выщелачивания элементов с аккумуляцией их на определенной глубине. Такие ореолы выщелачивания были выявлены в зоне воздействия Золочевского агрохимкомплекса после 2-х лет его функционирования, в Краснокутском районе в зоне воздействия животноводческого комплекса. В зоне воздействия Первомайского промышленного узла такая форма деградации почв была установлена вокруг химкомбината и на верхней части водораздела южнее г. Первомайска, вокруг Первомайского промузла на расстоянии до 2—4 км и на его территории. Данные зоны выделяются вдоль автотрасс — полосы земель, прилегающих непосредственно к автотрассе между полотном дороги и зоной дороги и зоной повышенного их содержания. Интенсивно мигрирующие химические элементы аккумулируются на ландшафтно-геохимических барьерах, склонах балок, в депрессиях рельефа. Указанные зоны аккумуляции выявлены в Золочевском районе в нижней части склона около агрохимкомплекса, на склонах балок водораздела в зоне воздействия Первомайского промузла между химкомбинатом и с. Сиваш.

Процессы аккумуляции и элювирования химических элементов тесно связаны со степенью увлажненности и в засушливые и дождливые периоды могут чередоваться и проявляться с различной интенсивностью. Это четко прослеживается в зоне воздействия Первомайского промузла, где на центральной части водораздела в дождливый период интенсивно проявлялись процессы выщелачивания химических элементов и аккумуляция их на склонах балок, а в засушливый период на этом участке преобладали процессы аккумуляции химических элементов из атмосферных вы-

бросов предприятий. В лесостепной зоне области с большим количеством осадков и на почвах более легкого механического состава на большую глубину отмечаются процессы элювирования и миграции химических элементов по профилю почв. В степной зоне более интенсивно проходят процессы аккумуляции химических элементов в верхнем горизонте почв, а процессы элювирования захватывают меньший слой почвенного профиля. На этой (II) стадии деградации почв процессы аккумуляции химических элементов в растительном покрове продолжаются, что в зависимости от состава техногенных потоков и их интенсивности приводит или к стабилизации этого процесса или к деградации растительного покрова. Так, в зоне воздействия Первомайского промузла интенсивная деградация природных биоценозов наблюдалась на расстоянии до 10—14 км вокруг города, особенно сильно проявляясь в непосредственной близости к химкомбинату, где в растениях аккумуляция техногенных загрязнителей была в 2—5 раз выше, чем в аналогичных растениях на расстоянии в 10—14 км от города.

При интенсивном стационарном воздействии формируется III стадия деградации почв, для которой характерно наряду с развитием процессов миграции химических элементов по профилю почв, аккумуляция их в верхней части гумусового горизонта. Такие почвы были выявлены в зонах воздействия Краснокутского сахарного завода и животноводческого комплекса, в г. Харькове, в зоне воздействия Первомайского химкомбината, западнее его, на участке, прилегающем к г. Первомайску, восточнее кирпичного завода и севернее города — на северо-восточном участке.

В лесостепной зоне области на почвах оподзоленного типа процессы деградации проявляются в интенсивном элювировании химических элементов из верхних горизонтов почв и аккумуляция их в иллювиальном горизонте или на границе карбонатных горизонтов. Указанная форма деградации наблюдалась на землях совхоза «Змиевской» в зоне воздействия Змиевской ГРЭС, в зоне воздействия животноводческого комплекса Краснокутского района и др. На почвах черноземного типа характерными признаками деградации являющиеся подкисление или подщелачивание почв, развитие процессов декальцинации верхнего горизонта или всего профиля, интенсивная миграция химических элементов в нижнюю часть гумусового горизонта или в переходной к породе горизонт. Данные явления хорошо прослеживаются в черноземах террасовых около Змиевской ГРЭС и в почвах поймы р. Сев. Донец в зоне ее воздействия.

Последняя стадия деградации представлена «техногенными пустошами». Это места складирования удобрений и ядохимикатов, где в течение длительного времени растительность погибает от избытка химических элементов в почве. С изменением агроэкологических условий деградационные процессы протекают по генетическим типам почвообразования (оподзоливания, солончьеобразования и др.), свойственным данной почве, но отличающихся вы-

сокими темпами изменений либо внешних признаков, либо их вещественного состава и свойств.

Большая часть земель области — склоновые, что способствует миграции техногенных потоков химических веществ по элементам рельефа с поверхностными и грунтовыми водами, воздушными потоками, перераспределению их подвижных и растворимых форм. В результате этого перераспределения происходит рассеяние этих химических элементов далеко за пределы техногенных ореолов и аккумуляция на ландшафтно-геохимических барьерах, часто отстоящих от источника техногенного воздействия на значительном расстоянии.

Различные формы деградации почв были детально изучены в зоне воздействия Первомайского промышленного узла. Ключом к объяснению протекающих в почве процессов является анализ миграции Са по профилю почв. На участке земель западнее Первомайского химкомбината в распределении Са по профилю почв наблюдается два максимума: один — в верхней части гумусового горизонта, а второй — на глубине 60—80 см. В верхнем горизонте аккумулируются также Na, Mg, Fe, Ti, Mn, Co, Ni. На глубине 60—80 см максимум содержания Na, Mg, Al, Fe, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zr, Pb. Между этими горизонтами сформировался слой почвы с содержанием химических элементов в 5—30 раз меньшим, чем в этих двух максимумах накопления, что не свойственно для черноземных почв за пределами техногенных ореолов. Такое перераспределение элементов дает основание отнести эти почвы к III стадии деградации. По мере приближения к химкомбинату на расстоянии 50—100 м с запада зона аккумуляции химических элементов в верхнем горизонте почв сменялась зоной ореола выщелачивания с максимальным проявлением этого процесса в верхней части водораздела восточное химкомбината. Здесь Са почти отсутствует в горизонте 0—20 см, на глубине 30—60 см его количество увеличивается с 0,1 % до 5 %, а затем опять снижается до 0,1 % при повышенной щелочной реакции pH более 7 по всему профилю почв. Это, по-видимому, связано с выбросами соединений. На химкомбинатах и способствует формированию ореолов выщелачивания. В слое почв 30—60 см аккумулируются также Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Sr, Zr, Pb. Это позволяет отнести почвы ко II стадии деградации. Зона ореола выщелачивания охватывает земли, прилегающие к химкомбинату, и часть земель, прилегающих к г. Первомайску с северо-запада. Вокруг ореола выщелачивания наблюдается зона III стадии деградации с аккумуляцией химических элементов в верхнем горизонте почв и в средней части профиля. Такие почвы выявлены на склоне водораздела с аккумуляцией Si, Fe, Cr; на участке, прилегающем к г. Первомайску с востока, с аккумуляцией Na, Al, Ca, Fe, Ti, V, Co, Ni, Zr, Pb; на землях, прилегающих к г. Первомайску на севере, с аккумуляцией Na, Al, Ca, Cu, V, Cr. По мере удаления от города зона ореола химического загрязнения сменяется зоной рассеяния элементов, содержание которых с расстояния от 2—3 до 14 км уменьшается в 2—3 раза.

Для зоны рассеяния химических элементов, которая захватывает всю территорию Первомайского района, характерно равномерное распределение Са по профилю почв, аккумуляция в верхнем горизонте техногенных элементов в 1,5—2 раза выше по сравнению с фоновым участком.

Поступление химических элементов в ландшафт приводит к формированию не типичного для данной территории геохимического фона с соотношением элементов, не свойственным природным биоценозам. Дисбаланс химических элементов вызывает целый ряд заболеваний, обусловленных избытком или недостатком отдельных микроэлементов. Белорусскими учеными* выявлена взаимосвязь повышения онкологических заболеваний при повышении коэффициентов $Pb+Cr+Ni$ и $Pb \times Cr \times Ni$, а также отношения этих величин к Mn, Cu, Co, которые в биологических процессах играют компенсирующую роль. Значение коэффициента $Pb \times Cr \times Ni$ увеличивалось в зоне техногенного ореола Первомайского промузла по сравнению с условно-фоновым участком (Золочевским районом) в 2—3 раза, в почвах г. Харькова — в 8 раз, в зоне воздействия Змиевской ГРЭС — в 2—5 раз. А коэффициент $(Pb \times Cr \times Ni) : Mn$ увеличился в зонах воздействия г. Первомайска в 10—30 раз, г. Харькова — в 6, Готвальда и ГРЭС — в 1,5—2 раза, что свидетельствует о значительном уменьшении содержания Mn при повышении содержания техногенных загрязнителей. По отношению Zn к Mn в зонах техногенных ореолов можно судить о дисбалансе этих элементов.

Результаты исследований свидетельствуют о процессах трансформации почв и растительного покрова на значительной территории земель области под влиянием техногенного воздействия, о необходимости изучения особенностей этой трансформации, картирования ореолов техногенно измененных почв, учета этих площадей, выявления связи деградации земель с урожайностью культур, изучения медико-биологических аспектов изменения геохимической обстановки с целью разработки природоохранных и агротехнических мероприятий для зон техногенных ореолов.

Поступила в редколлегию 06.09.88

ФИЗИКА ПЛАСТА

УДК 622.279.031

В. М. АБЕЛЕНЦЕВ, Т. А. СЕРГЕЕВА

К ВОПРОСУ О СВЯЗИ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ С ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ КОЛЛЕКТОРОВ

Особое значение в увеличении добычи и прироста запасов углеводородов в XII пятилетке имеет освоение крупнейшего в Западной Сибири Ямбургского газоконденсатного месторождения. Ус-

* Лукашев В. К. Графические очерки природы Белоруссии. Минск, 1983, с. 152—155.

пешное освоение этого месторождения во многом зависит от решения ряда теоретических и практических задач нефтегазовой геологии и геофизики, среди которых важной является задача выяснения природы аномально высоких и аномально низких пластовых давлений в природных резервуарах и разработка методики их качественной и количественной оценки, прогнозирования в процессе бурения. Решение этих вопросов в теоретическом и практическом плане позволит улучшить качество вскрытия продуктивных пластов, характеризующихся аномально высокими или аномально низкими пластовыми давлениями, избежать открытого фонтанирования или задавливания их промывочной жидкостью, ускорить освоение новых залежей углеводородов, повысить эффективность поисково-разведочных работ в целом и обеспечить соблюдение основных положений по охране недр и окружающей среды.

Вопросы оценки и прогнозирования пластовых давлений изучены слабо. Однако попытки прогнозирования пластовых давлений и изучение связи аномальных давлений с геологическим строением района предпринимались неоднократно. Так, в Западной Туркмении установлена прямая зависимость между содержанием глин в разрезе и превышением пластового давления над гидростатическим [1].

Для Западной Сибири согласно [2] характерно увеличение пластовых давлений к зонам выклинивания продуктивного горизонта, замещения его плотными непроницаемыми породами при увеличении глинистой составляющей в коллекторе. Нами на фактическом материале, собранном в организациях Главтюменьгеологии (г. Тюмень) и УкрНИИ природных газов (г. Харьков), предпринята попытка проследить взаимосвязь пластовых давлений и значений фильтрационно-емкостных параметров на примере продуктивного горизонта $БУ_8^{1-2}$ Ямбургского месторождения.

Для выяснения взаимосвязи пластовых давлений с фильтрационно-емкостными свойствами пород и были использованы измеренные глубинным манометром начальные пластовые давления в интервале продуктивного горизонта $БУ_8^{1-2}$ и соответствующие этим интервалам данные по фильтрационно-емкостным параметрам (пористость, проницаемость).

Обработано более 30 замеров пластовых давлений. Замеры, в которых недовосстановлена кривая восстановления давления или получен слабый приток флюида, отбраковывали. Пластовые давления измеряли глубинными прецизионными манометрами нормального ряда, а также рассчитывали по устьевому давлению. По данным Главтюменьгеологии качество замеров и сходимости расчетных и замерных пластовых давлений находились в пределах приведенной погрешности прибора и составляли $0,1 \div 0,25 \%$.

Пористость и проницаемость пород указанного горизонта определяли несколькими геофизическими методами, основанными на использовании парных или многомерных корреляционных зависимостей этих параметров от удельного электрического сопротивле-

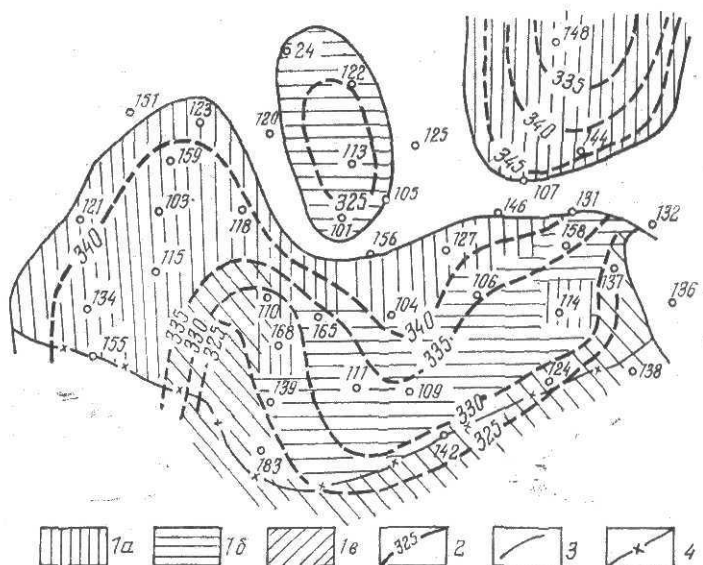
ния, собственной и вызванной поляризации, естественной радиоактивности, среднего времени распространения упругой волны в породе или ее скорости, а также на образцах керна. Расчеты выполнены с точностью до $\pm 5\%$.

Продуктивный горизонт БУ₈¹⁻² литологически представлен сложным переслаиванием средне-мелкозернистых песчаников и крупнозернистых алевролитов. Стратиграфически залежь приурочена к верхней части валанжинского яруса нижнего мела (шельфовый пласт мегнонской свиты). Для пород характерна тонкая горизонтальная, волнистая, линзовидно-прерывистая слоистость. Горизонт залегает на глубинах 2850—3250 м. В песчаной фации он представлен на двух участках: в своде структуры в районе скв. 1 и на восточном крыле структуры. Эффективная мощность продуктивного горизонта изменяется от 1,5 до 10 м, в среднем 3,5 м. Увеличение мощностей не контролируется современным структурным планом. Пластовая температура варьирует в пределах 76—85 °С. Залежь пластовая, литологически ограничена.

Пластовые давления продуктивного горизонта БУ₈¹⁻² были приведены к отметке 3200 м (к уровню газоводяного контакта).

При пересчете абсолютных величин пластового давления учитывалась избыточная составляющая давления, образованная высотой газовой залежи и плотностью газа.

Приведенные пластовые давления изменяются от 320 кгс/см² в южной и юго-восточной части залежи до 350 кгс/см² в западной



Связь фильтрационно-емкостных параметров горизонта БУ₈¹⁻² с избыточным пластовым давлением:

1 — значения комплексного параметра P_k :
 1 а — 0—20; 1 б — 20—40; 1 в — 40—60; 2 — изобары; 3 — зона глинизации;
 4 — газоводяной контакт

и северо-восточной частях залежи и превышают на 10—30 кгс/см² гидростатическое давление, равное 324 кгс/см². Установлены значительные колебания давлений, которые не могут быть объяснены разной высотой точек замеров над уровнем газовой контактной (рисунок).

По объектам, в которых получены притоки пластовой воды, превышение приведенных давлений над гидростатическим варьирует от 0 до 20 кгс/см².

В качестве критерия оценки фильтрационно-емкостного потенциала коллектора нами использовался комплексный параметр P_k , предложенный Ф. С. Акбашевым и др. [3]: $P_k = K_n \cdot \lg K_{пр}$, где K_n — пористость, %; $K_{пр}$ — проницаемость, мД.

Как считает А. А. Граусман [4], данный параметр позволяет четко определить границы между классами коллекторов и содержит полную информацию о фильтрационно-емкостных свойствах.

Комплексный параметр был рассчитан для каждого интервала горизонта БУ₈¹⁻², из которого получены притоки углеводородов и пластовой воды и замерены пластовые давления.

Коэффициент пористости по площади горизонта изменяется от 14 до 19 %, коэффициент проницаемости — от 0,3 до 1000 мД. Значение комплексного параметра P_k составляет 0—60.

На карте изобар (см. рисунок) выведены зоны с различными значениями комплексного параметра P_k . Из анализа характера поведения приведенных пластовых давлений и распределения зон с различными фильтрационно-емкостными свойствами видно, что зонам с наименьшим значением комплексного параметра P_k соответствуют наибольшие величины приведенных давлений и наоборот (таблица).

Значение комплексного параметра $P_k = K_n \cdot \lg K_{пр}$	Превышение приведенного пластового давления над гидростатическим для пласта БУ ₈ ¹⁻² , кгс/см ²
60—40	0—10
40—20	10—20
20—0	20—30

Максимальные значения приведенных давлений наблюдаются в зонах выклинивания продуктивного горизонта БУ₈¹⁻² его замещения плотными породами (зоны глинизации на рисунке приведены по данным Главтюменьгеологии), а также в юго-западной части залежи вне зоны выклинивания пласта. Этим же зонам соответствуют минимальные значения пористости и проницаемости (таблица).

Полученную зависимость емкостных и барических параметров рекомендуется применять только на локальных геологических объектах (пласт, залежь, горизонт). Такими объектами могут быть шельфовые пласты мегионской свиты Западной Сибири, где

известен факт глинизации шельфовых отложений в западном направлении. Наблюдается закономерное ухудшение фильтрационно-емкостных свойств, увеличение глинистости и аномальности пластового давления в этом же направлении.

Комплексный параметр R_k позволяет достаточно полно выразить фильтрационный потенциал пористой среды, ее способность формировать фильтрационное сопротивление.

Анализ корреляционной зависимости фильтрационно-емкостных свойств и избыточной составляющей пластового давления не позволяет указать причину, формирующую аномальность пластового давления, но можно сделать вывод о способности пористой среды релаксировать, сохранять барическое возмущение. Данная корреляционная зависимость была прослежена авторами по продуктивным горизонтам $БУ_1^1$, $БУ_8^2$, $БУ_8^3$, $БУ_9$ Ямбургского месторождения, $БУ_{15}$, $БУ_{16}$ Уренгойского месторождения. Предполагается такой же анализ провести по продуктивным горизонтам Ямальской нефтегазоносной области.

Установленная связь пластовых давлений с фильтрационно-емкостными свойствами коллектора позволяет детализировать барическую обстановку в залежи, выделить участки, перспективные на поиски углеводородов, оконтурить зоны литологического замещения продуктивных горизонтов.

Список литературы: 1. Симхаев В. З., Шувалов П. Е. О природе возникновения аномально-высоких пластовых давлений в нефтегазовых месторождениях юго-западной Туркмении//Обзор ВНИИОЭНГ. Перспективы нефтегазоносности Южного Казахстана и Туркмении. М., 1972. С. 3—15. 2. Нежданов А. А., Бородкин В. И., Кулахметов Н. Х. Аномальные пластовые давления в залежах различных типов мезозоя Западно-Сибирской равнины//Тр. Зап. Сиб. НИГНИ. Тюмень, 1979. Вып. 144. С. 77—78. 3. Акбашев Ф. С., Дементьев Л. Ф. Разделение тарригенных пород на коллекторы и неколлекторы и определение эффективных мощностей в разрезе скважины//Нефтегазовая геология и геофизика. 1972. № 10. С. 38—42. 4. Граусман А. А. Закономерности изменения поровых коллекторов при погружении (модель гравитационного уплотнения). Якутск, 1984. 136 с.

Поступила в редколлегию 16.12.88

ГЕОМОРФОЛОГИЯ, НЕОТЕКТЕНИКА

УДК 551.4

С. В. КОСТРИКОВ, Б. Н. ВОРОБЬЕВ, канд. техн. наук,
В. И. МАМНИЦКИЙ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГЕОЛОГО- ТЕКТЕНИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРУКТУРНОЙ СЕТИ РЕЛЬЕФА

Структурная сеть рельефа (СР) представляет собой совокупность структурных элементов рельефа (СЭ) разного рода (линии, звенья, цепи) и типа (базисного, вершинного) [1]. Структурным линиям рельефа (СЛ) соответствуют тальвеги и водоразделы флювиальной сети. Используя концептуальную модель структурного анализа рельефа (САР) [2], определим, что любое структурное звено (СЗ), которое следует из структурного узла рельефа (СУР), соответствующего разветвлению флювиальной сети, будет внутренним структурным звеном (ВСЗ), а следующее из не-которой вершины, соответствующей истоку флювиальной сети (ФС) — внешним структурным звеньям (ВНСЗ).

Для ФС внешние и внутренние звенья были впервые выделе-ны Р. Шривом [3]. В дальнейшем предлагалось дифференциро-вать внешние и внутренние звенья в зависимости от того положе-ния, которое они занимают в сети, на еще более дробные группи-ровки [4].

Основываясь на этих идеях, можно предложить следующую классификацию ВСЗ СР (таблица). Данная классификация осу-ществляется в рамках модели САР и отличается от классифика-ции внутренних звеньев ФС. Последовательности СЗ образуют структурные цепи рельефа (СЦ), которые подробнее будут рас-смотрены ниже.

Типы внутренних структурных звеньев сети рельефа

Порядки звеньев, образующих определя-
емое ВСЗ

Порядок звена, сочленяюще-
гося с определяемым ВСЗ в
его нижнем отрезке

Равные

Неравные

Меньше, чем порядок опреде-
ляемого ВСЗ

Звено бифуркации
(ЗБ)

Звено латеральное —
билатеральное (ЛБЗ)

Равный или больше, чем поря-
док определяемого ВСЗ

Звено бифукации
притока (ЗБП))

Звено притока
(ЗП)

Множество СЭ — структурная СР представляет собой систему некоторых связанных подмножеств, которым в ФС соответствуют низкопорядковые водосборы. Таким образом, формируется участок рельефа, обладающий выраженной морфологией. Последняя может быть разделена на две составляющие: топологическую и метрическую. Следовательно, в СР можно выделить группы топологических и метрических свойств, соответственно совокупности неметризуемых свойств структурной сети. Необходимо также отметить группу ангулярных свойств углов сочленения СЛ. Эти свойства носят результирующий от метрики и топологии структурной сети характер, но в данной работе не рассматриваются.

Цель статьи — попытаться выявить достаточно репрезентативные показатели топологических и метрических свойств и определить методы исследования их изменений под влиянием геологическо-тектонического фактора на примере речного бассейна.

Такая задача ставится исходя из предположения о хороших индикационных свойствах СР. На наш взгляд, А. Н. Ласточкин справедливо указывает на то, что симметрия рисунков СФ («структурной координатной сети») отражает симметрию геологических процессов [5].

Для выявления репрезентативных показателей названных выше свойств структурной сети продолжим характеристику основных СЭ (в данной статье рассматриваются СЭ только базисного типа).

А. Абрахамсом выделялись цепи ФС в качестве более фундаментального ее элемента, нежели звенья [6]. Внутренние звенья, из которых состоит главный поток водосбора, рассматриваются как образованные на контакте двух последовательностей цепей, каждая из которых создана более или менее независимо на соответствующей стороне главного потока. Из такой концепции и следуют три типа цепей ФС:

СН — цепи, которые ограничены в их нижнем течении притоком, ЛСНА и ЛСНО — цепи, которые ограничены в нижнем течении главной рекой.

В структурной сети также выделяются три типа СЦ. В основе методики выделения находятся положения А. Абрахамса, касающиеся выделения цепей как некоторой последовательности звеньев ФС. Структурная цепь должна содержать не менее двух СЭ — СЗ. Цепи в СР, в свою очередь, составляют три последовательности, две из которых развиваются по обе стороны от главной, «стволовой» СЛ (в случае перистого, параллельного, линейного рисунков сети) или с двух сторон от оси симметрии сети (при древовидном, ветвистом или решетчатом рисунках). Третья последовательность образуется на главной СЛ. Если рисунок сети выраженно-древовидный, ветвистый и т. п., то третьей последовательности не образуется.

Порядок СЗ равен порядку СЛ, включающей это звено. Порядок СЦ равен порядку звена, замыкающего эту цепь в СУР. Если же СЭ, образующие одну цепь, расположены в двух направ-

лениях от СУР, выше его, то порядок СЦ в данном случае равен порядку этих СЭ, образующих СУР «слияние». Последний замыкает однопорядковые ВСЗ, выделяя СЦ типа «цепь оси симметрии» (ЦОС). СУР «впадение» замыкает разнопорядковые ВСЗ, выделяя цепи типа ЦОС, «латерные цепи острого угла» (ЛЦОУ), «латеральные цепи тупого угла» (ЛЦТУ).

ЦОС выделяется на главной оси симметрии СР или на осях симметрии подмножеств СЭ. При выделении ЦОС число ВСЗ, находящихся в двух направлениях вверх от СУР «слияние», не должно превышать 4 (2—2 или 3—1, 1—3). В противном случае, в каждом из этих направлений выделяются отдельные ЦОС.

Если ВСЗ в своем нижнем отрезке ограничено СЭ, имеющим порядок больший нежели это звено, то его относят к ЛЦОУ или ЛЦТУ. ЛЦОУ образуется как последовательность звеньев, каждое из которых расположено на той стороне острого угла, образованного разнопорядковыми элементами, которая соответствует СЗ меньшего порядка. Такая цепь — последовательность не только геометрическая, но в п. о. топологическая. ЛЦОУ состоит из звеньев, которые геометрически могут быть не связаны между собой, но обладая необходимыми свойствами, находятся в пределах одного подмножества СЭ. Число таких звеньев должно быть больше либо равно двум. Если в пределах подмножества лишь одно такое звено, то относим его к ЛЦОУ, состоящей из СЭ соседнего подмножества. Если таких звеньев только два на одной из сторон СР относительно ее главной оси симметрии, то они уже образуют цепь ЛЦОУ.

ЛЦТУ представляет собой последовательность ВСЗ, каждое из которых расположено на той стороне тупого угла, образованного разнопорядковыми СЭ, которая соответствует СЗ меньшего порядка. Принципы образования ЛЦТУ те же, что и в ЛЦСУ.

Анализ подобных графов СР, построенных для некоторых частей водосборного бассейна р. Оскол, показывает, что соотношение чисел СЦ различного типа, их порядки, средние длины, состав звеньев меняются с изменением литолого-тектонических условий территории, на которой развивается структурная СР. Ряд других ландшафтных факторов влияет на метрические свойства СЦ.

Перейдем к обоснованию некоторых численных методов анализа топологических и метрических свойств структурной СР.

Уже приводился пример использования концепции магнитуды при структурных исследованиях рельефа [1]. Наряду с этим понятием целесообразно оперировать с определением сложности структурной сети как суммы произведений чисел СЛ каждого порядка на соответствующий порядок. Величины мощности и сложности соизмеримы несмотря на то, что они предполагают принципиально разную порядковую бонитировку СР. Категории мощности, сложности, топологических, метрических и ангулярных свойств структурной сети позволяют использовать в рамках САР индексный метод статистического анализа.

При изучении топологических свойств СР в ряду индивидуальных индексов целесообразно рассчитывать отношения чисел СЛ данного порядка к числам СЛ предыдущих, более низких порядков, числа СЛ долиной сети к числу СЛ овражно-балочной сети. Возможно определение отношений чисел других СЭ (СЛ различного типа, СЗ, СП), относящихся к разным подмножествам СР. При исследовании метрических свойств индексируемыми величинами будут средние длины различных СЭ. Например, различных типов ВСЗ (ЗВ, ЛБЗ, ЗБП, ЗП), СП, СЛ разного порядка и т. п.

По мере усложнения индексируемых величин изменяется сам характер индексов. Уже отношение мощности к сложности СР можно рассматривать как общий индекс, т. е. характеризующий изменение показателя по сложной совокупности. Если же представить в качестве сопоставляемых величин некоторый набор характеристик топологических или метрических свойств СР, то частное будет агрегатным индексом — основной формой общего. Числитель и знаменатель — совокупность разнородных показателей. Индекс рассчитывается, как отношение суммы произведений индексируемых величин сравниваемых совокупностей на веса (величины, с помощью которых суммируются разнородные показатели).

В предлагаемых к построению агрегатных индексах характеристик топологических и метрических свойств СР показатели являются разнопорядковыми постольку, поскольку представляют различные СЭ. С помощью такой формы общего индекса, рассчитываемой по совокупностям метрических и топологических свойств, состоящим из разнородных единиц, можно определить средний размер изменения индексируемого показателя по этим совокупностям. Таким образом, эти индексы представляют отношение некоторых условных количественных выражений значимости топологических и метрических свойств подмножеств 1 и 2 элементов СР. В качестве соизмерителей (весов) необходимо принимать значения порядков СЭ как величин, присущих любым элементам СР. Те показатели (характеризующие однопорядковые СЭ), для которых порядки не могут являться весами, в агрегатных индексах не указаны. Это, например, числа и средние длины внешних структурных звеньев, числа и длины главных СЛ множества равнопорядковых СР и т. п. Предлагаемые агрегатные индексы (1) и (2) характеризуют степень изменения топологических и метрических свойств СР между отдельными подмножествами ее элементов, а разность между числителями и знаменателями индексов отражает динамику значимости этих свойств. Подобные изменения могут быть вызваны литолого-тектонической неоднородностью водосбора, на котором выделена СР. Индексы будут достаточно объективны, если сопоставляются примерно равные по площади части СР.

Агрегатный индекс полной топологической характеристики СР I_T и агрегатный индекс полной метрической характеристики СР I_M имеют следующий вид (указатели 1 и 2 здесь символы ин-

дексируемых подмножеств — двух сравниваемых частей СР водосборного бассейна):

$$I_{\tau 1/2} = \frac{\sum_{j=1}^9 \sum_{\Omega_1=\omega_j}^n d_{j\Omega_1} \Omega_1}{\sum_{j=1}^9 \sum_{\Omega_2=\omega_j}^n \beta_{j\Omega_2} \cdot \Omega_2} \quad (1)$$

при

$$\omega_j^1 = \begin{cases} 1, (j=1, d_{1\omega_1^1} = N_1) \\ \omega, (j=2, d_{2\omega_2^1} = f_1) \\ 2, (j=3, d_{3\omega_3^1} = b_1) \\ 2, (j=4, d_{4\omega_4^1} = bP_1) \\ 2, (j=5, d_{5\omega_5^1} = lb_1); \omega_j^2 = \begin{cases} 1, (j=1, \beta_{1\omega_1^2} = N_2) \\ \omega, (j=2, \beta_{2\omega_2^2} = f_2) \\ 2, (j=3, \beta_{3\omega_3^2} = b_2) \\ 2, (j=4, \beta_{4\omega_4^2} = bP_2) \\ 2, (j=5, \beta_{5\omega_5^2} = lb_2) \\ 2, (j=6, \beta_{6\omega_6^2} = P_2) \\ 2, (j=7, \beta_{7\omega_7^2} = C_2) \\ 2, (j=8, \beta_{8\omega_8^2} = a_2) \\ 2, (j=9, \beta_{9\omega_9^2} = O_2), \end{cases} \\ 2, (j=6, d_{6\omega_6^1} = P_1) \\ 2, (j=7, d_{7\omega_7^1} = C_1) \\ 2, (j=8, d_{8\omega_8^1} = d_1) \\ 2, (j=9, d_{9\omega_9^1} = O_1), \end{cases}$$

где d — характеристика топологических свойств подмножества $I : N$ — числа СЛ, f — внешние длины топологических путей (числа СЗ, слагающих данный путь, начиная с ВНСЗ), b — числа ВСЗ типа ЗБ, bP — числа ВСЗ типа ЗБП, lb — числа ВСЗ типа ЛБЗ, P — числа ВСЗ типа ЗП, C — числа ЦОС, a — числа ЛЦОУ, O — числа ЛЦТУ, β — характеристики топологических свойств подмножества 2; $\Omega_{i(i=1, 2)}$ — порядки СЭ индексируемых подмножеств, во втором слагаемом внешней суммы — средний порядок СЗ, образующих топологический путь; $\omega_j^{i(i=1, 2)}$ — наименьшее значение порядка СЭ для слагаемого внешней суммы с номером j ; ω — наименьшее значение среднего порядка СЗ, образующих топологический путь; n — старший порядок СЭ индексируемых подмножеств; $(j=1, 2, \dots, 9)$ — число слагаемых внешней суммы;

$$I_{M1/2} = \frac{\sum_{i=1}^9 \sum_{\Omega_1=\omega_i}^n Y_{i\Omega_1} \Omega_1}{\sum_{i=1}^9 \sum_{\Omega_2=\omega_i}^n \delta_{i\Omega_2} \Omega_2} \quad (2)$$

при

$$\omega_i^1 = \begin{cases} 1, (i=1, Y_{1\omega_1^1} = \bar{L}_1) \\ 1, (i=2, Y_{2\omega_2^1} = \bar{L}z_1) \\ 2, (i=3, Y_{3\omega_3^1} = \bar{L}b_1) \\ 2, (i=4, Y_{4\omega_4^1} = \bar{L}bP_1) \\ 2, (i=5, Y_{5\omega_5^1} = \bar{L}lb_1); \omega_i^2 = \begin{cases} 1, (i=1, \delta_{1\omega_1^2} = \bar{L}_2) \\ 1, (i=2, \delta_{2\omega_2^2} = \bar{L}z_2) \\ 2, (i=3, \delta_{3\omega_3^2} = \bar{L}b_2) \\ 2, (i=4, \delta_{4\omega_4^2} = \bar{L}bP_2) \\ 2, (i=5, \delta_{5\omega_5^2} = \bar{L}lb_2) \\ 2, (i=6, \delta_{6\omega_6^2} = \bar{L}P_2) \\ 2, (i=7, \delta_{7\omega_7^2} = \bar{L}C_2) \\ 2, (i=8, \delta_{8\omega_8^2} = \bar{L}a_2) \\ 2, (i=9, \delta_{9\omega_9^2} = \bar{L}O_2), \end{cases} \\ 2, (i=6, Y_{6\omega_6^1} = \bar{L}P_1) \\ 2, (i=7, Y_{7\omega_7^1} = \bar{L}C_1) \\ 2, (i=8, Y_{8\omega_8^1} = \bar{L}a_1) \\ 2, (i=9, Y_{9\omega_9^1} = \bar{L}O_1), \end{cases}$$

где $\bar{Y}$ — характеристики метрических свойств подмножества 1; $\bar{L}$ — средние длины СЛ, $\bar{Lz}$ — средние длины СЗ (внешних и внутренних), $\bar{Lb}$ — средние длины ВСЗ типа ЗБ, $\bar{LbP}$ — средние длины ВСЗ типа ЗБП, $\bar{Llb}$ — средние длины ВСЗ типа ЛБЗ, $\bar{LP}$ — средние длины ВСЗ типа ЗП, $\bar{LC}$ — средние длины ЦОС, $\bar{La}$ — средние длины ЛЦОУ, $\bar{LO}$ — средние длины ЛЦТУ; δ — характеристики метрических свойств подмножества 2; $\Omega_{j(j=1, 2)}$ — порядки СЭ индексируемых подмножеств; $\omega_i^{(j=1, 2)}$ — наименьшее значение порядка СЭ для слагаемого внешней суммы с номером i ; n — старший порядок СЭ индексируемых подмножеств; ($i=1, 2 \dots, 9$) — число слагаемых внешней суммы.

Число слагаемых внешней суммы в (1) и (2) может быть меньше 9 в зависимости от цели исследования и имеющихся фактических данных. Геолого-геоморфологические особенности изучаемой территории также могут предопределять набор индексируемых величин. Однако, если внешняя сумма будет содержать меньше 9 членов, выражения (1) и (2) не будут являться индексами полной топологической (метрической) характеристики СР.

Новейшие тектонические движения, особенности схемы дислокаций, литологии и трещиноватости горных пород индицируют с помощью сопоставляемых значений топологических и метрических свойств. Например, числа некоторых СЭ в СР, имеющей решетчатый рисунок (выражен геолого-тектонический детерминант), превышают аналогичные значения для СР древовидного рисунка, развивающейся в условиях геологической однородности территории [7]. Такие значения внешней геометрии рельефа, как его относительные высоты (степень вертикального расчленения) увеличиваются в местах тектонических поднятий и уменьшаются в местах тектонических опусканий [8]. Посредством установления формы и степени тесноты связи от этих значений можем перейти к характеристикам метрических свойств СР — значениям внутренней геометрии рельефа.

Средние длины внешних и внутренних звеньев увеличиваются по мере того, как относительные высоты уменьшаются, и наоборот [9]. Совместный анализ топопланшетов и материалов по тектонике территории позволяет сделать вывод о том, что нарастание порядков СЭ идет быстрее в местах тектонических поднятий, что ведет к изменению индексируемых величин топологических и метрических свойств.

Ранее указывалось на существенное значение геолого-тектонического фактора в развитии СР бассейна р. Оскол [10]. Волчанско-Острогожский пояс неотектонических нарушений делит водосбор на две сравнительно обособленные части (два подмножества СР), которым в геологической основе соответствуют Воронежский кристаллический массив и северное крыло Днепровско-Донецкой впадины.

Для преобладающей части бассейна р. Оскол нами определялись по серии топопланшетов масштаба 1 : 50000 значения относительных высот рельефа, длины и числа СЭ на единицу площади. В дальнейшем эти показатели предполагается использовать в качестве индексируемых характеристик топологических и метрических свойств.

В верховьях водосбора, в пределах присводной части антеклизы, несмотря на значительную глубину вреза в днище меридионального прогиба, долина р. Оскол представляет собой арену существенной четвертичной и, отчасти, неогеновой аккумуляции [11]. Это отражено в метрических свойствах СР. Данному району соответствуют небольшие (0,4—0,7) значения единицы длины СЭ на единицу площади. В направлении к низовьям водосбора в пределах погруженного (до 600 м) склона антеклизы, затем в пределах устойчивой плиты или субплатформы, и наконец, на подвижной плите (низовья бассейна) меняются характеристики топологических и метрических свойств СР. Пространственно наиболее однородные и сравнительно высокие значения некоторых показателей внешней и внутренней геометрии рельефа (65—70 м относительной высоты и 1,7—1,9 единицы длины СЭ на единицу площади) свойственны части водосбора, в основе которой находятся погруженный склон антеклизы и устойчивая плита. Подвижной плите соответствуют более разнообразные значения этих показателей.

Результаты анализа топопланшетов масштабов 1 : 50000, 1 : 100000, 1 : 300000 позволяют сделать вывод о том, что участкам тектонических поднятий присущи несколько большие значения характеристик топологических свойств, а участкам опусканий — такие значения метрических свойств. Следовательно, топологические и метрические свойства СР являются индикатором влияния геолого-тектонической основы территории на развитие рельефа.

Список литературы: 1. Костриков С. В., Решетняк Н. М., Таран О. А. Опыт анализа углов, образованных внешними звеньями структурной сети рельефа бассейна р. Оскол//Рацион. природопользование. 1988. № 325. С. 22—25. 2. Черванев И. Г. О теории систем в геоморфологии. Структурный анализ рельефа//Физ. география и геоморфология. 1983. Вып. 29. С. 42—48. 3. Shreve R. L. Infinite topologically random channel network//J. Geol. 1967. 75. P. 178—186. 4. Mock S. J. A classification of channel links in stream network//Water Resour. Res. 1971. 7. P. 58—66. 5. Ласточкин А. Н. Морфодинамический анализ. Л., 1987. 255 с. 6. Abrahams A. D. A multivariate analysis of chain lengths in natural channel networks//J. Geol. 1980. 88. P. 681—696. 7. Abrahams A. D., Flint J. J. Geological controls on the topological properties of some trellis channel networks//Geol. Soc. Am. Bull. 1983. 94. P. 117—125. 8. Пириев Р. Х. Методы морфометрического анализа рельефа (на примере территории Азербайджана). Баку, 1986. 119 с. 9. Abrahams A. D. The factor of relief in the evolution of channel networks in mature drainage basins//Am. J. of Science. 1977. 39. P. 626—645. 10. Костриков С. В., Таран О. А. Опыт изучения структуры флювиального рельефа бассейна р. Оскол//Тез. докл. Географ. системы: пробл. моделирования и управления. Казань, 1987. С. 105—106. 11. Раскатов Г. И. Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антеклизы. Воронеж, 1969. 163 с.

Поступила в редколлегию 30.12.88

УДК 56 (116)

С. И. ШУМЕНКО, ТЯН ТЕК СЕН

ИЗВЕСТКОВЫЕ НАНОФОССИЛИИ В ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПРИАРАЛЬЯ

В Южном Приаралье пробурен ряд скважин, вскрывших всю толщу позднемиловых отложений. Стратиграфическое расчленение этой толщи проводится с привлечением различных групп ископаемых организмов, в том числе решено использовать и нанофоссилии, тем более, что на территории Средней Азии до сих пор отсутствовали детальные исследования остатков нанопланктона в меловых отложениях.

Нами обработан материал из скв. 21 с ПГО Ташкентгеология, предоставленный сотрудницей ВСЕГЕИ Т. А. Фаворской.

Мощность мергельно-меловой толщи, вскрытой этой скважиной, составляет около 170 м. По скважине достаточно детально отобрано 52 образца.

В лаборатории кафедры геологии ХГУ из всех образцов готовили порошковые препараты, которые изучали под микроскопом МБИ-4, снабженного поляроидами. Отдельные образцы исследовали с помощью электронного микроскопа УЭМВ-100, для чего предварительно изготавливали одноступенчатые углеродные реплики.

Кровля меловых отложений в скважине вскрыта на глубине 429 м. Во всех образцах обнаружены ебильные остатки кокколитофорид и относимых к ним условно организмов, так что породы в полном смысле можно считать планктоногенными, образовавшимися из осадков нормально-морского бассейна.

На глубине 429—448 м обнаружен разнообразный комплекс нанофоссилий, среди которых определены: *Watznaueria barnesae* (Black), *W. margereli* (Noel), *Prediscosphaera cretacea* (Arc.) *Staurolithites bohotnicae* (Górka), *Micula staurophora* (Gardet), *Microrhabdulus decoratus* Defl., *Lithraphidites carniolensis* Defl., *L. quadratus* Bram. et. Mart., *Arkhangelskiella cymbiformis* Veks., *Reinhardtites anthoporus* (Defl.), *Tetralithus obscurus* Defl. и др.

Такой интервал глубин может быть отнесен к зоне *Lithraphidites quadratus*, отвечающей средней части маастрихта.

На глубине 448—476 м найдены указанные выше виды нанофоссилий за исключением *T. quadratus*. Появляются представители рода *Braarudosphaera*, *Micula concava* (Strad.), *Eiffellithus turriseiffeli* (Defl.), *Rhombozygus* sp. и особенно существенно-редкие экземпляры *Tetralithus* cf. *trifidus* (Strad.). Последний вид нанофоссилий при отсутствии *Tetralithus aculeus* позволяет отнести этот интервал к объединенным зонам *T. trifidus* и *Arkhangelskiella*

symbiformis, отвечающим верхней половине кампана — низам маастрихта.

На глубине 476—580 м встречаются редкие экземпляры *Tetralithus aculeus* (Strad) и *Lithastrinus grilli* Strad., *Eiffellithus eximius* (Stover). Отсутствуют — *T. trifidus*. Обычны экземпляры *Tetralithus obscurus* Defl., нередко представители рода *Lucionoghabdus*, многочисленны транзитные виды: *W. barnesae* и др. Этот интервал можно отнести к зоне *Tetralithus aculeus*, отвечающей большей части нижней половины кампана, за исключением самих его низов.

На глубине 580—601,5 м не обнаружен *Tetralithus aculeus*, но присутствует *Tetralithus obscurus*, что позволяет отнести этот интервал к зоне *T. obscurus*, отвечающей низам кампана и, возможно, верхам санаонского яруса.

Поступила в редколлегию 18.01.88

УДК 56 : 591

Л. А. РЕЗНИЧЕНКО, Л. Л. НАРЫЖНАЯ, В. Ф. ЧЕРНИКОВ

НАХОДКА СКЕЛЕТА МАМОНТА В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В августе—сентябре 1988 г. на южной окраине пос. Печенеги (Чугуевский р-н, Харьковской обл.) сотрудники Музея природы раскопали скелет мамонта. На основании примененного биостратомического метода составлены подробные схемы местонахождения костей взаимного расположения скелетных элементов.

Вскрышные работы проводили с помощью экскаватора. На небольшом расстоянии от костей породу удаляли лопатами, скребками, ножами, щетками, мягкими кистями. После очистки скелетных элементов они были извлечены, просушены и из-за плохой сохранности пропитаны консервирующими растворами. Затем закрепленный ископаемый материал был завернут в мекалентную бумагу и заключен в гипсовую оболочку для обеспечения транспортировки. Кости измеряли по общепринятой методике [1].

Обобщая ранее известные материалы [2, 3], можно говорить о наличии в Харьковской области местонахождений костного материала двух типов: к леесовым суглинкам приурочены части скелета одной особи обычно плохой сохранности; к аллювиальным песчаным породам — многочисленные кости разных животных хорошей сохранности. Из местонахождений первого типа известны зуб и поясничный позвонок мамонта (пос. Печенеги); из местонахождений второго типа — позвонки, фаланги пальцев, ребра (долина р. Харьков, Журавлевские склоны, г. Харьков и др.). В целом находки костей мамонта в Харьковской области известны еще с XIX в., но все они связаны с разными особями.

Нами в четвертичных аллювиальных песках на глубине 2, 3—3 м на участке размером 7×4 м² были найдены 24 скелетных элемента, принадлежащих одному животному, по-видимому, позднему мамонту *Mammuthus primigenius* (Blum.), фауны последней вюрмской ледниковой эпохи (70—10 тыс. лет назад). Из них два бивня длиной более 3-х м с поперечником 21 см; нижняя челюсть хорошей сохранности и фрагменты лицевого черепа с верхней челюстью; 4 зуба IV—V генерации (по 20 эмалевых бороздок) весом более 9 кг; 5 трубчатых костей — бедренная, лучевая, локтевая и две большеберцовые, три последние — хорошей сохранности; 3 позвонка — шейный, грудной и поясничный; 5 костей пясти и плюсны; фрагменты плоских костей. Компактность и естественная правильность расположения костей предполагают обнаружение практически всех ненайденных частей скелета в случае, если раскопки будут продолжены.

При исследовании фауны вмещающих пород найдены: трубчатая кость птицы, нижняя челюсть и шейные позвонки грызуна.

Описанные выше скелетные элементы доставлены в Музей природы и требуют дополнительной обработки: препарирования, палеонтологического определения, определения возраста. В настоящее время кости реставрируются и будут экспонированы в музее.

Список литературы: 1. Кузьмина И. Е. Формирование териофауны Северного Урала в позднем антропогене // Материалы по фауне антропогена СССР. Л., 1971. С. 63—65, 89—90. 2. Ремизов И. Н., Карякин Л. И. Геология и полезные ископаемые Харьковской области // Харьковская область. Природа и хозяйство. Х., 1971. С. 3—17. 3. Верещагин Н. К. Почему вымерли мамонты. Л., 1979. 196 с.

Поступила в редколлегию 23.06.88

УДК 628.39(447.62)

В. П. ДВОРОВЕНКО

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ р. КАЗЕННЫЙ ТОРЕЦ

Всесторонний анализ полученных результатов исследований показал, что территория р. Казенный Торец довольно неоднородна по геоморфологическим, геологическим и гидрогеологическим условиям и различная по хозяйственной деятельности.

Следовательно, условия формирования ресурсов подземных вод, их использование, а также последствия влияния хозяйственной деятельности на подземные воды проявляются неравномерно на различных участках исследуемой территории. Вместе с этим, рассматриваемая территория имеет много общих черт, определяющих естественную направленность накопления запасов подземных вод и их охрану от загрязнения и истощения.

Изучение гидрогеологических условий районов загрязнения подземных вод показывает, что борьба с загрязнением представляет собой сложную задачу, которая заключается в проведении дорогостоящих и часто трудно осуществимых мероприятий. Сводятся эти мероприятия к предотвращению дополнительного поступления и распространения загрязняющих веществ в водоносных горизонтах.

При значительном накоплении в водоносных горизонтах загрязняющих веществ и слабой их десорбируемости, а также при низких фильтрационных свойствах пород время, необходимое для полного извлечения загрязняющих веществ из пород и подземных вод, измеряется десятками лет.

Предупреждение загрязнения подземных вод с экономической точки зрения является более выгодным, а с точки зрения реализации мероприятий — более простым.

Исследования (1970—1975 гг.) позволили нам выявить основные виды и очаги загрязнения, изучить особенности проникновения загрязнений в подземные воды, дать оценку естественной защищенности водоносных горизонтов от проникновения загрязнений. Было установлено, что в бассейне р. Казенный Торез подвергнуты загрязнению различной степени практически все поверхностные воды и значительная часть подземных вод. Наблюдалась устойчивая тенденция развития процессов загрязнения. Особенно опасной в проблеме загрязнения подземных вод являлась ее масштабность.

В 1975 г. нами предложены мероприятия по ликвидации или локализации источников загрязнения применительно к различным источникам и видам загрязнения с учетом конкретных гидрогеологических и технико-экономических условий. Часть мероприятий внедрена на предприятиях промышленного бассейна. Это привело к тому, что за последние годы процесс загрязнения поверхностных и подземных вод значительно замедлился, а на отдельных участках водозаборов улучшилось качество воды и по специфическим ингредиентам промышленного загрязнения не превышает ПДК.

Поступила в редколлегию 05.07.88

УДК 550.47

М. М. ПУТЯТИН

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В РАКОВИНАХ ЗАМКОВЫХ БРАХИОПОД ИЗ ВЕРХНЕГО МЕЛА СЕВЕРНОГО ДОНБАССА

Количество органического вещества, находящегося в ископаемых скелетных остатках беспозвоночных организмов, обусловлено содержанием $C_{орг}$, которое зависит от состава исходного вещества и от степени его диагенетических изменений.

Содержание CO_2 в твердой карбонатной фазе ($\text{C}_{\text{карб}}$) и $\text{C}_{\text{орг}}$ в раковинах изученных нами замковых брахиопод приведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение карбонатов и углерода органических веществ в раковинах верхнемеловых брахиопод Северного Донбасса

Наименование вида	Местонахождение	Геологический возраст	Содержание, %		
			CO_2	$\text{C}_{\text{карб}}$	$\text{C}_{\text{орг}}$
<i>Carneithyr s ovata</i> Katz	с. Крымское	K_2m_2	33,0	8,99	0,42
<i>Carn. subovalis</i> Sahni	г. Кулянк	K_2m_1	40,85	11,14	0,60
<i>Carn. suecica</i> Katz	с. Георгиевское	K_2cp_2	43,21	11,75	0,66
<i>gibbithyr is gradis</i> Sahni	с. Волчяровка	K_2t_2	39,44	10,76	0,44
<i>gibb. semiglobobosa</i> Sow.)	с. Волчяровка	K_2t_2	43,71	11,92	0,23
<i>Concinnithyr is obesa</i> (Sow.)	с. Закотное	K_2t_2	42,98	11,72	0,39
<i>Terebrirostra beaumonti</i> (Arch)	с. Волчяровка	K_2cm_2	41,68	11,37	0,54
<i>Cyclothyris compressa</i> (Vol.)	г. Зимогорье	K_2cm_1	41,9	11,43	0,28
Среднее содержание			40,85	11,13	0,44

Особенности распределения органического вещества, так называемой органической матрицы, в скелете таковы, что делают ее труднодоступной для разрушающих агентов внешней среды. Поэтому $\text{C}_{\text{орг}}$ является обязательным, но обычно малым по количеству компонентов скелета почти всех современных и ископаемых организмов [1].

Содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ в раковинах брахиопод из сеноманского, туронского, кампанского и маастрихтского ярусов Северного Донбасса определен объемным баритовым методом, по принципу поглощения углекислого газа титрованным раствором щелочи. При этом количество $\text{C}_{\text{орг}}$ в % рассчитывалось по формуле [2]:

$$\text{C}_{\text{орг}} = \frac{(V - V_1) T \cdot 0,2727 \cdot 100}{H},$$

где V — объем уксусной кислоты, идущей на оттитрование избытка поглотительного раствора; V_1 — объем уксусной кислоты, идущей на оттитрование избытка поглотительного раствора; T — титр уксусной кислоты по CO_2 ; 0,2727 — коэффициент пересчета CO_2 на углерод; H — навеска пробы в граммах.

Таблица 2

Сопоставление значений субкларков карбонатных пород и изученных брахиопод в %

Наименование	PR	Pz	Mz	Kz
Земная кора	0,25	0,5	1,0	1,75
Русская платформа	0,06	0,26		0,47
Раковины замковых брахиопод			0,42	

В процессе проведения исследований было установлено (табл. 2), что $C_{орг}$ в большей или меньшей степени присутствует во всех без исключения скелетных остатках изученных брахиопод. Содержание его колеблется от 0,23 % в раковинах *Cyclothyris* и *Terebrirostra* из обломочно-детритовых сеноманских пород, до 0,66 % в раковинах *Carneithyris* из мело-мергельных и глауконитово-глинистых кампанских и маастрихтских пород. В среднем содержание этого биоэлемента в изученных нами объектах составляет 0,44 %.

Детальные микроструктурные и биогеохимические исследования позволили подтвердить ранее установленный факт [3, 4], что структура раковин брахиопод такова, что каждый составляющий ее кристаллит окружен ламелярной пленкой органической матрицы, являющейся, по-видимому, цементирующим материалом. При этом содержание органического вещества находится в прямой зависимости от плотности «упаковки» кристаллитов, т. е. от пористости раковины. Чем более плотная и менее пористая раковина, тем больше в ней содержание $C_{орг}$. С нашей точки зрения, это объясняется тем, что непористые или малопористые раковины в меньшей степени подвержены процессам ранней фоссилизации, после завершения которой раковины становятся в данных условиях более устойчивыми против разрушающих агентов внешней среды.

По мнению одних исследователей [1], содержание $C_{орг}$ в скелетах организмов является функцией геологического времени, другие [5] — приводят данные об отсутствии такой связи.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что имеет место некоторая вариабельность концентраций $C_{орг}$ в раковинах замковых брахиопод из верхнемеловых отложений Северного Донбасса. Так, содержание этого биоэлемента в раковинах брахиопод 0,23—0,54 % и в среднем составляет 0,40 %, соответственно в туронских раковинах эти параметры выглядят следующим образом: 0,23—0,44 %, и 0,35 %, в кампанских теребратулидах — 0,66 %, в маастрихтских — 0,42—0,60 % и в среднем равно 0,50 %. Однако утверждать, что содержание органического углерода находится в прямой зависимости от геологического возраста нет оснований. По нашему мнению, концентрация $C_{орг}$ в значительной степени определяется условиями фоссилизации, которая сопровождается дублированием и обугливанием органической матрицы, что повышает ее химическую устойчивость в условиях агрессивной среды. Тем не менее среднее содержание $C_{орг}$ в проанализированных раковинах составляет 0,44 % и подчиняется общей закономерности в изменении содержания органического углерода в карбонатных скелетных образованиях мезозойских беспозвоночных организмов и вмещающих их пород Русской платформы, составляющее по Н. Б. Васильеву (1973) 0,47 %.

Список литературы: 1. *Вассоевич Н. Б.* Основные закономерности, характеризующие органическое вещество современных и ископаемых осадков//Природа органического вещества современных и ископаемых осадков. М., 1973. С. 11—79. 2. *Соколов В. С., Соколова Е. Т.* Определение карбонатов и углерода органических веществ//Химический анализ морских осадков. М., 1975. С. 17—24. 3. *Гамзав Г. А., Бирюкова А. Н.* Характер органического углерода в раковинах позднемиоценовых брахиопод восточной части Малого Кавказа//Вопросы палеобиогеохимии. 1986. С. 92—97. 4. *Голубев С. Н.* Кристаллофизические механизмы фоссилизации скелетных остатков//Изв. АН СССР. Сер. геол. 1984. № 3. С. 91—97. 5. *Абельсон Ф. Х.* Геохимия органического вещества//Геохимические исследования. М., 1961. С. 106—137.

Поступила в редколлегию 19.08.88

УДК 551.79(477.7)

Г. А. СМЫСЛОВ, Ю. Н. КАЦ

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАКОВИНАХ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ МОЛЛЮСКОВ

Для выяснения этапности биогенного накопления химических элементов в раковинах моллюсков Черного моря были построены графики изменения их среднего содержания (рис. 1, 2). Анализ этих графиков выявил ряд закономерностей.

Количество Na и Mg в раковинах в общем растет от чаудинского времени к карангатскому, что, несомненно, было обусловлено последовательным осолонением Черного моря и увеличением его связи с мировым океаном. Эти данные хорошо согласуются с данными об изменении таксономического состава моллюсков во времени. Средиземноморские формы первоначально были единичными, а затем резко преобладали. Высокое содержание Mg в раковинах карангатских и тобчикских моллюсков объясняется не только гидрохимическим фактором, но и ростом количества форм, обладающих кальцитовым скелетом. Тенденция в изменении содержания Mg в арагонитовых раковинах носит несколько иной характер [1].

Большая группа химических элементов: Fe, Mn, Cu, Ti, Ni, Al, V, Si указывает на более или менее устойчивое падение средних содержаний от нижнего плейстоцена к верхнему. Поскольку миграция этих элементов зависела в основном от интенсивности сноса с прилегающей суши, можно прийти к заключению, что на более ранних этапах плейстоценовой истории уровень Черного моря занимал более низкое положение, что согласуется с представлениями Н. И. Андрусова [2] и новейшими данными о низком положении плейстоценовых морских террас на относительно стабильном шельфе в северо-западной и западной частях Черного моря [3].

Изменения содержаний ряда химических элементов характеризуются цикличностью. Наиболее отчетливо эта тенденция про-

является по Sr и Mg у арагонитовых раковин, а также в какой-то мере по Si и Al. По-видимому, межледниковые эпохи, в пределах которых формировались террасы Черного моря, были различны по климатической характеристике: с более влажными эпохами были связаны максимумы накопления Sr, а с более сухими — максимумы накопления Mg.

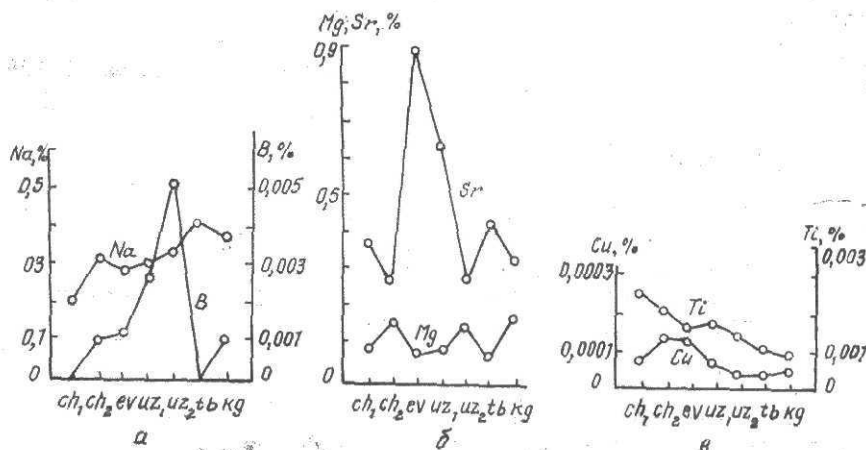


Рис. 1. Графики изменения среднего содержания B, Na, Mg, Sr, Cu, Ti в раковинах плейстоценовых моллюсков черноморского бассейна

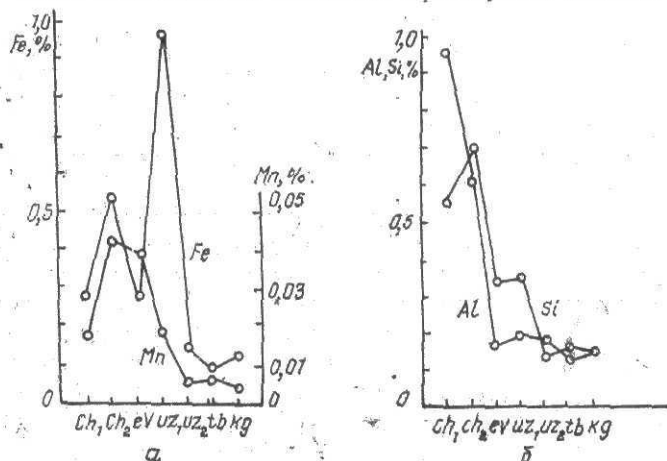


Рис. 2. Графики изменения среднего содержания Fe, Mn, Al, Si в раковинах плейстоценовых моллюсков черноморского бассейна

Таким образом, проведенные исследования позволяют выделить наряду с таксономическими, структурно-минеральными, фациальными и другими факторами, временной фактор биогенного накопления химических элементов. Этот фактор был обусловлен особенностями эволюции вод Черного моря и его берегов.

Список литературы: 1. Кац Ю. И., Смыслов Г. А. Некоторые закономерности биогенного накопления Mg и Sr в истории Азово-Черноморского бассейна в плейстоцене//Геология и география. 1976. Вып. 7, № 136. С. 19—23. 2. Калинин А. В. Новые данные по геологии западной части Черного моря и направление дальнейших исследований//Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей. К., 1984. 4. 1. С. 6—22. 3. Андрусов Н. Ч. Палеогеографические карты Черноморской области в верхнемиоценовую, плиоценовую и четвертичную эпохи//Бюлл. МОИП. 1926 (отд. геол.). № 3—4. С. 185—189.

Поступила в редколлегию 13.05.88

УДК 551.24

В. А. БЕЛЬСКИЙ

ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНАЯ ТЕКТНИКА И ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ РАЙОНА ВАХШ-ЯВАНСКОГО ТУННЕЛЯ (ТАДЖИКСКАЯ ДЕПРЕССИЯ)

Многолетняя практика работ по сейсмическому районированию территории Таджикской депрессии показала, что простирающие и конфигурация зон сейсмической опасности определяется новейшими разломами. Особенно важными являются сведения о позднечетвертичных и голоценовых движениях по разрывам, однако достаточно корректно наличие последних доказывается лишь в тех случаях, когда в автохтонах новейших надвигов обнаруживаются четвертичные отложения. Обнажения такого типа встречаются очень редко, поэтому обнаружение и описание указанных объектов может внести существенные коррективы в тектонические и сейсмико-тектонические схемы.

Интерес в этом плане представляют сведения о недавней активности северной части Сарсарьякского надвига (район пос. Бойпазы). Здесь русло Вахша отклоняется от восточного подножья хр. Сев. Каратау и образует излучину, огибающую с востока небольшой мыс, сложенный прочными карбонатными породами. В южной части последнего (примерно в 100 м от входного портала Вахш-Яванского туннеля и плотины Бойпазинской ГЭС) сохранился фрагмент древней долины р. Вахш, заполненной разнообразными терригенными отложениями общей мощностью до 26—27 м. Цоколь этой осадочной толщи расположен на высоте 38 м над руслом современного Вахша, т. е. формирование древней долины происходило в конце позднего плейстоцена.

В нижней части осадочного чехла палеодолины Вахша преобладают русловые галечники (3—6 м), сменяющиеся кверху аллювиальными песками с линзовидными прослоями пойменных сугликов и глин. Верхняя часть разреза представлена делювиально-пролювиальными сугликами (до 8—9 м). Днище древней долины

и вся толща выполняющих ее позднечетвертичных отложений рас-сечены крутым разрывом, поверхность которого погружается на восток под углом 75° . Это нарушение (Бойпазинский выброс) является крайней западной ветвью зоны Сарсаряжского надвига, основной «ствол» которого расположен восточнее, под руслом Вахша. Судя по смещениям базальных слоев руслового галечника вертикальная амплитуда Бойпазинского взброса достигает 15—17 м. При надвигании висячего крыла разлома (восточный борт палеодолины Вахша) четвертичные отложения лежащего крыла испытали тангенциальное сжатие и были смяты в асимметричную синклинальную складку. Западное ее крыло погружается под углом 20° , а к ядру складки наклон слоев возрастает до 45° . Вдоль осевой поверхности синклинали наблюдаются многочисленные субпараллельные трещины. Восточное крыло синклинали имеет наклон до 70° . Вблизи поверхности Бойпазинского надвига наблюдаются деформация и растрескивание галек.

Таким образом, большие дислокации позднечетвертичных отложений наблюдаются непосредственно у поверхности сместителя Бойпазинского разлома, а к западу они постепенно уменьшаются. В пределах взброшенного крыла позднечетвертичные отложения представлены только слабо дислоцированным базальным слоем русловых галечников. Судя по возрасту рыхлых отложений, заполняющих палеодолину Вахша, весьма активные подвижки по Бойпазинскому надвику происходили даже в голоцене. По сейсмологическим данным разломы такого типа в центральной части Таджикской депрессии могут генерировать мелкофокусные землетрясения силой до 8—9 баллов. Таким образом, «живой» Бойпазинский разголь представляет значительную опасность для сооружений, которые он пересекает (в первую очередь для Вахш-Яванского туннеля и плотины Бойпазинского водохранилища).

Поступила в редколлегию 05.01.89

УДК 551.491.5

Г. Г. МАЛЕВАНЫЙ, д-р геол.-минерал. наук,
О. Г. КУДРЯВЦЕВА

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ

Актуальность сохранения чистоты внешней среды, в частности водоемов, общепризнана, так как водоемы являются поставщиками ценнейших, не имеющих замены пищевых продуктов, а также служат культурно-оздоровительным целям.

Решение этой задачи своевременно, поскольку загрязненность водоемов достигла больших размеров.

К загрязнителям водоемов в первую очередь относятся нефть и нефтепродукты. Помимо прямого токсического действия компо-

нентов нефти, тяжелые фракции ее, осаждаясь на дно, уничтожают нерестилища и кормовую базу рыб, а легкие фракции образуют на поверхности пленку, препятствующую естественной аэрации воды.

Большой вред водоемам приносит сброс стоков химической промышленности, в которых содержатся различные кислоты, щелочи, фенолы, цианиды, загрязнители от производства тяжелого органического синтеза. Эти стоки, помимо органики, содержат большое количество различных минеральных веществ.

Загрязняют водоемы и стоки целлюлозно-бумажная и гидролизная промышленности, в которых находится большое количество органических и минеральных веществ, в растворенном и взвешенном состояниях, а также сточные воды металлургических и машиностроительных предприятий, содержащие различные кислоты, щелочи, масла, нефтепродукты, эмульсии, фенолы и т. д.

Бытовые стоки даже после их полной биологической очистки содержат много биогенных элементов — азота и фосфора, которые в процессе очистки лишь незначительно удаляются из воды, а в основном, меняют свою форму. Попадая на мелководные, хорошо прогреваемые места водохранилищ, азот и фосфор способствуют бурному «цветению» воды, в частности, развитию сине-зеленых водорослей. Кроме того, бытовые стоки могут бактериально загрязнять водоемы и служить источником распространения кишечных инфекций.

Серьезную угрозу для чистоты водоемов представляет поверхностный сток с территорий сельскохозяйственных угодий, содержащий пестициды и удобрения.

Уже в современных условиях хозяйственная деятельность человека привела почти к повсеместному загрязнению поверхностных водоемов, а во многих местах интенсивно происходит загрязнение водоносных горизонтов.

Единственным, действительно радикальным решением задачи защиты водоемов от загрязнения промышленными стоками является полное прекращение сброса их в водоемы.

Основным направлением должна быть разработка и внедрение совершенных безводных технологических процессов. В этом случае не только полностью исключается возможность какого-либо загрязнения водоемов, но и отпадает необходимость в затрате огромных материальных и трудовых ресурсов на строительство и эксплуатацию систем промышленной канализации и очистки сточных вод.

Разработка процессов должна стать главным в деятельности отраслевых научно-исследовательских и производственных организаций. Они также должны решить проблемы по извлечению из жидких производственных отходов ценных компонентов для их утилизации и по уничтожению и ликвидации этих отходов. Для этой цели необходимо строительство различных цеховых локальных установок.

К полному отключению канализации предприятия от водоема приведет внедрение 100 % водооборота. Такое решение проблемы не исключает, а, наоборот, предопределяет строительство и развитие совершенных систем очистки производственных сточных вод. Однако в этом случае перед технологами промышленности стоят важные задачи. Там, где пока невозможно заменить существующие водообильные процессы на безводные, важным окажется замена их на малообводненные процессы. При этом потребуются строить малообъемные, а, следовательно, и экономичные очистные сооружения.

Конечно, полностью вернуть сточные воды в системы оборотного водоснабжения пока еще не везде можно. Но опыт, в частности нефтеперерабатывающей промышленности, свидетельствует о том, что во многих случаях этот процесс может достигать 95—97 %.

Наконец, широкому внедрению оборотных систем водоснабжения и направлению в них отработанных вод для повторного использования будет способствовать разработка технически обоснованных количественных и качественных нормативов водопотребления.

Для успешного решения проблемы защиты водоемов необходимо при проектировании разрабатывать комплексные районные схемы водопотребления, отведения и очистки сточных вод. Только с помощью таких схем можно с наибольшим эффектом решить вопрос о системах водоснабжения отдельных объектов и всего промышленного района в целом, правильно учесть возможность повторного и многократного использования воды. Без таких схем нельзя правильно и экономично решать вопросы об использовании локальных и общих для района очистных сооружений от случайных аварийных сбросов промышленных сточных вод с токсичными загрязнителями.

Большое значение имеет и разработка схем водоснабжения, водоотведения и водоохраных мероприятий водоемов с учетом современного и особенно перспективного размещения населенных мест и промышленных предприятий. При этом будет достигнуто полное оздоровление и сохранена чистота окружающей человека водной среды.

Решению проблемы защиты водоемов будут способствовать расширение научно-исследовательских работ по установлению предельно допустимых концентраций веществ в воде водоема, дальнейшее совершенствование правил и требований к спуску сточных вод в водоемы, организация строгого контроля за выпуском стоков в водоемы, разработка принципов комплексной эксплуатации речных систем, в частности по обеспечению минимальных гарантированных полусугов в нижний бьеф гидроузлов.

Наконец, для защиты водоемов от загрязнения необходимо строительство сооружений для очистки и доочистки сточных вод, обеспечивающих необходимую степень обезвреживания стоков перед сбросом их в водоемы.

Для перечисленных мероприятий потребуется различное время. Поэтому главное внимание должно быть уделено строительству локальных установок, внедрению оборотных систем водоснабжения и строительству очистных сооружений и станций. При этом очистка и доочистка сточных вод должна рассматриваться в качестве совершенно необходимого мероприятия как на сегодняшний день, так и на отдаленную перспективу, поскольку они необходимы не только для обезвреживания жидкости, сбрасываемой в водоем, но и для ее подготовки при повторном использовании.

Поступила в редколлегию 05.05.88.

Физика пласта

- Абеленцев В. М., Сергеева Т. А. К вопросу о связи пластовых давлений с
фильтрационно-емкостными свойствами коллекторов . 74

Геоморфология, неотектоника

- Костриков С. В., Воробьев Б. Н., Мамницкий В. И. Методы исследования
влияния геолого-тектонического фактора на топологические и метричес-
кие свойства структурной сети рельефа . 79

Научные сообщения

- Шуменко С. И., Тяг Тек Сен Известковые нанофоссилии в позднеме-
ловых отложениях Прикаралья 86
Резниченко Л. А., Нарыжная Л. Л., Черников В. Ф. Находка скелета ма-
монта в Харьковской области 87
Дворовенко В. П. Современное состояние загрязнения подземных вод
в бассейне р. Казенный Торец 88
Путятин М. М. К вопросу о содержании органического вещества в ракови-
нах замковых брахиопод из верхнего мела Северного Донбасса 89
Смыслов Г. А., Кац Ю. И. Общие закономерности содержания химических
элементов в раковинах плейстоценовых моллюсков 92
Бельский В. А. Позднечетвертичная тектоника и оценка сейсмической опа-
сности района Вахш—Яванского туннеля (Таджикская депрессия) 94
Малевацкий Г. Г., Кудрявцева О. Г. Основные направления улучшения
санитарного состояния водоемов 95

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ВЕСТНИК ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 345

Геология и народное хозяйство

Редактор О. И. Григорьян
Художественный редактор Т. П. Короленко
Технический редактор Г. П. Александрова
Корректор Л. А. Емельянова

ОИБ № 13753

Сдано в набор 22.02.90. Подписано в печать 30.03.90. БЦ 1569
Формат 60×90/16. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печат
высокая. Печ. л. 6,25. Кр.-отт. 6,5. Уч.-изд. л. 7. Тираж 500 эк.
Изд. № 1859. Зак. 336. Цена 1 р. Заказное.

Издательство «Основа» при Харьковском государственном универ-
ситете.

310003 Харьков, ул. Университетская, 16.

Харьковская городская типография № 16,
310003 Харьков, ул. Университетская, 16.

