

К-14038
289706

ВЕСТНИК ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



№ 136

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ

ВЫПУСК 7 •



64 коп.



Геология и география, 1976, выпуск 7, 1—99,6.

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 136

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ

ВЫПУСК 7

ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ВИЩА ШКОЛА»
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРИ ХАРЬКОВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ХАРЬКОВ — 1976

Печатается по решению Ученого совета геолого-географического факультета Харьковского государственного университета (протокол № 5 от 3 января 1975 г.).

В вестнике помещены материалы научных сотрудников геолого-географического факультета Харьковского университета. В статьях рассматриваются вопросы стратиграфии, гидрогеологии, инженерной геологии, геоморфологии и экономической географии, имеющие прикладное и научное значение.

Рассчитан на научных работников и специалистов.

Редакционная коллегия:

О. И. Бублай (отв. секр.), *А. П. Голиков*, *Г. П. Дубинский*, *П. В. Зарицкий*, *П. В. Ковалев*, *И. И. Литвин*, *В. П. Макридин*, *Г. Г. Малеваный*, *Г. Д. Соболев* (отв. ред.).

Адрес редакционной коллегии:

310077, Харьков, 77, пл. Дзержинского, 4. Харьковский государственный университет, геолого-географический факультет, Тел. 40-17-69.

Редакция естественнонаучной литературы
И. о. зав. редакцией *Н. Н. Сорокун*

© Харьковский государственный университет, 1976.



УДК 551.735 : 311.16 (477.61/62)

Ю. А. БОРИСЕНКО, канд. геол.-минерал. наук

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ МОЩНОСТЬЮ ОТДЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА И МОЩНОСТЯМИ СЛАГАЮЩИХ ЕГО ПОРОД В КАРБОНЕ ДОНБАССА

При изучении каменноугольных бассейнов обычно предпринимается попытка выявить корреляционную зависимость мощности отдельных интервалов или циклов разреза от суммарной мощности, количества угольных пластов и даже мощности отдельных пластов угля в этих интервалах. В одних случаях такая зависимость, по-видимому, проявляется достаточно четко, в других — нет. Примером последнего, по нашему мнению, несмотря на высказанную ранее противоположную точку зрения, является карбон Донбасса.

Наиболее конкретные данные о связи между мощностями циклов и угольных пластов в донецком карбоне приводятся в работе М. Т. Кучеренко и др. «Исходя из того, что мощности отдельных стратиграфических интервалов пропорциональны мощностям свит, можно предположить, что и мощности отдельных угольных пластов также находятся в зависимости от мощностей отдельных стратиграфических интервалов» [2]. В подтверждение приводятся три графика по трем угольным пластам. По координатным осям каждого графика отложены мощности угольного пласта и мощности элементарного цикла, состоящего из трансгрессивного и сменяющего его регрессивного рядов фаций [2]. Анализ этих построений показал, что усредняющие линии достаточно неопределенны из-за сильного разброса точек.

Учитывая важность сделанных на основании этих графиков прогнозных выводов, определенный интерес может представлять проверка их с помощью статистических методов на обширном фактическом материале по карбону Донбасса.

Для проверки названных вопросов был выбран интервал $N_1^6 - N_2^H$, объединяющий несколько элементарных циклов. Он легко прослеживается на площади благодаря пограничным карбонатным горизонтам, богатым микрофауной, и хорошо изучен в юго-западной части Донбасса, включающей всю Кальмиус-Торецкую котловину и Главную антиклиналь. Помимо того, в пределах интервала имеется весь набор каменноугольных пород, образовавшихся в различных фациальных условиях. Интервал содержит угольные пласты n_1 , n_1^{1H} и n_1^{1B} переменной мощности.

Наблюдения и расчеты велись по полным разрезам более чем 600 скважин и обнажений.

Мощность интервала постепенно увеличивается в северо-восточном направлении от 70 м (скв. 8351) в юго-западной части Кальмиус-Торецкой котловины до 170 м (скв. 46б и 61ц) в юго-восточной части Бахмутской котловины. На фоне общей тенденции изменения мощности интервала отмечается довольно сложное расположение изопакит, проведенных на карте через 20 м.

Проанализируем первоначально распределение углей выбранного интервала на площади. Угольный пласт n_1 имеет мощность свыше 1 м южнее и юго-западнее линии Красноармейск—Макеевка (в тех местах, где он не уничтожен размывом) при мощности интервала 75—115 м. Следуя к северу по западному крылу Кальмиус-Торецкой котловины, отмечаем, что пласт

сначала расщепляется на два (0,5 и 1 м мощностью в скв. 3068), а затем на ряд мелких прослоек, каждый из которых имеет мощность 0,1—0,4 м (скв. от 10343 до 3292). В районе г. Доброполя большинство этих прослоек выклинивается и остается один мощностью 0,3 м (скв. от 10081 до 2632). При этом мощность интервала колеблется незначительно: от 82 до 102 м.

Аналогичным образом изменяется морфология угольного пласта n_1 на юго-восточном крыле Кальмиус-Торецкой котловины: в районе г. Ханженково он расщепляется на два прослойка (скв. 3329 и 4299), в районе г. Енакиево — уже на ряд мелких прослоек (скв. от 4180 до 1694), из которых в Бахмутской котловине остается лишь один угольный пласт непостоянной мощности 0,2—0,5 м (скв. от 1990 до 7045). Существенным отличием юго-восточного крыла Кальмиус-Торецкой котловины от западного является постепенное увеличение мощности интервала от 107 до 170 м.

Совершенно не зависят от мощности интервала также и мощности вышележащих угольных пластов n_1^{1n} и n_1^{1a} . Первый из них имеет рабочую мощность на большей части Кальмиус-Торецкой котловины и Главной антиклинали, достигая максимума 0,84 м в районе г. Дзержинска (скв. 1871), где мощность вмещающего интервала составляет 89 м. К западу от линии Красноармейск—Дружковка и к востоку от линии Горловка—Донецк мощность угольного пласта закономерно сокращается до 0,2—0,4 м при колебании мощности интервала от 82 до 94 м в первом случае (скв. от 10081 до 2632) и от 100 до 170 м — во втором (скв. от 3469 до 1694 и 7045).

Угольный пласт n_1^{1a} имеет рабочую мощность в крайней юго-западной части Кальмиус-Торецкой котловины. В северо-восточном направлении после линии Селидовка—Донецк мощность его постепенно сокращается и он совершенно исчезает северо-восточнее линии Доброполье—Ханженково. Уголь там не образовывался вследствие более раннего захвата начавшейся трансгрессией более северо-восточных районов по сравнению с районами юго-западными.

Еще далее к северу и северо-востоку — на восточном крыле Бахмутской котловины, на Корульском куполе и Терновском поднятии — перечисленные угольные пласты не встречаются совсем при мощности интервала 45—95 м.

Корреляционный анализ суммарной мощности угольных пластов и мощности вмещающего интервала показал, что связь между ними практически отсутствует (коэффициент корреляции — 0,03).

Таким образом, в разобранных примерах не наблюдается никакой зависимости мощности отдельного угольного пласта, суммарной мощности углей и количества пластов от мощности вмещающего интервала. Вместе с тем, в северо-восточном направлении намечаются общие черты фациальных изменений вмещающих угли пород, в прямой зависимости от которых находятся морфологические особенности угольных пластов. Легко выявляется прямая зависимость площади распространения и мощности угольных пластов от их местоположения в циклах низшего порядка [1].

Изученный интервал содержит два пласта песчаника $N_1^6Sn_1$ и $n_1Sn_1^{1n}$. Аллювиальный, а затем и дельтовый материал заместил в юго-западной части Донбасса значительную часть накопившихся к тому времени прибрежно-морских отложений, в том числе в отдельных местах и угольный пласт n_1 . В связи с этим важно было проверить, зависят ли мощности других пород, например песчаника $n_1Sn_1^{1n}$, от мощности вмещающего интервала.

Построение детальных карт и разрезов позволило дать фациальную характеристику и определить форму геологического тела песчаника $n_1Sn_1^{1n}$. В крайней юго-западной части Кальмиус-Торецкой котловины, где песчаник замещает значительную часть других пород и имеет мощность 40—50 м, представляется возможность измерить ширину бывшей аллювиальной долины, которая равна 17,5 км. Выклинивание песчаника на обоих бортах происходит очень резко на протяжении 1 км. На северном борту это хорошо видно по скв. 1471, 1478 и 1479. Южная граница бывшей долины фиксируется по сохранившемуся от денудации участку, где частично уцелел от размыва уголь-

ный пласт n_1 . В южном направлении песчаник быстро выклинивается, а угольный пласт достигает 2—3 м мощности в скв. 8380 и 8361.

Далее к северо-востоку аллювиальные фации песчаника сменяются фациями подводной дельты и бара. Песчаник разделяется на ряд рукавов, наиболее значительные из которых проходят по линиям Очеретино—Дружковка и Авдеевка—Угледорск. Между основными направлениями бывших потоков заметно сокращаются мощности песчаника, но он наблюдается повсеместно к востоку от линии Селидовка—Очеретино—Дружковка. Заметно изменяется песчаник и в разрезе: в местах преобладания фаций подводной дельты или бара он зачастую расщепляется прослойками алевролита с мелкой косоj разнонаправленной или волнистой слоистостью.

Эти изменения происходят на фоне увеличения мощности вмещающего интервала, таким образом, песчаник в центральных частях бассейна как бы вкладывается в увеличенный разрез без заметного размыва нижележащих пород.

Учитывая, что в нашем частном случае мощность песчаника незаконмерно уменьшается к северо-востоку и при этом постепенно увеличивается мощность вмещающего интервала, интересно было узнать, при каких условиях угольный пласт n_1 сохранился от размыва. С этой целью проведена линейная множественная корреляция для мощности интервала, мощности песчаника и расстояния от почвы песчаника до кровли угольного пласта, т. е. для мощности сохранившегося от размыва интервала над угольным пластом. При расчетах были учтены разрезы 280 скважин от г. Донецка примерно до г. Красногоровки. Частные коэффициенты корреляции показали слабую связь между выбранными величинами: 0,46, —0,54 и 0,2. Последний коэффициент свидетельствует о почти полном отсутствии корреляционной связи между мощностью изученного интервала и мощностью песчаника.

Таким образом, аллювиально-дельтовые песчаники оказываются «инородными» телами среди лагунно-морских отложений бассейна осадконакопления. Песчаный материал поступал не обязательно в места наибольших прогибов, хотя в региональном плане это положение правильно: направление аллювиально-дельтовых потоков в юго-западном Донбассе в среднем имеет северо-восточное направление, к центральным частям бассейна.

При этом неверно связывать усиление речной деятельности с отрицательными движениями погружающегося бассейна [4]. Проявление песчаников в разрезе и направление разгрузки аллювиально-дельтовых потоков в значительно большей степени зависело от вздымания области сноса. В одних случаях в карбоне Донбасса наблюдаются трансгрессивные интервалы, расчлененные пачками песчаников, образовавшихся при одновременном прогибании бассейна и омоложении области сноса. В других случаях аналогичные интервалы сложены глинистыми и карбонатными породами морских фаций, образовавшимися в условиях прогибания бассейна с очень дальним приносом обломочного материала с весьма пенеплезированного континента.

Получив отрицательный результат в выявлении зависимости мощности отдельных пластов (угля, песчаника и др.) от мощности вмещающего интервала, практическую ценность приобретает более широкая постановка вопроса: существует ли вообще зависимость между мощностью отдельного интервала каменноугольного разреза Донбасса и литологическим составом слагающих этот интервал пород, т. е. суммарной мощностью различных пород?

Для объективной оценки литологического состава пород интервала построена карта литоизогипс. В основу построения карты положен принцип группировки отложений в естественный ряд осадочной дифференциации (перераспределения) вещества с присвоением каждой породе индекса — условного цифрового обозначения [3]: конгломераты — 0, песчаники — 1, алевролиты — 2, аргиллиты — 3, известняки — 4. Возрастание условных цифровых обозначений пород ряда соответствует степени дисперсности и миграционной способности материала по мере удаления от области питания.

Модуль литологического состава для отдельных разрезов, выраженный в условных единицах, рассчитывался по правилу определения средневзвешен-

ного: индекс породы умножался на процентное содержание соответствующей породы и делился на 100. Линии литоизогипс проводились на карте через 25 условных единиц. Разрезы, в которых литомодуль превышал 200 единиц, относились к районам с преобладанием глинистой составляющей, а разрезы, где литомодуль был меньше 200, — к районам с преобладанием песчаной составляющей. Литоизогипсы отражают генетическую сторону осадков: увеличение литомодуля свидетельствует об эффективном удалении разрезом от области питания с учетом направления и активности миграции материала в процессе его перераспределения. При этом необходимо иметь в виду, что литомодуль не относит разрез к определенной фациальной зоне.

Построенная карта литоизогипс показывает, что наименьшие значения литомодуля располагаются в юго-западной части Кальмиус-Торецкой котловины, что свидетельствует о поступлении основной массы обломочного материала с юго-запада и с юга.

Чтобы выяснить зависимость мощности интервала от литологического состава, был проведен корреляционный анализ по материалам 612 скважин, для которых подсчитаны литомодули. Результаты анализа показали, что такая зависимость отсутствует, ибо коэффициент корреляции составляет 0,23.

ВЫВОДЫ

1. В карбоне Донбасса отсутствует прямая зависимость:

а) мощности отдельного интервала от литологического состава, т. е. от комбинации различных мощностей пород или суммарной мощности отдельных литологических разностей интервала;

б) мощности отдельного интервала от мощности отдельного пласта, будь то уголь, песчаник или другая литологическая разность, обособленная в пространстве;

в) мощности отдельного интервала от числа угольных либо других пластов.

2. Отсутствие указанных зависимостей в карбоне Донбасса отрицает их универсальный характер и не позволяет использовать для прогнозирования мощностей и распространения угольных пластов либо других полезных ископаемых.

3. Для суждения о степени промышленной угленосности различных частей разреза донецкого карбона и определения на этой основе рационального направления разведочных работ в различных районах необходимо проводить детальные палеогеографические и фациальные исследования по одному или нескольким циклам низшего порядка, ограниченным уверенно выделяемыми и хорошо прослеживаемыми маркирующими горизонтами на достаточно большой площади бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко Ю. А. О зависимости распространения угольных пластов донецкого карбона от их местоположения в циклах низшего порядка. — В сб.: Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование, т. 12, ч. 2, М., «Недра», 1973, с. 77—79.
2. Кучеренко М. Т., Пожидаев С. Д., Рудометов Б. П. О зависимости между мощностями циклов и угольных пластов в карбоне Донецкого бассейна. — «Докл. АН СССР», 1967, т. 172, № 4, с. 921—923.
3. Сементовский Ю. В. К методике составления литолого-фациальных карт. — «Учен. зап. Казанск. ун-та», 1965, т. 124, № 10, с. 7—16.
4. Шамрай И. А. Фациально-литологический очерк и условия формирования верхнекаменноугольных отложений в северо-восточной части Донбасса. — «Учен. зап. Ростовск. ун-та», 1954, т. 23, № 5, с. 45—60.

К ВОПРОСУ О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ РАСЧЛЕНЕНИИ ТУРОНСКИХ И КОНЬЯКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВАНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ КОККОЛИТОВ

В течение последних 20—25 лет появилось значительное количество работ, посвященных исследованию современного и ископаемого известкового нанопланктона. Это обусловлено все более широким внедрением в практику палеонтологических работ обычного светового и, особенно, электронного микроскопов. Основополагающие работы по классификации известкового нанопланктона принадлежат Дефляндру [18—20], Дефляндру и Феру [21], Блеку [13—14], Каратини [17], Брамлетту и Мартини [15], Рейнхарду [25], Гартнеру [22], Багри [16], В. Н. Векшиной [1], С. И. Шуменко [8—12] и др.

В нашей стране изучение известкового нанопланктона верхнемеловых отложений проводилось для Западно-Сибирской низменности — В. Н. Векшиной [1], восточной Украины и области Курской магнитной аномалии — С. И. Шуменко [10—12], Днепровско-Донецкой впадины — С. А. Любевой [6], северного склона Украинских Карпат — А. С. Григорович [2] и Прикаспийской впадины — О. Б. Дмитренко [3].

Настоящая работа представляет собой первую попытку исследования известкового нанопланктона из туронских и коньякских отложений юго-западной части Горного Крыма и использования этих ископаемых для стратиграфического расчленения указанных отложений. Определение кокколлитов проводилось главным образом с помощью светового микроскопа МБИ-6 и в некоторых случаях с помощью электронного микроскопа ЭМ-5.

В основу нашей работы положена стратиграфическая схема верхнемеловых отложений, разработанная Н. И. Маслаковой [7] на основании исследований фораминифер из тех же разрезов в окрестностях Бахчисарая, которые служили объектами и наших наблюдений. Туронские и коньякские отложения в Бахчисарайском районе особенно хорошо обнаружены в окрестностях с. Прохладное на северном склоне горы Сельбухра, в овраге Встреч, а также в овраге Аксу-Дере, расположенном от них в пяти километрах к югу (бассейн р. Качи). Здесь туронские отложения связаны постепенным переходом с сеноманскими и падают согласно с ними на северо-запад под углом 8—10°. Ниже приводим краткую литологическую и палеонтологическую характеристику (включающую наши данные об известковом нанопланктоне) стратиграфических подразделений, прослеживаемых в указанном районе.

Туронский ярус (K_2t). В разрезе туронского яруса Н. И. Маслаковой выделены две зоны, соответствующие нижне- и верхнетуронскому подъярусам.

Нижний турон, зона *Praeglobotruncana imbricata*. Эта зона представлена серыми и светло-серыми мергелями с прослоями белых. Для верхней части разреза характерны стяжения кремней. Мощность около 30 м. Зона согласно Н. И. Маслаковой охарактеризована следующим комплексом фораминифер: *Praeglobotruncana imbricata* (Morn.), *Praeglobotruncana oraviensis* (Scheibn.), *Globotruncana hagni* (Scheibn.), *Stensioina praeexculpta* (Kell.), *Gavelinella ammonoides* (Reuss), *Gavelinella kelleri* (Mjatl). Помимо фораминифер здесь встречены остатки и других беспозвоночных: *Inoceramus labiatus* Schloth., *Inoceramus hercynicus* Petr., *Concinni thyrus* sp., *Erimnaria* sp.

Комплекс кокколлитов, обнаруженный в этом стратиграфическом интервале, насчитывает 49 видов: *Arkhangelskiella cymbiformis* Veks., *Biscutum testudinarium* Black, *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud), *Broinsonia bevieri* Bukry, *Broinsonia parca* (Str.), *Coccolithus paenepelagicus* Stov., *Coccolithus dentatus* (Shum.), *Coccolithus parvidentatus* (Defl. et Fert), *Corollithion signum* Str., *Cretarhabdus crenulatus* Braml. et Mart., *Cretarhabdus con-*

cus Braml. et Mart., *Cretarhabdus surirellus* (Defl. et Fert), *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Ark.), *Cyclolithus gronosus* Stov., *Cyclolithus subtilis* Shum., *Cyclolithus inflexus* Kamptn. ex Defl., *Discorhabdus cruciatus* (Bukry), *Discorhabdus ignotus* (Görka), *Discorhabdus perforatus* Shum., *Kamptnerius magnificus* Defl., *Lithastrinus floralis* Str., *Lithraphidites carniolensis* Defl., *Microrhabdulus decoratus* Defl., *Microrhabdulus belgicus* Hay et Towe, *Microrhabdulinus tortus* Stov., *Micula staurophora* (Gard.), *Prediscosphaera cretacea* (Ark.), *Prediscosphaera catina* (Shum.), *Prediscosphaera propinqua* (Görka), *Parhabdolithus granulatus* Stov., *Parhabdolithus angustus* (Str.) *Staurolithites bohotniciae* (Görka), *Staurolithites octoradiatus* (Görka), *Stephanolithion laffittei* Noël, *Tetralithus pyramidus* Gard., *Tetralithus gothicus* Defl., *Watznaueria barnesae* (Black), *Watznaueria biporta* Bukry, *Zygodiscus bussoni* (Noël), *Zygodiscus lobatulus* (Lulj.), *Zygodiscus diplogrammus* (Defl.), *Zygodiscus variatus* (Carat.), *Zygodiscus chelmiensis* (Görka), *Zygodiscus egregius* (Shum.), *Zygodiscus erectus* (Defl.), *Zygodiscus macleodae* Bukry, *Zygodiscus amphipons* (Braml. et Mart.), *Gartnerago concavum* (Gart.), *Eiffellithus turriseiffeli* (Defl.). Согласно нашим наблюдениям исключительно к нижнетуронским отложениям приурочены немногочисленные и редко встречающиеся виды: *Discorhabdus cruciatus* (Bukry), *Discorhabdus perforatus* Shum., *Broinsonia parca* (Str.). Впервые в нижнем туроне появляются и распространены вверх по разрезу: *Broinsonia bevieri* Bukry, *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Ark.), *Coccolithus paenepelagicus* Stov., *Staurolithites octoradiatus* (Görka), *Stephanolithion laffittei* Noël, *Marthasterites furcatus* (Defl.), *Arkhangelskiella cymbiformis* Veks., *Broinsonia parca* (Str.), встречающиеся в единичных экземплярах. Остальные виды из рассматриваемого комплекса кокколлитов имеют широкий диапазон стратиграфического распространения и по отношению к нижнему турону являются «транзитными».

Верхний турон, зона Globotruncana lapparenti. Названная зона представлена белыми, крепкими, стилолитизированными известняками (20—25 м) и согласно Н. И. Маслаковой характеризуется следующим комплексом фораминифер: *Globotruncana lapparenti* Brot., *Praeglobotruncana inflata* (Bolli), *Sten-sioina praexculpta* (Kell.), *Gavelinella ammonoides* (Reuss), *Gavelinella berthelini* (Kell.), *Gavelinella kelleri* (Mjatl.), *Heterohelix globulosa* (Ehrenb.), *Praeglobotruncana imbricata* (Morn.), *Hedbergella agalarovae* (Vass.). Кроме того, здесь встречены: *Inoceramus lamarcki* Park., *Conulus subconicus* d'Orb., *Conulus subrotundus* Mont., *Scaphites geinitzi* d'Orb., *Cyclothyris cuvieri* (d'Orb.), *Rectithyris becksi* (Roem.), *Infulaster exoetricus* Forbes.

Комплекс кокколлитов, обнаруженный нами в описываемой зоне, представлен 33 видами. Он мало отличается от комплекса кокколлитов нижележащей зоны. Отличие позднетуронского комплекса от раннетуронского заключается в более редких находках: *Discorhabdus ignotus* (Görka), *Biscutum testudinarium* Black, *Parhabdolithus angustus* (Str.), *Watznaueria biporta* Bukry, *Zygodiscus bussoni* (Noël), *Zygodiscus erectus* (Defl.). В то же время в верхнем туроне чаще встречаются *Cyclolithus inflexus* Kamptn ex Defl., *Cyclolithus gronosus* Stov., *Tetralithus pyramidus* Gard., *Eiffellithus turriseiffeli* (Defl.). Кроме того, в изученных разрезах верхнего турона не были обнаружены *Cretarhabdus conicus* Braml. et Mart., *Cyclolithus subtilis* Shum., *Microrhabdulus belgicus* Hay et Towe, *Coccolithus paenepelagicus* Stov., *Coccolithus dentatus* Shum., *Coccolithus parvidentatus* (Defl. et Fert), *Staurolithites octoradiatus* (Görka), *Parhabdolithus granulatus* Stov. и другие, довольно часто встречающиеся в нижнетуронских отложениях. По нашим данным, из перечисленных видов исключительно для верхнего турона характерен только один редко встречающийся вид — *Zygodiscus skoglundii* (Forchh.). Виды *Arkhangelskiella clivosa* Shum., *Eiffellithus trabeculatus* (Görka), *Eiffellithus anceps* (Görka), впервые появляющиеся в верхнем туроне и проходящие вверх по разрезу, представлены немногочисленными экземплярами. Основу позднетуронского комплекса кокколлитов составляют часто встречающиеся виды, имеющие широкий диапазон стратиграфического распространения.

Таким образом, при достаточно тщательном анализе изменения состава комплексов кокколлитов может быть решен вопрос о положении границы между нижним и верхним туроном на исследуемой территории.

Проведенные сопоставления результатов наших наблюдений с данными других исследователей кокколлитов из разновозрастных отложений Днепровско-Донецкой впадины, Карпат и Прикаспийской впадины свидетельствуют о возможности использования этих ископаемых в целях корреляции разрезов с точностью до яруса. В частности, описанные нами комплексы туронских кокколлитов весьма сходны с таковыми из разновозрастных отложений северо-восточной части Днепровско-Донецкой впадины и области Курской магнитной аномалии. В этих комплексах насчитывается более 30 видов, среди которых наиболее важное значение имеют: *Broinsonia bevieri* Bukry, *Broinsonia parca* (Str.), *Arkhangelskiella clivosa* Shum., *Arkhangelskiella cymbiformis* Veks., *Zygodiscus egregius* Shum., *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Ark.), *Staurolithites octoradiatus* (Görka) и некоторые другие.

В туронском ярусе более западных районов Днепровско-Донецкой впадины насчитывается согласно С. А. Люльевой более 80 видов кокколлитов, причем около 40 из них являются общими с туронскими комплексами юго-западной части Горного Крыма. Среди общих видов наиболее важными являются: *Discorhabdus ignotus* (Görka), *Parhabdolithus granulatus* Stov., *Zygodiscus lobatulus* (Lulj), *Zygodiscus chelmiensis* (Görka), *Tetralithus pyramidus* Gard.

С территории Прикаспийской впадины (площади Телсу и Тепловская) О. Б. Дмитренко приводит список кокколлитов, включающий около 20 видов, являющихся общими с крымскими. Сложнее обстоит дело с сопоставлением по кокколлитам разрезов турона юго-западного Крыма и северного склона Карпат. В последних А. С. Григорович обнаружила около 8 видов кокколлитов, причем все они встречены нами в Крыму. Возникает вопрос, достаточно ли этого для коррекции разрезов? Вероятно, дальнейшее исследования помогут получить на этот вопрос однозначный ответ.

Коньякский ярус (K_2 Сп). Коньякские отложения литологически сходны с туронскими и образуют с ними единую толщу белых известняков. В разрезе коньякского яруса Н. И. Маслаковой выделено по фораминиферам две зоны, соответствующие его подъярусам.

Нижний коньяк, зона *Globotruncana coronata*—*Globotruncana renzi*. Данная зона представлена белыми крепкими известняками (3,5—4,0 м) и согласно Н. И. Маслаковой охарактеризована следующим комплексом фораминифер: *Stensioina emscherica* Baryshn., *Cibicidoides praeriksdalensis* (Vass.), *Globorotalites michelinianus* (d'Orb.), *Globotruncana renzi* Gand. Здесь также встречены *Inoceramus wandereri* And., *Inoceramus deformis* Meek., *Conulus subconicus* d'Orb., *Cyclothyris cuvieri* d'Orb., *Rectithyris becksii* (Roem.).

Комплекс кокколлитов, обнаруженных нами в нижнеконьякских отложениях, состоит из видов: *Parhabdolithus granulatus* Stov., *Stephanolithion laffittei* Noël, *Cribrosphaerella pchaleki* (Reinh.), *Kamptnerius magnificus* Defl., *Lithastrinus grilli* Str., *Lithraphidites grossopectinatus* Bukry, *Nannococcolithus simplex* Shum., *Zygodiscus cuneatus* Lulj., *Tetralithus obscurus* Defl., *Tetralithus gothicus* Defl., *Zygodiscus egregius* (Shum.), *Eiffellithus trabeculatus* (Görka), *Biscutum testudinarium* Black, *Cretarhabdus crenulatus* Braml. et Mart., *Cretarhabdus surirellus* (Defl. et Fert), *Cyclolithus gronosus* Stov., *Cyclolithus inflexus* Kamptn. ex Defl., *Lithastrinus floralis* Str., *Lithraphidites carniolensis* Defl., *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Ark.), *Tetralithus pyramidus* Gard., *Prediscosphaera cretacea* (Ark.), *Parhabdolithus angustus* (Str.), *Watznaueria barnesae* (Black), *Zygodiscus variatus* (Carat.), *eiffellithus anceps* (Görka), *Micula staurophora* (Gard.), *Zygodiscus acanthus* (Reinh.), *Arkhangelskiella cymbiformis* Veks., *Broinsonia bevieri* Bukry, *Cyclolithus subtilis* Shum., *Microrhabdulus decoratus* Defl., *Micula staurophora* (Gard.), *Staurolithites octoradiatus* (Görka), *Staurolithites bochoznicae* (Görka), *Zygodiscus diplogrammus* (Defl.), *Parhabdolithus elongatus* Stov., *Marthasterites furcatus* (Defl.), *Zygodiscus bussoni* (Noël), *Zygodiscus erectus* (Defl.), *Zygodiscus lobatulus* (Lulj.), *Prediscosphaera propinqua* (Görka), *Prediscosphaera catina* (Shum.), *Tergestiella margereli* (Noël), *Discorhabdus ignotus* (Görka), *Microrhabdulus tortus* Stov., *Watznaueria biporta* Bukry, *Eiffellithus turrisseiffeli* (Defl.), *Coccolithus paenepelagicus* Stov., *Coccolithus parvidentatus* Defl., et Fert, *Corollithion signum* Str. Из перечисленных видов исключительно в нижнем коньяке, причем в единичных экземплярах

встречается вид — *Lithraphidites grossopectinatus* Bukry. Впервые в рассматриваемых отложениях появляются *Cribrosphaerella pchaleki* Reinh., *Kamptnerius magnificus* Defl., *Lithastrinus grilli* Str., *Nannococcolithus simplex* Shum., *Tetralithus obscurus* Defl., *Zycolithus cuneatus* Lulj., более часто встречаемые в вышележащих ярусах. Остальные виды встречаются в разрезах нижнего коньяка исследуемой территории довольно часто и имеют широкое стратиграфическое распространение.

Верхний коньяк, зона *Globotruncana primitiva*. Зона представлена белыми известняками (1,5—2,0 м), содержащими по Н. И. Маслаковой комплекс фораминифер: *Globotruncana primitiva* Dalb., *Globotruncana coldrieriensis* Gand., *Praeglobotruncana klausii* Scheibn., *Globotruncana globigerinoides* (Marie), *Cibicidoides ariksdagensis* (Brot.), *Gavelinella thalmanni* (Brot.), *Gavelinella praefinifrasantica* (Mjatl.), *Eponides concinnus* Brot. Кроме того, здесь встречается *Inoceramus involutus* Sow.

В рассматриваемой зоне обнаружен комплекс кокколлитов, включающий 43 вида, из которых большинство известно уже в нижележащей зоне. Отличие исследуемого комплекса от раннеконьякского состоит прежде всего в том, что почти все, входящие в его состав виды представлены большим количеством экземпляров. Кроме того, в верхнеконьякских отложениях нами не были встречены: *Zycolithus cuneatus* Lulj., *Cribrosphaerella pchaleki* Reinh., *Coccolithus paenepelagicus* Stov., *Coccolithus parvidentatus* (Defl. et Fert), *Corollithion signum* Str., *Lithraphidites grossopectinatus* Bukry, *Prediscosphaera catina* (Shum.), *Prediscosphaera propinqua* (Görka), *Parhabdololithus elongatus* Stov., *Staurolithites bochothicae* (Görka), *Staurolithites octorhadiatus* (Görka), *Zygodiscus egregius* (Shum.) и некоторые другие. Согласно нашим наблюдениям в разрезе верхнего коньяка впервые появляются *Broinsonia dentata* Bukry, *Lithraphidites serratus* Shum., *Tetralithus quadratus* Str., в общем более характерные для вышележащих отложений.

Таким образом, полученные нами данные исследований кокколлитов расширяют возможности для решения вопросов о разграничении на территории Горного Крыма ниже- и верхнеконьякских отложений, а также коньякского и туронского ярусов. Они могут быть также использованы для корреляции разрезов коньякского яруса юго-западной части Горного Крыма с разрезами одновозрастных отложений Днепровско-Донецкой впадины, области Курской магнитной аномалии и Карпат.

Согласно С. И. Шуменко в коньяке северо-восточной части Днепровско-Донецкой впадины и области Курской магнитной аномалии содержится комплекс кокколлитов, включающий 49 видов, из которых около 30 являются общими с видами юго-западного Крыма. Наиболее важны в этом отношении *Coccolithus paenepelagicus* Stov., *Arkhangelskiella clivosa* Shum., *Broinsonia parca* (Str.), *Parhabdololithus angustus* (Str.), *Staurolithites octorhadiatus* (Görka), *Cretarhabdus surirellus* (Defl. et Fert) и некоторые другие.

В коньяке центральной и западной части Днепровско-Донецкой впадины согласно С. А. Любевой содержится около 70 видов, причем общими с изученными нами есть около 40 видов. Важнейшими среди них являются *Zygodiscus lobatulus* (Lulj.), *Kamptnerius magnificus* Defl., *Lithastrinus grilli* Str., *Tetralithus pyramidis* Gard. и другие.

Согласно А. С. Григорович в коньякских отложениях северного склона Украинских Карпат комплекс кокколлитов представлен 6 видами. Хотя все эти виды обнаружены нами в одновозрастных отложениях юго-западного Крыма, малочисленность их ставит пока под сомнение большую значимость кокколлитов для корреляции указанных разрезов. Несомненно, в этом направлении должны быть проведены более широкие дополнительные исследования.

Проведенные нами наблюдения свидетельствуют, что туронские и коньякские отложения исследуемой территории содержат большое количество кокколлитов, разнообразных к тому же в систематическом отношении. Уже первая предпринятая нами попытка показала, что эти ископаемые на границах указанных ярусов, а также их подъярусов (зон) испытывают определенные качественные и количественные изменения, указывающие на возможность использования кокколлитов наряду с другими группами ископаемых орга-

низмов для решения стратиграфических вопросов. Особенно важными нам кажутся перспективы применения кокколитов для корреляции разрезов. Задача в настоящее время состоит в уточнении данных об изменениях комплексов кокколитов на указанных стратиграфических рубежах и сопоставления по кокколитам разрезов туронских и коньякских ярусов с разрезами одновозрастных отложений различных районов мира.

Стратиграфическое распространение кокколитов в туронских и коньякских отложениях юго-западной части Горного Крыма

№ п.п.	Наименование вида	t_1	t_2	$сп_1$	$сп_2$
1	Arkhangelskiella cymbiformis Veks.	—	—	—	—
2	A. clivosa Shum.	—	—	—	—
3	Biscutum testudinarium Black	—	—	—	—
4	Braarudosphaera bigelowi (Gran et Braarud)	—	—	—	—
5	Broinsonia bevieri Bukry	—	—	—	—
6	B. parca (Str.)	—	—	—	—
7	B. dentata Bukry	—	—	—	—
8	Coccolithus paenepelagicus Stov.	—	—	—	—
9	C. dentatus (Shum.)	—	—	—	—
10	C. parvidentatus (Defl. et Fert)	—	—	—	—
11	Corollithion signum Str.	—	—	—	—
12	Cretarhabdus crenulatus Braml. et Mart.	—	—	—	—
13	C. conicus Braml. et Mart.	—	—	—	—
14	C. surirellus (Defl. et Fert)	—	—	—	—
15	Cribrosphaerella ehrenbergi (Ark.)	—	—	—	—
16	C. pchaleki Reinh.	—	—	—	—
17	Cyclolithus gronosus Stov.	—	—	—	—
18	C. subtilis Shum.	—	—	—	—
19	C. inflexus Kamptn. ex Defl.	—	—	—	—
20	Discorhabdus cruciatus (Bukry)	—	—	—	—
21	D. ignotus (Görka)	—	—	—	—
22	D. perforatus Shum.	—	—	—	—
23	Eiffellithus turriseiffeli (Defl.)	—	—	—	—
24	E. trabeculatus (Görka)	—	—	—	—
25	E. anceps (Görka)	—	—	—	—
26	Kamptnerius magnificus Defl.	—	—	—	—
27	Lithastrinus grilli Str.	—	—	—	—
28	Lithastrinus floralis Str.	—	—	—	—
29	Lithraphidites carniolensis Defl.	—	—	—	—
30	L. grossopectinatus Bukry	—	—	—	—
31	L. serratus Shum.	—	—	—	—
32	Marthasterites furcatus (Defl.)	—	—	—	—
33	Microrhabdulus decoratus Defl.	—	—	—	—
34	M. belgicus Hay et Towe	—	—	—	—
35	Microrhabdulus tortus Stov.	—	—	—	—
36	Micula staurophora (Gard.)	—	—	—	—
37	Nannococcolithus simplex Shum.	—	—	—	—
38	Prediscosphaera cretacea (Ark.)	—	—	—	—
39	P. catina (Shum.)	—	—	—	—
40	P. propinqua (Görka)	—	—	—	—
41	Parhabdololithus granulatus Stov.	—	—	—	—
42	P. elongatus Stov.	—	—	—	—
43	P. angustus (Str.)	—	—	—	—
44	Staurolithites bochoznicae (Görka)	—	—	—	—
45	S. octoradiatus (Görka)	—	—	—	—

№ п.п.	Наименование вида	t_1	t_2	cn_1	cn_2
46	Stephanolithon laffittei Noël	—		—	
47	Tergestiella margereli (Noël)		—	—	—
48	Tetralithus pyramidus Gard.	—	—	—	—
49	T. obscurus Defl.			—	—
50	T. gothicus Defl.	—	—	—	
51	T. quadratus Str.			—	—
52	Watznaueria barnesae (Black)	—	—	—	—
53	W. biporta Bukry	—	—	—	—
54	Zygodiscus bussoni (Noël)	—	—	—	—
55	Z. iobatus (Lulj.)	—	—	—	—
56	Z. diplogrammus (Defl.)	—	—	—	—
57	Z. variatus (Carat.)	—		—	—
58	Z. chelmiensis (Görka)	—		—	—
59	Z. egregius (Shum.)	—		—	
60	Z. acanthus (Reinh.)			—	
61	Z. erectus (Defl.)	—	—	—	—
62	Z. macleodae Bukry	—		—	—
63	Z. skoglundii (Forchh.)		—		
64	Z. amphipons (Braml. et Mart.)	—	—		
65	Z. cuneatus Lulj.			—	
66	Gartnerago concavum (Gartn.)	—			—

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Векшина В. Н. Кокколитофориды маастрихтских отложений Западно-Сибирской низменности. — Тр. СНИИГГИМС, 1959, вып. 2, с. 56—77.
2. Григорович А. С. Микрофитопланктон меловых и палеогеновых отложений северного склона Украинских Карпат. — БМОИП, отд. геологии, 1971, т. 2, с. 83—98.
3. Дмитренко О. Б. Находки и распространения кокколитов в меловых отложениях Прикарпийской впадины. — Изв. вузов. Нефть и газ, 1972, № 6, с. 3—4.
4. Люльева С. А. Кокколитофориды туронских відкладів Дніпровсько-Донецької западини. — «Геолог. журн.», 1967, т. 27, вип. 6, с. 91—98.
5. Люльева С. А. Вапнисті нанопланктон коньякських відкладів Дніпровсько-Донецької западини. — «Доп. АН УРСР, сер. Б», 1969, № 4, с. 309—310.
6. Люльева С. А. Про стратиграфічні комплекси коколітів з верхньокрейдових відкладів Дніпровсько-Донецької западини. — «Тектоніка і стратиграфія», 1972, вип. 4, с. 54—63.
7. Путеводитель экскурсий XII Европейского микропалеонтологического коллоквиума. Ч. I. Крым. М., Изд-во МГУ, 1971. 150 с.
8. Шуменко С. И. Электронномикроскопическое изучение кокколитофорид. — В кн.: Ископаемые водоросли СССР. М., «Наука», 1967, с. 93—96.
9. Шуменко С. И. Некоторые моменты онтогенеза изменчивости и систематики ископаемых кокколитофорид на основе электронномикроскопических исследований. — «Палеонтол. журн.», 1968, № 4, с. 32—37.
10. Шуменко С. И. Электронномикроскопическое изучение некоторых позднемеловых кокколитов юга Русской платформы. — «Палеонтол. журн.», 1969, № 2, с. 3—14.
11. Шуменко С. И. Электронномикроскопическое изучение микрорабдулид и их систематическое положение. — «Палеонтол. журн.», 1970, № 2, с. 18—25.

12. Шуменко С. И. Литология и породообразующие организмы (кокколитофориды) верхнемеловых отложений востока Украины и области Курской магнитной аномалии. Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1971. 164 с.
13. Black M. Coccoliths. *Endeavour*, 24, p. 131—137.
14. Black M. New names for some coccoliths taxa. — «*Proc. Geol. Soc. London*», 1967, s. 139—145.
15. Bramlette M. N., Martini E. The great change in calcareous nannoplankton fossil between Maestrichtian and Danian. — «*Micropaleontology*», 1964, vol. 396, N 10, p. 291—322.
16. Bukry D. Upper cretaceous coccoliths from Texas and Europe. — In: *Univ. Kansas Paleontol. Contrib.*, 1969, Article 51 (protista 2), Kansas-City, 1969, 119 p.
17. Caratini C. Etude des coccolithes du Cenomanien supérieur et du Turolien de la region de Rouen. — «*Thèse Faculté des Sci. Univ. d'Alger*», 1963, a, 12, 61 p.
18. Deflandre G. Classe des Coccolithophorides. — In: *Grasse Traité de Zoologie*, t. 1, Paris, 1952, p. 439—470.
19. Deflandre G. Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique. — «*Rev. Micropaleontol.*», 1959, a, 2, p. 127—152.
20. Deflandre G. Commentaries sur la Systématique et la Nomenclature des Nannofossiles calcaires. — «*Cahiers micropaleont.*», I. Generaliti, 1966, p. 1—9.
21. Deflandre G., Fert Ch. Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et electronique. — «*Ann. Paleontol.*», 1954, 40, p. 176—177.
22. Gartner S. Coccoliths and related Calcareous Nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas. — In: *Univ. Kansas Paleontol. contrib.*, 48. Protistal, Kansas-City, 1968. 56 p.
23. Manivit H. Les nannofossiles calcaires du cretace Francais (Aptien-Maestrichtien). — In: *Thèse Faculté des sciences Univ. d'Osay*, 1971. 206 p.
24. Perch-Nielsen K. Der teinbau und die Klassifikation der Coccolithen aus dem Maastrichten von Danemark. — In *Kong. Danske Videnskab. Selskab Biolog.*, Skifer, 16, Oslo, 1968. 161 S.
25. Reinhardt P. Zur Taxonomie und Biostratigraphie des fossilen Nannoplanktons aus dem Malm, des Kreide und Alttertiär Mitteleuropas. *Freinberg. Forsch.*, Paläont, Leipzig, 1966. 61 S.
26. Stover L. E. Cretaceous Coccoliths and associated nannofossils from France and the Netherlands. — «*Micropaleontology*», 1966, vol. 12, N 2, p. 133—167.

УДК 551.79 : 564(477.75)

Ю. И. КАЦ, канд. геол.-минерал. наук, Г. А. СМЫСЛОВ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРАТИГРАФИИ И УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Проблема расчленения и реконструкции условий формирования плейстоценовых отложений Черноморского бассейна является весьма актуальной в связи с расширением исследований морского шельфа. Для этих отложений выработано множество корреляционных схем, основанных на применении биостратиграфических [1, 2, 7—11], геоморфологических [10, 11] и отчасти физико-химических данных [4—6, 11]. Расшифровка палеогеографических обстановок плейстоцена основана преимущественно на интерпретации палеоэкологических данных [7—9].

Для решения рассматриваемой проблемы необходимо применение современных методов исследования: биогеохимического, радиохронометрического,

палеомагнитного и др. в сочетании с детальными биостратиграфическими, ритмостратиграфическими и эколого-тафономическими наблюдениями.

Настоящая работа представляет собой первый опыт применения таких комплексных исследований. Было изучено два опорных разреза плейстоцена в районе Тобечикского и Чокракского озер (Керченский полуостров). Собранные раковины моллюсков подвергнуты биогеохимическим исследованиям. Сведения о радиологическом возрасте были взяты из литературных источников [4—6, 11].

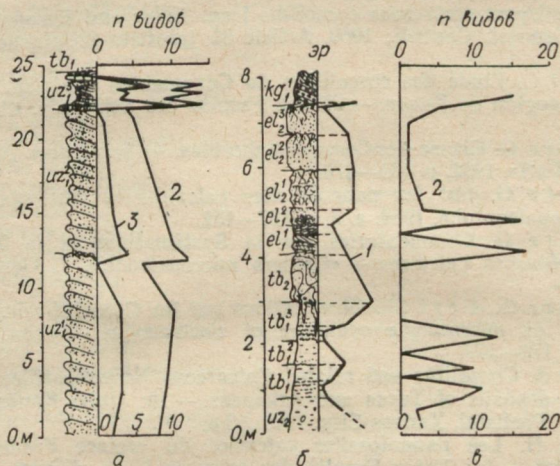


Рис. 1. Опорные разрезы четвертичных отложений: а — юго-восточная окраина Чокракского озера; б — северо-восточная окраина Тобечикского озера (Эльтигенский береговой обрыв); 1 — ритмограмма мощностей элементарных ритмов; 2 — график общего количества видов моллюсков в элементарном полуритме; 3 — график количества средиземноморских форм.

Стратиграфия. Объектом исследования послужили морские, лагунные, озерные и отчасти континентальные толщи среднего верхнего плейстоцена (узунларский—суроужский горизонты). Ниже приведены результаты ревизии этих отложений с описанием стратотипических разрезов новых подразделений.

Узунларский горизонт (рис. 1) складывается из двух подгоризонтов: нижнего — песчано-ракушнякового и верхнего — глинистого. Наиболее древние образования плейстоцена рассматриваемого района в естественных обнажениях представлены «палюдиновыми песками», залегающими, судя по наблюдениям, в шурфах [1] на древнеэвксинских отложениях. На юго-восточном берегу Чокракского озера описан следующий разрез нижеузунларского горизонта (снизу вверх):

$Q_2uz_1^1$. 1. Пачка монотонно косослоистых желтовато-серых мелкозернистых песков, детритовых известняков и ракушняков с многочисленными *Viviparus*, *Didacna*, *Dreissena*, *Theodoxus*, *Clessiniola*, обломками раковин устриц, редкими *Corbicula*, *Mytilaster* (по всему разрезу) *Scrobicularia* (в средней части), *Cardium* (в верхней части). Косые серии выдержаны по простиранию и имеют наклон около 30°. Каждый из слоев серии составляет по мощности в среднем 1—1,2 м и сложен в нижней части песком, а в верхней — ракушняком.

Схемы подразделений плейстоцена				Схемы стратиграфического расчленения плейстоцена Керченского полуострова				
Оледенения и межледниковья Русской равнины	Индексы альпийской шкалы	Лессовые горизонты и педокомплексы [3]	Морские террасы Кавказа и их радиометрический возраст [4, 11]	П. В. Федоров [10]	Л. А. Невесская [8, 9]	Предлагаемая схема		
						горизонты	подгоризонты	пачки
Послеледниковье		<i>h</i>	Черноморские (до 10,5 тыс. л.)	Черноморский г-т	Черноморский г-т	Черноморский горизонт		
Осташковское оледенение	<i>W₂</i>	<i>pts</i>		Эвксинско-хвалынский горизонт	Новозвксинский г-т	Сурожский (<i>Q₃sg</i>)	верхнесурожский? (озерные слои с Helicella)	<i>sg₂?</i>
Мологошекснинское межледниковье		<i>d</i> <i>d₃</i><i>d₂</i><i>d₁</i>	Сурожская (30—39 тыс. лет)		Послекарангатский горизонт		нижнесурожский (морские слои)	<i>sg₁³</i> <i>sg₁²</i> <i>sg₁¹</i>
Калининское оледенение	<i>W₁</i>	<i>bg</i> <i>v₁₋₃</i> <i>ud</i>		Верхнекарангатские слои	Верхнекарангатские слои (сл. 8)		верхнекарангатский (перерыв, hardground)	

Q₄₂₁². 2. Пачка известково-детритовых косослоистых пород, сходная по мощности и наклону косых серий с пачкой 1. В основании залегает фосфоритовый горизонт, сложенный галькой фосфатизованных миоценовых известняков — слабо окатанных, размером до 5 см. Совместно с галькой встречается большое число битой ракушки и целых раковин *Viviparus*. По простираанию наблюдается вторичная лимонитизация. В нижней половине пачки и в фосфоритовом горизонте встречаются раковины тех же видов, что и в слое 1, а также редкие улитки *Helicella*. Характерно преобладание *Cardium* и *Mytilaster* (наряду с *Viviparus*) и почти полное исчезновение *Didacna*. В кровле пачки встречены лишь *Viviparus*, *Dreissena*, *Cardium*, *Mytilaster*. Толща срезается горизонтально залегающими песчаниками верхней пачки, и видимая мощность составляет 9—10 м.

Q₄₂₁³. 3. Пачка песчано-конгломератовых ракушняковых линзовидно косослоистых пород. Конгломераты и галечники приурочены к вершинам косых серий. Помимо встречающихся ниже каспийских форм и средиземноморских (*Cardium*, *Mytilaster*, *Scrobicularia*) встречены единичные раковины мелких морских (*Bittium*, *Rissoa*, *Turbonilia*, *Tricolia*) и пресноводных (*Planorbis*) брюхоногих и мелкие раковины двустворок *Chione*, *Donax*. К кровле пачки приурочен прослой (до 0,5 м) буровато-серого среднезернистого песчаника без органических остатков. На его поверхности залегает маломощная корка водорослевого известняка, выше которого — глина с устрицами (тобечикский горизонт). Мощность 4—5 м.

Выход верхнеузулларского подгоризонта прослежен на северо-восточном берегу Чокракского озера. Он залегает на грядке ракушняков нижеузулларского подгоризонта. В основании подгоризонт сложен неяснослоистыми зеленовато-серыми рыхлыми песчанистыми алевролитами с *Didacna*, *Monodacna*, *Dreissena*, *Clessiniola*, *Micromelania*, *Theodoxus* и редкими *Corbicula*, а в верхней части — алевитистыми глинами с *Planorbis planorbis*, мелкими *Spisula*, редкими *Viviparus*, *Dreissena*. Мощность 1—1,5 м. Этот подгоризонт срезается карангатскими песчано-известковыми породами и конгломератами.

В районе Тобечикского озера над урезом воды Черного моря обнаружена лишь верхняя — глинистая часть подгоризонта: желтовато-зеленые глины с *Planorbis planorbis* и *Galba palustris* видимой мощностью до 2 м.

Тобечикский горизонт. В опорном Тобечикском разрезе залегает непосредственно на глинистых породах верхнеузулларского подгоризонта без видимых следов перерыва. В объеме этого горизонта снизу вверх выделяются:

Нижнетобечикский подгоризонт (Q_{42b1}). **Q_{42b1}¹.** 1. Пачка чередования желтовато-зеленых глин и ракушняков, имеющих ритмичное строение. Выделяются четыре элементарных ритма, в основании каждого из которых залегает маломощный прослой (до 3—5 см), переполненный ракушей. Горизонты с ракушей расположены в основании толщи и в 0,15, 0,25 и 0,35 м от подошвы пачки. В ракушках преобладают *Cardium edule* и *Abra ovata*, а несколько выше — *Raphia senescens*. Реже встречаются *Mytilaster*, *Hydrobia*, *Rissoa*, *Retusa*, *Bittium*, а также солоноватоводные (*Theodoxus*), пресноводные (*Planorbis*, *Galba*), наземные (*Chondrula*) формы. Мощность 0,65 м.

Q_{42b1}². 2. Пачка алевитистой глины с базальным гравийно-ракушняковым горизонтом в основании. Встречены редкие *Cardium*, *Mytilaster*, *Raphia*, *Abra*, *Hydrobia*, *Rissoa*, *Bittium*, единичные *Ostrea edulis* и *Nassarius reticulatus*. Пресноводные и наземные формы отсутствуют. Мощность 0,6 м.

Q_{42b1}³. 3. Пачка ритмичного чередования зеленовато-бурых алевроитов и глинистых песков с ракушняковыми горизонтами, расположенными в основании и на расстоянии 0,1, 0,2 и 0,3 м от подошвы пачки. Встречены *Cardium*, *Raphia*, *Mytilaster*, *Abra*, *Ostrea*, *Hydrobia*, *Rissoa*, *Bittium*, *Nassarius*, *Retusa*, единичные и наземные формы (*Helicella*), и зафиксировано первое появление *Solen*, *Pholas*, *Chione*. По горизонтам ракушняков прослежены клиновидные внедрения ее пород в нижележащие слои — мерзлотные клинья. Мощность 0,9 м.

В районе Чокракского озера в юго-восточных береговых обрывах встречен своеобразный выход нижнетобечикских глин, залегающих на нижеузулларских «палудиновых песках»:

$Q_2tb_1^{1-2}$. 1. Глина зеленовато-серая с пластовыми горизонтами водорослевого известняка в основании и в кровле. Встречены раковины *Cardium*, *Paphia*, *Ostrea*, *Nassarius*, *Bittium*. Мощность 0,20—0,25 м.

$Q_2tb_1^3$. 2. Глина зеленовато-серая с остатками толстостворчатых *Ostrea*, редких *Cardium*, *Paphia*, *Loripes*. Мощность 0,20—0,25 м. Перекрыты глины горизонтами песка и песчаника с *Cerithium vulgatum*.

Верхнетобечикский горизонт (Q_2tb_2). Зафиксирован лишь в опорном то-

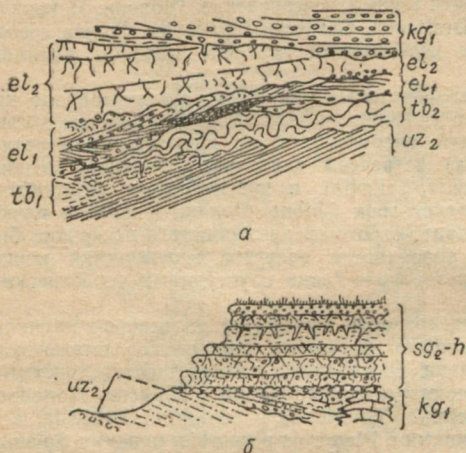


Рис. 2. Схемы взаимоотношений четвертичных отложений в разрезах береговых террас северо-восточных окраин Тобечикского (а) и Чокракского (б) озер.

бечикском разрезе и залегает на размытой неровной поверхности нижележащих верхнеузунарских и нижнетобечикских глин (рис. 2). Представлен желтовато-бурыми разнородными, местами ожелезненными глинистыми песчаниками, со следами мерзлотных смятий, образующих при выветривании шаровую отдельность. Органических остатков не обнаружено. Кровля слоя размыта. Мощность 0—1,2 м.

Эльтигенский горизонт (Q_2el). Несогласно срезает различные части тобечикского горизонта. В опорном тобечикском разрезе снизу вверх зафиксированы:

$Q_2el_1^{1a}$. 1. Буровато-коричневые грубозернистые косослоистые песчаники с базальной галькой, многочисленными раковинами морских моллюсков. Мощность 0—0,4 м.

$Q_2el_1^{1b}$. 2. Линзовидный

прослой зеленовато- и желтовато-серого алевролита со знаками ряби без фаунистических остатков. Местам несогласно срезает нижележащие морские и континентальные слои. Мощность 0,2 м.

$Q_2el_1^2$. 3. Коричневато-бурый плотный песчанистый косослоистый гравий с редкой галькой и многочисленными гнездообразными (и вихревидными) смиятиями со скоплением ракушечки. Кровля слоя весьма неровная. Мощность 0—0,3 м.

Слои 1, 3 содержат комплекс моллюсков, практически сходный с карангатским. Однако здесь отсутствуют карангатско-средиземноморские формы (*Acanthocardia tuberculata*, *Chama*), не живущие в настоящее время в Черном море [8]. Из наземных форм встречаются редкие *Helicella*. Выше со значительным несогласием залегает верхнеэльтигенский подгоризонт:

$Q_2el_2^1$. 1. Рыхлый палево-коричневый среднезернистый слоистый песчаник, пронизанный многочисленными ходами ракообразных. В основании содержит карманы, заполненные галькой и гравием. По всему слою встречаются раковины наземных брюхоногих *Helicella*, а в основании — редкие морские формы *Rissoa*, *Loripes*. Мощность 0—0,7 м.

$Q_2el_2^2$. 2. Более плотный палево-коричневый массивно-слоистый песчаник, пронизанный ходами ракообразных. В основании и в кровле более рыхлый и образует отчетливые ниши. Встречены многочисленные *Helicella*. Мощность 0—0,8 м.

$Q_2el_2^3$. 3. Песчаник, аналогичный слою 2. Кровля слоя неровная, с норами карангатских *Pholas*. По всему слою встречается *Helicella*. Мощность 0—0,7 м. Верхнеэльтигенские слои несогласно срезаются подошвой карангат-

ских слоев — галечников, гравийных песков с *Acanthocardia tuberculata* и другими ископаемыми. В разрезах Чокракского берегового обрыва верхнеэльтигенский горизонт отсутствует или представлен мало мощным ракушняково-галечным прослоем с *Viviparus*.

Карангатский горизонт (Q_3kg) имеет также двучленное строение. Стратотип «карангатского яруса» включает, по-видимому, лишь нижнюю — морскую трансгрессивную часть карангатского горизонта. Регрессивной фазе отвечает горизонт ожелезненного твердого грунта, развитый по поверхности песков с водорослево-серпуловыми биогермами на восточном берегу Чокракского озера. В Эльтигенском разрезе этот перерыв фиксируется находками раковин наземных моллюсков *Helicella* и солоноватоводных *Hydrobia ventrosa* и *Theodoxus pallasi* в средней части карангатско-сурожской морской толщи.

Нижнекарангатский подгоризонт (Q_3kg_1) в районах Чокракского и Тобечикского озер представлен тремя фаціальными комплексами: гравийно-галечным, песчано-ракушняково-биогермным и илесто-ракушняково-биогермным, последовательность размещения которых отвечает удалению от береговой линии раннекарангатского бассейна. По фаціальным, эколого-тафономическим и биостратономическим особенностям (разнообразие видового состава морских организмов в элементарном ритме) в нижнекарангатском подгоризонте выделяются 3—4 более дробных ритма, отвечающих колебанию уровня раннекарангатского морского бассейна. В ряде случаев эти осцилляции обусловили изменение ритмоседиментационных и биогеохимических характеристик осадочной толщи.

Сурожский горизонт (Q_3sg) залегает со скрытым перерывом на карангатском. Вопрос о наличии рассматриваемого горизонта на Керченском полуострове является дискуссионным: радиоуглеродные датировки [4] не могут служить основанием для выделения сурожских отложений, а более достоверные определения возраста сурожских моллюсков по иониево-урановому методу имеются лишь для террас Таманского полуострова и Кавказа [11]. Наличие описанного выше скрытого перерыва внутри верхнекарангатской (в старом понимании) морской толщи, резкое изменение непосредственно выше этого перерыва эколого-тафономической и фаціальной характеристики разреза (исчезновение биогермов, раковин стеногалинных моллюсков, появление эвригалинных форм) свидетельствует о наличии сурожского трансгрессивного комплекса в районах Чокракской и Тобечикской эрозионно-тектонических впадин. Морские сурожские отложения, выделенные нами как нижне-сурожский подгоризонт (Q_3sg_1), в нижней части представлены песчаной, местами фосфоритной (Чокракский разрез) толщей, а в верхней части — ракушняковой и детритовой толщей. Судя по графику изменения количества видов морских организмов в элементарном ритме, сурожская трансгрессия подразделялась на 3 этапа (рис. 3).

Верхнесурожский подгоризонт (?) — черноморский горизонт (Q_{3+4}). На северо-западном берегу Чокракского озера нами изучена ритмически построенная толща песчаников и суглинков мощностью до 2—3 м, залегающая с угловым несогласием на узунларских, карангатских и сурожских отложениях (см. рис. 2). Эта толща включает остатки наземных (*Helicella*, *Chondrula*), пресноводных (*Planorbis*) моллюсков и пронизана норами ракообразных. Судя по стратиграфическому положению и биогеохимическим данным, (высокому содержанию Mg в раковинах *Helicella*), рассматриваемая толща отлагалась в древнем Чокракском озере преимущественно в послеледниковую эпоху. Однако не исключено, что начало ее формирования отвечает какому-то этапу оштаковского оледенения, т. к. раковины *Helicella* из низов данной толщи имеют такое же содержание Mg , как и позднеельтигенские, позднекарангатские и самые молодые раннесурожские *Helicella*.

Краткий палеоэкологический анализ. Литолого-палеоэкологические и тафономические наблюдения приводят нас к заключению, что рассмотренные выше горизонты плейстоцена включают морские, лагунные, озерные, дельтовые и континентальные образования.

Морские комплексы органических остатков захоронены в нижнетобечикском, нижнеэльтигенском, нижнекарангатском и нижнесурожском подгоризонтах.

Здесь встречаются многочисленные *Ostreidae*, *Solenidae*, редкие *Lucinidae* (*Loripes*), *Retusidae* (*Retusa*), явно тяготеющие к бассейнам с нормальной или несколько пониженной соленостью. Эти данные опровергают сложившиеся представления [9, 10] о лиманном характере отложений, залегающих ниже типичного карангата. Присутствие здесь форм, широко развитых в лиманах (*Abra*, *Rissoa*, *Hydrobia*), связано с илистым характером субстрата раннетобечикского бассейна. Палеоэкологические данные [7—9] свидетельствуют о более значительной солености бассейна на ранней стадии карангатской

трансгрессии (средний карангат по Л. А. Невеской).

Лагунный комплекс моллюсков (*Cardium edule*, *Hydrobia ventrosa*, *Theodoxus pallasii*) захоронен в низах сурожских отложений эльтигенского разреза.

Озерный тафономический комплекс приурочен к позднеузунарским глинам, позднеэльтигенским и послесурожским песчанникам и суглинкам, пронизанным ходами ракообразных. Последние явно свидетельствуют о водных условиях седиментации, несмотря на присутствие многочисленных остатков наземных брюхоногих *Helicella*. Представители этого рода и сейчас распространены на побережьях Чокракского и Тобечикского озер. Следует отметить, что наземные ксерофильные *Helicella* отсутствуют в позднеузунарских глинах, что может свиде-

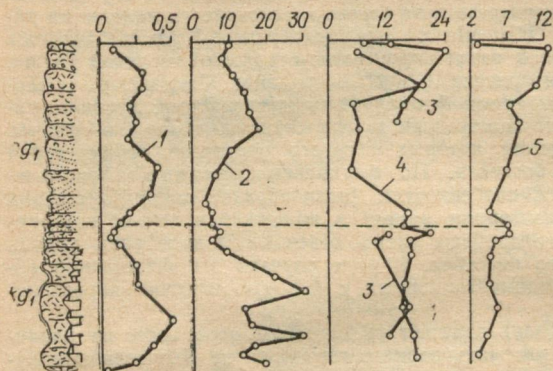


Рис. 3. Схема сопоставления ритмостратиграфических, биостратиграфических и геохимических характеристик разрезов карангатских и сурожских отложений Эльтигенского разреза: 1 — ритмограмма мощностей элементарных ритмов; 2 — график видового разнообразия средиземноморских моллюсков; 3 — кривая содержания Mg в раковинах *Ostrea* ($n \cdot 10^{-1}\%$); 4 — кривая содержания Mg в раковинах *Cardiidae* и *Veneridae* ($n \cdot 10^{-2}\%$); 5 — кривая содержания Sr в раковинах *Cardiidae* и *Veneridae* ($n \cdot 10^{-1}\%$).

тельствовать о формировании этих отложений в условиях влажного относительно холодного климата.

Дельтовый комплекс приурочен к косослоистым песчано-галечно-ракушнякавым образованиям нижеузунарского подгоризонта. Только таким образом можно объяснить наличие в этой толще с однонаправленной выдержанной по простиранию косой слоистостью смешение в одном слое морских (средиземноморских), солоноватоводных (каспийских), пресноводных и наземных форм. Встречающиеся здесь раковины *Unionidae* имеют плохую сохранность и несут следы транспортировки.

Континентальные образования — верхнетобечикские суглинки со следами мерзлотных смятий — органических остатков не содержат. Отсутствие здесь *Helicella*, развитых в сухие относительно теплые вюрмские, ледниковые эпохи, может свидетельствовать о значительном похолодании, соответствующем интенсивному радиационному минимуму одной из стадий днепровского оледенения.

Ритмостратиграфический анализ. Результаты исследования ритмичности, слоистости и циклического строения осадочных толщ средне- и позднеплейстоценовых бассейнов Керченского полуострова позволили выявить ряд ста-

дий их развития. Каждой из стадий отвечает один крупный седиментационный цикл, включающий две фазы: трансгрессивную (морскую) и регрессивную (континентальную, озерную или лагунную). Внутри этих стадий по данным анализа элементарных ритмов и кривых численности видов (см. рис. 1) выделяются более дробные этапы седиментации, отвечающие более высокому порядку колебаний уровня и физико-географических обстановок седиментационных бассейнов. Эти данные послужили основой для корреляции дробно стратифицированных прибрежных комплексов отложений Керченского полуострова с детально изученными [3] отложениями степной внеледниковой зоны (см. таблицу).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическая история Черного моря. — «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы», отд. геол., 1932, № 10, вып. 1, с. 3—104.
2. Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическое строение и история развития Черного моря. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1938, с. 149—176.
3. Веклич М. Ф., Сиренко Н. А. Палеопедология. Палеогеографические исследования. Киев, «Наукова думка», 1974. 216 с.
4. Геохронология СССР, т. III. Новейший этап (поздний плиоцен-четвертичный период). Под ред. В. А. Зубакова. Л., «Недра», 1974. 359 с.
5. Зубаков В. А., Кочегура В. В. Опыт межрегиональной магнито-стратиграфической корреляции. — Проблемы периодизации плейстоцена. Л., «Недра», 1971, с. 275—287.
6. Зубаков В. А., Кочегура В. В. Хронология новейшего этапа геологической истории СССР (от 3 000 000 до 60 000 лет). — В кн.: Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л., «Недра», 1973, с. 39—74.
7. Ильина Л. Б. История гастропод Черного моря. — «Труды палеонтол. ин-та АН СССР». М., «Наука», 1966, т. 110. 196 с.
8. Невеская Л. А. Определитель двустворчатых моллюсков морских четвертичных отложений Черноморского бассейна. — «Труды палеонтол. ин-та АН СССР». М., «Наука», 1963, т. XCVI. 138 с.
9. Невеская Л. А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология. — «Труды палеонтол. ин-та АН СССР». М., «Наука», 1965, т. 105. 319 с.
10. Федоров П. В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. — «Труды геол. ин-та АН СССР», 1963, вып. 88. 149 с.
11. Muratov V. M., Ostrovsky A. B., Fridenberg E. O. Quaternary stratigraphy and paleogeography on the Black Sea coast of Western Caucasus. Boreas, vol. 3, Oslo, 1974, p. 49—60.

УДК 551.79(477.75)

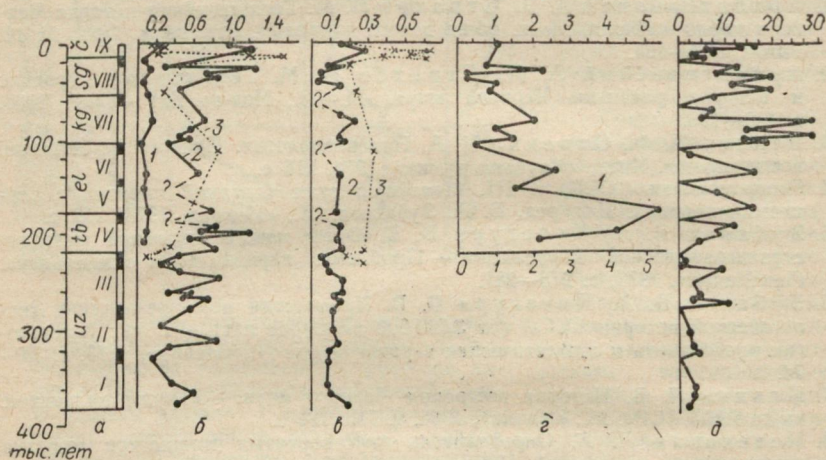
Ю. И. КАЦ, канд. геол.-минерал. наук, Г. А. СМЫСЛОВ

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ БИОГЕННОГО НАКОПЛЕНИЯ МАГНИЯ И СТРОНЦИЯ И ИСТОРИЯ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

В последние годы наметилось существенное расширение исследований в области геохимической палеонтологии морских организмов мезозоя и кайнозоя СССР [2—6]. Установлено [4], что основными биогенными концентраторами микроэлементов в плейстоценовом Азово-Черноморском бассейне являлись двустворчатые и брюхоногие моллюски.

Наибольшее значение для расшифровки палеогеографических обстановок формирования древних отложений имеют данные о геохимии Mg и Sr. Разные таксоны двусторчатых и брюхоногих моллюсков обладают избирательной способностью концентрировать эти микроэлементы [4, 6], что обусловлено различием минерального состава раковин.

Материал и методика исследований. Изучены послойные сборы раковин морских, солоноватоводных, пресноводных и наземных моллюсков из двух опорных сводных разрезов плейстоцена Керченского полуострова—Чокракского и Тобечикского. Дополнительно привлечены сборы моллюсков из двух донных колонок голоценовых отложений Черного моря, любезно предоставленные Л. А. Невеской, и материал из азовской террасы Молочного лимана. В процессе исследования рассматриваемые отложения были охвачены



Биогеохимическая и палеофаунистическая характеристика сводного разреза плейстоценовых отложений Чокракского и Тобечикского озер: а — геохронологическая и ритмостратиграфическая шкала; б — графики содержаний Mg; в, г — графики содержаний Sr; д — график изменения количества видов средиземноморских моллюсков в элементарном седиментационном ритме; 1 — *Ostrea edulis*; 2 — *Cardiidae*, *Veneridae*; 3 — *Pulmonata*.

комплексными литолого-палеоэкологическими, биостратиграфическими, ритмо-седиментационными и биогеохимическими исследованиями. Массовые биогеохимические определения Mg и Sr осуществлены для представителей семейств *Ostreidae* (*Ostrea*), *Pectinidae* (*Chlamys*), *Solenidae* (*Solen*), *Cardiidae* (*Cardium*, *Parvicardium*, *Didacna*, *Monodacna*) и *Veneridae* (*Paphia*), а также для наземных моллюсков *Helicella*. Раковины перечисленных организмов наиболее часто встречаются в разрезах и в ряде случаев являются основными породообразователями. Единичные определения Mg и Sr предприняты для раковин *Corbicula*, *Dreissena*, *Viviparus*, *Planorbis*, *Galba*, *Chondrula* и др. Анализы выполнены в лаборатории кафедры геологии и палеонтологии по методике, описанной ранее [3, 4].

Данные определения содержания Mg и Sr в раковинах были сведены в графики, которые сопоставлялись с ритмограммами мощностей и кривыми количества видов моллюсков в элементарном ритме (см. иллюстрации к статье Ю. И. Каца и Г. А. Смыслова в настоящем сборнике).

На основании имеющихся в литературе опорных датировок физического возраста плейстоценовых отложений Черноморского бассейна кривые изменения содержаний микроэлементов для представителей различных биогеохимических групп моллюсков и кривые видового разнообразия были помещены

на сводную геохронологическую шкалу плейстоцена рассматриваемого региона (см. рисунок).

Основные результаты исследований. Анализ результатов, полученных в процессе полевых и лабораторных исследований, сводится к установлению следующих закономерностей:

1. Кривые распределения Mg и Sr в раковинах плейстоценовых субаквальных моллюсков в основных чертах сходны с ритмограммами мощностей элементарных ритмов I порядка и графиками видового разнообразия.

2. В пределах седиментационных ритмов II порядка: I, II, III узунларских, тобечикского, I эльтигенского, II эльтигенского, карангатского и сурожского, изменение содержания Mg и Sr в раковинах моллюсков имеет волновой характер, причем максимальные значения содержаний тяготеют к трансгрессивной, а минимальные — к регрессивной части ритма.

3. Содержание Mg в раковинах *Ostrea edulis* (по данным спектрального анализа) в общем понижалось от тобечикского к черноморскому времени; минимальные количества Mg содержатся в кальците сурожских устриц.

4. Содержание Mg в раковинах морских и солоноватоводных моллюсков, обладавших арагонитовой раковиной, на порядок ниже, чем у форм с кальцитовым скелетом, а изменения содержаний этого микроэлемента по разрезу малоконтрастны. Однако, на графике (рис. 1 в) отчетливо выделяются два минимума — позднеузунларский и сурожский.

5. Содержание Mg в раковинах наземных и пресноводных моллюсков несколько выше, чем у морских и солоноватоводных арагонитовых форм. Наименьшим количеством Mg обладали *Helicella*, захороненные в самых верхах сурожских морских отложений, в основании надсурожской озерной толщи Чокрака, *Planorbis* и *Galba* из позднеузунларских озерно-лиманских глин, а также современные наземные формы. Максимум содержаний Mg имеют *Helicella* из средней части надсурожской озерной толщи Чокракского разреза, относящейся, вероятно, к голоцену.

6. Количество Sr у кальцитовых форм на порядок ниже, чем у арагонитовых, однако график изменения содержания этого микроэлемента в общих чертах повторяет закономерности его распределения во времени у арагонитовых форм.

7. Изменения содержаний Sr в раковинах морских и солоноватоводных моллюсков с арагонитовой раковиной весьма контрастны (рис. 1, б). Наиболее отчетливые минимумы (до 0,2%) на графике колебаний Sr в раковинах приурочены к регрессивной части I и III узунларского ритмов. Максимальные количества Sr (>1%) содержатся в раковинах тобечикских, сурожских и черноморских моллюсков.

8. Наземные и пресноводные моллюски из голоценовых и позднеузунларских отложений содержат наименьшие количества Sr. Раковины *Helicella* из средней части послесурожской песчано-детритовой толщи Чокракского озера обладают наибольшим содержанием Sr.

9. Содержание рассматриваемых нами микроэлементов в раковинах *Helicella* зависит от возрастной стадии: юные экземпляры характеризуются повышенным количеством Mg и Sr, по сравнению со взрослыми раковинами.

Обсуждение результатов. Анализ содержаний микроэлементов в раковинах морских, солоноватоводных, пресноводных и наземных моллюсков из плейстоценовых отложений Азово-Черноморского бассейна свидетельствует о связи биогенного накопления Mg и Sr с крупными этапами климатических изменений и с характером развития трансгрессий и регрессий. Понижение содержаний Mg в раковинах субаквальных моллюсков по мере перехода к регрессивной части ритмов II порядка и, напротив, повышение содержания Mg в раковинах из трансгрессивной части свидетельствует о связи режима трансгрессий и регрессий рассматриваемого бассейна с эпохами оледенений и межледниковий, т. к. накопление в раковинах Mg контролировалось прежде всего температурой водной среды [2].

Совершенно неясным остается вопрос о режиме накопления магния в раковинах наземных моллюсков. Если считать, что надсурожские отложения

Чокракского озера относятся к голоцену, то характер биогенного накопления Mg в раковинах наземных моллюсков (*Helicella*) в общем сопоставим с особенностями накопления этого элемента у субаквальных форм. В таком случае это должно было бы объясняться изменением характера биогенной миграции Mg через цепи питания. Однако, анализ раковин современных *Helicella*, обитающих на побережьях Чокракского и Тобечикского озер, показывает, что содержание в них Mg в общем такое же, как и у древних (позднеэльтигенских и других) форм, обитавших в период оледенений.

На основании данных изменения Mg в раковинах плейстоценовых устриц (рис. 1, г) можно было бы сделать вывод об общей тенденции к похолоданию от тобечикско-эльтигенского к черноморскому времени. Однако на основании одних лишь спектрально-аналитических определений такое заключение не может быть правомочным. Справедливым является лишь заключение об общей холодноводности сурожского бассейна, т. к. минимальные содержания близки к истинным и допускают осуществление палеотемпературных интерпретаций. В таком случае, весьма реальным является сопоставление эпохи сурожской трансгрессии с холодным межледниковьем «Гражданский prospect» [1].

Изменение общего количества биогенного Mg в плейстоценовых отложениях Азово-Черноморского бассейна зависело не только от характера температурного режима, но и от особенностей развития трансгрессий. Общий ход направленности трансгрессий Черноморского бассейна зависит не от глобальных, а от локальных и региональных факторов и определялся историей развития порогов. В течение плейстоцена последовательно увеличивалась связь Азово-Черноморского бассейна со Средиземноморским и терялась связь с Каспием. Это явление хорошо иллюстрируется графиком изменения видового разнообразия средиземноморских форм (рис. 1, д). По мере заселения рассматриваемого бассейна средиземноморскими иммигрантами изменялся и общий объем биогенного Mg. Особенно резкое увеличение объема биогенного Mg наблюдалось в эпохи проникновения организмов, обладавших кальцитовым и магnezияльно-кальцитовым скелетом. В карангатском море эти организмы образовывали органогенные постройки, сложенные устрицами, водорослями и серпулами.

Биогенное накопление Sr в Азово-Черноморском бассейне в течение плейстоцена испытывало существенные изменения. Однако, содержание этого микроэлемента в раковинах, по-видимому, существенно не зависело от температуры водной среды и общей солености бассейна [2], если не учитывать наличие форм с кальцит-арагонитовым скелетом. Согласованность кривых распределения Mg и Sr в раковинах с кривой изменения видового разнообразия не позволяет сделать вывод о зависимости биогенного накопления Sr от ритмики трансгрессий и регрессий, хотя график изменения Sr, пожалуй, наиболее отчетливо иллюстрирует последовательность развития трансгрессий и регрессий. Биогенная концентрация Sr в раковинах зависела прежде всего от особенностей миграции этого элемента в морской бассейн с прилегающих массивов суши и от характера развития процессов гипергенеза. Естественно, что интенсивность процессов выветривания и формирования водотоков была различной в эпохи развития нивального и гумидного климатов.

Результаты, изложенные в настоящей работе, безусловно, носят предварительный характер и являются лишь опытом применения комплексных биогеохимических исследований Азово-Черноморского плейстоцена. Перспективой дальнейших работ является расширение исследований по предложенной нами методике, наряду с привлечением других физико-химических методов (радиометрического датирования, палеомагнитной корреляции и проч.).

Если вариант геохронологической корреляции плейстоцена, предложенный нами, отвечает действительности, обращает на себя внимание связь режима трансгрессий Черного моря с ритмом порядка 41 тыс. лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геохронология и периодизация плейстоцена северо-запада Русской равнины. — В кн.: Проблемы периодизации плейстоцена. Л., 1971, с. 138—169. Авт.: М. И. Вигдорчик, В. Г. Ауслендер, П. М. Долуханов и др.
2. Кац Ю. И., Кокунько В. К. Биогеохимическая характеристика датских и палеогеновых брахиопод Крыма и ее значение для систематики и палеогеографических реконструкций. — «Вестн. Харьк. ун-та, сер. геол.», 1975, № 109, вып. 6, с. 38—45.
3. Лапчинская Л. В. К вопросу о биогеохимических исследованиях раковин позднемиоценовых брахиопод. — «Вестн. Харьк. ун-та, сер. геол.», 1970, вып. 1, с. 62—76.
4. Смыслов Г. А. К вопросу о химическом элементарном составе раковин современных и ископаемых моллюсков Азово-Черноморского бассейна. — «Вестн. Харьк. ун-та, сер. геол.», 1975, № 109, вып. 6, с. 51—57.
5. Смыслова Л. И. Биогеохимические исследования раковин позднечетвертичных брахиопод. — «Вестн. Харьк. ун-та, сер. геол.», 1974, № 108, вып. 5, с. 66—73.
6. Султанов К. М., Исаев С. А. Эволюция химического состава организмов прошлого и колебания палеотемпературы плиоцен-антропогенного времени. — В кн.: Космос и эволюция организмов. М., 1974, с. 333—339.
7. Muratov V. M., Ostrovsky A. B., Fridenberg E. O. Quaternary stratigraphy and paleogeography on the Black Sea coast of Western Caucasus. Boreas, vol. 3, Oslo, 1974, p. 49—60.

УДК 551.763.32 : 551.242.5(47)

ФАМ ВАН АН

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОНИТОВЫХ ПРОСЛОЕВ В ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДОНБАССА И КРЫМА

Бентонитовые прослои довольно часто встречаются в верхнемеловых отложениях. Они распространены в сеноманских, туронских, сантонских, кампанских и маастрихтских отложениях различных районов Русской платформы, Крыма, Кавказа и Западной Европы.

Вопросы литологии и минералогии бентонитовых прослоев в верхнемеловых отложениях нашли освещение в работах [1, 2, 4]. Бентонитовые глины представляют собой ассоциации глинистых минералов с преобладанием в них монтмориллонита или бейделлита (отношение в тетраэдрах Si : Al = 3 : 2). Кроме того, в них иногда присутствуют примеси минералов цеолитовой группы [3]. Однако следует отметить, что для широких обобщений и установления закономерностей распределения глинистых минералов в верхнемеловых отложениях Русской платформы и сопредельных областей данных пока недостаточно. В задачу настоящей работы входит сравнительная характеристика карбонатности и гранулометрии бентонитовых прослоев.

Исследуемый материал был отобран нами из туронских отложений различных районов северо-западной окраины Донбасса (Закотное, Краматорск, Славянск, Сеничено, Изюм). Кроме того, нам были переданы Ю. И. Кацом образцы, отобранные им из сеноманских, туронских, сантонских и кампанских отложений Горного Крыма.

Ниже приведена характеристика бентонитовых горизонтов верхнего мела Донбасса и Крыма.

Сеноманский ярус. Рассматриваемые отложения содержат бентонитовые прослои лишь в Крыму. Здесь обнаружены три прослоя (M_1 , M_2 , M_3) пластичной светло-зеленой и зеленовато-серой монтмориллонитовой глины мощностью от 1 до 70 см.

Туронский ярус. Наибольшее количество бентонитовых прослоев распространено в туронских отложениях. В Европе в разрезах турона бентонитовые прослои встречаются на протяжении 2200 км с запада на восток, а общая площадь их

распространения превышает 1 000 000 км². В туронских отложениях Русской платформы выявлено шесть «бентонитовых горизонтов» с индексами обозначения $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6$ [2]. Они сложены пластичной слабокарбонатной светло-серой и зеленовато-серой монтмориллонитовой глиной мощностью от 0,5 до 5 см, нередко с включениями гальки писчего мела. В результате полевых наблюдений нам, совместно с Ю. И. Кацом и М. Я. Бланком, удалось обнаружить ряд новых бентонитовых горизонтов турона: M_5, M_5^1, M_5^2 ,

Гранулометрический состав и карбонатность бентонитовых прослоев северо-западной окраины Донбасса и Крыма

Районы	Возраст	Порядко- вый № про- слоя	Индекс прослоя	Мощность прослоя, см	Обра- зец, №	Карбонат- ная часть, %	Нерастворимая часть, %		
							фрак- ция 0,01 мм	фрак- ция, 0,01 мм	
Северо-западная окраина Донбасса	Изюм	K_2t	13	M_6	0,5—5	2и	89,55	0,45	10,0
			9	M_5	0,5—5	1и	84,0	3,0	13,0
			5	M_3	0,5—5	3и	54,0	2,5	43,5
	Славянск	K_2t	13	M_6	0,5—5	2сл	88,25	0,25	11,5
			9	M_5	0,5—5	1сл	81,25	2,25	16,5
			5	M_3	0,5—5	3сл	52,5	2,5	45,0
	Краматорск	K_2t	9	M_5	0,5—5	2к	80,5	0,5	19,0
			5	M_3	0,5—5	1к	59,5	0,5	40,0
	с. Закотное	K_2t_2	13	M_6	0,5—5	26 ^a	61,25	0,25	38,5
			12	M_5^3	0,5—5	16 ^a	57,25	0,25	42,5
11			M_5^2	0,5—5	14 ^a	49,5	0,5	50,0	
9			M_5	0,5—5	10 ^a	81,0	2,5	16,5	
Крым	Белогорск	K_2Cp_1	17	M_1	7	144 ^b	14,25	0,04	85,25
	Насып- ной, То- полевка	K_2Sn_1	16	M_3	50	M_3	37,5	11,5	51,0
			15	M_2	10	M_2	50,0	14,0	36,0
			14	M_1	3	M_1	31,0	10,5	58,5
	Белогорск	K_2t_2	10	M_5^1	5	M_5^1	68,0	2,5	30,0
			9	M_5	6	M_5	23,5	6,0	70,5
			8	MB_5	0,5	MB_5	6,55	2,55	32,0
		$K_2t_1^2$	7	MB_4	1	MB_4	72,5	3,0	24,5
			6	MB_3	0,5	MB_3	71,5	2,5	26,0
			5	MB_2	1	MB_2	43,0	4,5	52,5
		4	MB_1	0,5	MB_1	65,25	8,5	26,25	
	Бело- горск, Феодосия	K_2Cm_2	3	M_3	1—70	M_{III}	62,0	8,5	29,5
			2	M_2	1—70	M_{II}	7,5	7,0	85,5
			1	M_1	1—70	M_I	7,5	6,5	86,0

M_3^2 . Все они располагаются в верхнетуронских отложениях и отличаются друг от друга по соотношению глинистой и карбонатной частей (см. таблицу).

Сантонский ярус. В сантонских отложениях выявлено три бентонитовых прослоев с индексами M_1 , M_2 , M_3 . Эти бентонитовые прослои распространены в Крыму. Прослой M_1 сложен светло-серой и желтоватой монтмориллоновой глиной, мощностью до 3 см. Прослой M_2 сложен более карбонатной зеленовато-серой глиной, мощностью 10 см. Прослой M_3 представляет собой слабокарбонатную зеленовато-серую глину мощностью до 50 см.

Кампанский ярус. В кампанских отложениях бентонитовый прослой также наблюдался в Крыму. Он сложен слабокарбонатной желтовато-серой монтмориллоновой глиной мощностью до 7 см.

Основными минералами в бентонитовых прослоях и вообще в карбонатных разрезах верхнемеловых отложений Донбасса и Крыма повсеместно являются кальцит и монтмориллонит. Содержание остальных минералов в этих породах незначительно. Изучению закономерностей их распространения в разрезах и по площади придавалось большое значение.

На основании результатов анализа образцов из разных районов северо-западной окраины Донбасса и Крыма мы построили графики, отражающие характеристику бентонитовых прослоев в верхнемеловых отложениях изученных районов (рис. 1, 2).

В таблице показан механический состав бентонитовых прослоев всех изученных разрезов верхнего мела по отдельным районам, из которых видно, что основной объем бентонитовых прослоев составляет глинистая фракция нерастворимого остатка и растворимая карбонатная часть. В нерастворимом остатке определено количественное содержание двух фракций: $>0,01$ и $<0,01$, то есть песчано-алевритовой и глинистой фракции.

Из таблицы и рис. 1 видно, что все бентонитовые прослои имеют свои специфические особенности. Эта специфика выражается прежде всего в различии количественного соотношения терригенного и хемогенного материала как для разновозрастных отложений разных районов, так и для разных бентонитовых прослоев по одному разрезу. Имеются существенные различия и в составе терригенной части. Так, например, в разрезах северо-западной окраины Донбасса терригенная составляющая бентонитовых прослоев сложена, главным образом, глинистой фракцией, а содержание песчано-алевритовой фракции незначительно (до 3%). В Крыму в составе нерастворимого остатка кроме глинистой фракции присутствует значительное количество песчано-алевритовой фракции (от 3 до 14%). В Изюме содержание глинистой фракции в бентонитовых прослоях уменьшается от прослоя M_3 к прослою M_6 (от 44 до 10%). Такую тенденцию мы можем наблюдать также в разрезах Краматорска и Славянска. В то же самое время большинство бентонитовых

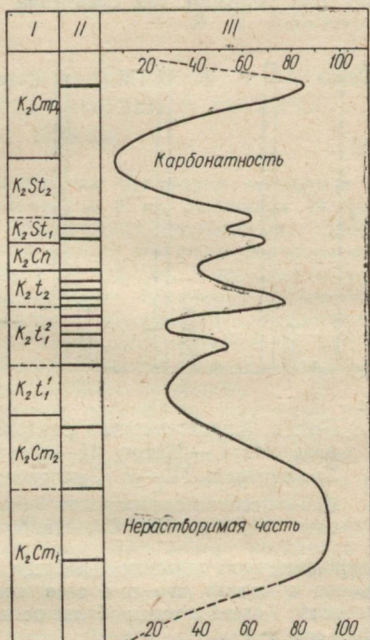


Рис. 1. Механический состав бентонитовых прослоев: 1 — возраст, 2 — бентонитовый прослой, 3 — содержание карбонатности и нерастворимой части, %.

прослоев Крыма сложено слабокарбонатной глиной. В некоторых из них содержание глинистой фракции достигает 86%. Механический состав бентонитовых прослоев по сводному разрезу верхнемеловых отложений от сеномана до кампана демонстрирует рис. 1, который иллюстрирует также и частоту распределения бентонитовых прослоев. Очевидна их концентрация в туронских отложениях. Среди семнадцати бентонитовых прослоев верхнемеловых отложений десять бентонитовых горизонтов принадлежат турону. Интересно, что бентонитовый горизонт M_5 (порядковый номер прослоя — 9) распространен во всех рассматриваемых районах, поэтому можно использовать этот горизонт для сравнения вещественного состава бентонитовых прослоев по площади.

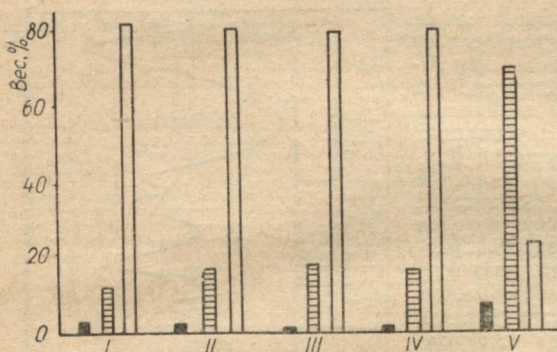


Рис. 2. Характеристика бентонитового прослоя M_5 : I — Изум; II — Славянск; III — Краматорск; IV — с. Закотное; V — Крым. ■ — песчано-алевритовая фракция; ▨ — глинистая фракция; ▩ — карбонатная часть.

северо-западной окраины Донбасса, а в Крыму она снижается до 23%. Необходимо отметить, что в состав песчано-алевритовой фракции бентонитовых прослоев Крыма входит большое количество глинистых агрегатов размером $>0,01$ мм.

Сравнение графиков изменения содержаний глинистой и песчано-алевритовой фракции в бентонитовых прослоях различных районов северо-западной окраины Донбасса и Крыма свидетельствует об определенной связи между литологическим составом бентонитовых прослоев и источником материала.

Верхнемеловые бентонитовые прослои Русской платформы следует рассматривать как субаквальные образования, связанные с подводным выветриванием (гальмиролизом) вулканического пепла [1, 4]. Источником пеплового материала, несомненно, служили вулканические дуги Альпийского пояса [2].

Вероятно, близость источника пеплового материала к верхнемеловому бассейну Крыма явилась причиной как увеличения глинистости прослоев, так и увеличения количества самих бентонитовых прослоев в Крыму. Таким образом, региональный характер бентонитовых прослоев, несмотря на их малую мощность, может быть основанием для использования их как в стратиграфических целях, так и для целей палеогеографических реконструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушинский Г. И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. — «Труды ин-та геол. наук АН СССР». Вып. 156. М., 1954, с. 156.
2. Кац Ю. И., Шуменко С. И., Фам Ван Ан. О поверхностях перерыва в туронских отложениях Русской платформы. — «Вест. Харьк. ун-та. Геология и география», 1975, вып. 6, с. 12—21.

3. Коваленко Д. Н. Минералогический состав советских и некоторых зарубежных бентонитовых глин. — В сб.: Бентонитовые глины Украины. Киев, Изд-во АН УССР, 1960, вып. 4, с. 47—54.
4. Шуменко С. И. Литология и породообразующие организмы верхнемеловых отложений востока Украины и области Курской магнитной аномалии. Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1971. 164 с.

УДК 550.47 : 564.818

В. К. КОКУНЬКО

ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАКОВИНЕ КРАНИИД (БЕЗЗАМКОВЫЕ БРАХИОПОДЫ) В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Биогеохимические исследования беззамковых брахиопод позволили наметить зависимость содержания микроэлементов в их раковинах от видовой принадлежности и физиологических особенностей индивидуума. Сделать какие-либо конкретные выводы на том этапе работ мы не могли из-за ограниченности количества исследованных объектов. Однако, в результате исследования анализов немногочисленных беззамковых брахиопод удалось подойти к постановке вопроса о зависимости в содержании микроэлементов от принадлежности отдельных индивидуумов или всей популяции к той или иной стадии метаболического цикла. Таким образом возникла необходимость проведения данных исследований на массовом материале.

Материалом для решения данной задачи послужили послойные сборы остатков беззамковых брахиопод, относящихся к пяти видам: *Danocrania tuberculata* Schloth., *D. polonica* Roz., *D. transversa* Lundgr., *D. semicostulata* Roz., *Isocrania posselti* Ros. Материал был отобран из разрезов датского яруса Западного (Глубокий Яр) и Центрального (Айлянма-кая) Крыма. Для исследования отбирались раковины хорошей сохранности, наиболее характерные в возрастном отношении для данного слоя. При отборе материала для лабораторных исследований определялся размер раковин, количество линий нарастания, толщина створки, цвет раковинного вещества, а также характер сохранности и фоссилизации. Было проанализировано 90 раковин *Danocrania tuberculata* и 33 раковины *Danocrania polonica*. Морфологический анализ показал, что основная масса раковин имеет средний размер 8—12 см и насчитывает от 2 до 5 линий нарастания. Сохранность раковин хорошая. Вторичные изменения весьма незначительно затронули раковины *Danocrania tuberculata* и более интенсивно развиты (окремнение) в раковинах *D. polonica*. Раковины, относящиеся к видам *D. semicostulata*, *D. transversa* и *Isocrania posselti* единичны и поэтому результаты анализов по ним при интерпретации не учитывались.

Препарирование и очистка раковин от вмещающей породы производилась с использованием ультразвуковой установки «Ультрастом» с напаянными победитовыми наконечниками, а также бормашины БФ-3 с набором зубных боров, дисков и конусов, армированных алмазами. Следует отметить, что применение ультразвукового аппарата и дисков, армированных алмазами, позволило в значительной мере устранить возможность загрязнения пробы за счет вмещающих пород.

Количественное изучение элементарного химического состава раковинного вещества производилось на спектрографе ИСП-28 по методике, разработанной ранее [4].

Спектральный анализ позволил выявить наличие в раковинах брахиопод, относящихся к двум вышеуказанным видам, следующих микроэлементов: Mg, Sr, Mn, Fe, Al, Cu, Si. Колебания содержания микроэлементов в раковинах в зависимости от видовой принадлежности и приуроченности их к тому или иному литолого-фациальному типу вмещающих пород, совпадают с опуб-

ликованными ранее результатами [1, 3]. Для выявления содержаний микроэлементов в раковинах краниид были предприняты исследования различных возрастных серий. Экземпляры разного возраста отличаются по количеству концентрических линий нарастания и размерам раковины (длина, ширина).

На кривых средних содержаний Mg и Sr в раковинах *Danocrania tuberculata*, имеющих от 1 до 10 линий нарастания, выявлено три экстремума — два максимума и один минимум. Первый максимум отчетливо фиксируется для раковин, имеющих небольшое количество линий нарастания. Второй мак-

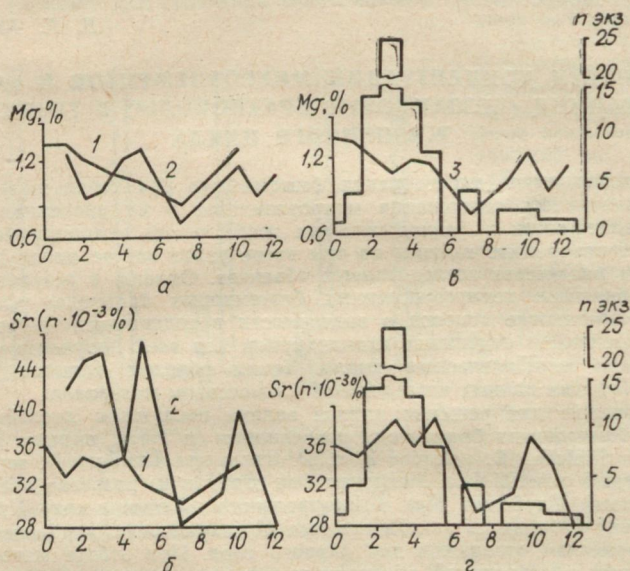


Рис. 1. Графики изменения содержаний Mg и Sr в раковинах датских краниид в зависимости от числа концентрических линий нарастания. 1, а — график изменения содержаний Mg; 1, б — график изменения содержаний Sr; 1, в — график средних содержаний Mg и гистограмма количества проанализированных раковин; 1, г — график средних содержаний Sr и гистограмма количества проанализированных раковин; 1 — *Danocrania tuberculata* (Schloth.) Глубокий яр; 2 — *D. polonica* Roz. Зап. Айлянка; 3 — *Danocrania* в целом.

симум характеризует экземпляры, имеющие наибольшее (10) количество линий нарастания. Промежуточные экземпляры (5—7 линий нарастания) образуют на кривой минимум, экстремальная точка которого соответствует экземплярам, имеющим 7 линий нарастания. Следует отметить, что зона минимума сдвинута в правую часть графика (рис. 1, а, б). Кривая содержаний Mg имеет более плавный характер, чем кривая содержаний Sr. В общем сходная с вышеописанной зависимость фиксируется и для раковин *Danocrania polonica*. Однако, несмотря на одинаковое положение экстремальной точки минимума на оси абсцисс (7 линий нарастания), минимальные содержания перемещаются в среднюю часть графика, так как раковины *Danocrania polonica*

обладают большим количеством линий нарастания. Вторым биогеохимическим отличием для *D. polonica* является более дифференцированный характер кривой. Кроме того, два исследуемых вида отличаются по средним содержаниям Sr: в раковинах *Danocrania tuberculata*. Содержание Sr в 2 раза меньше, чем в раковинах *D. polonica* (рис. 1, б). Сравнение графиков содержания микроэлементов с гистограммами количества проанализированных раковин (рис. 1, б, в) показывает, что наибольшее распространение в разрезе имеют раковины, обладающие небольшим и средним количеством линий нарастания (2—5).

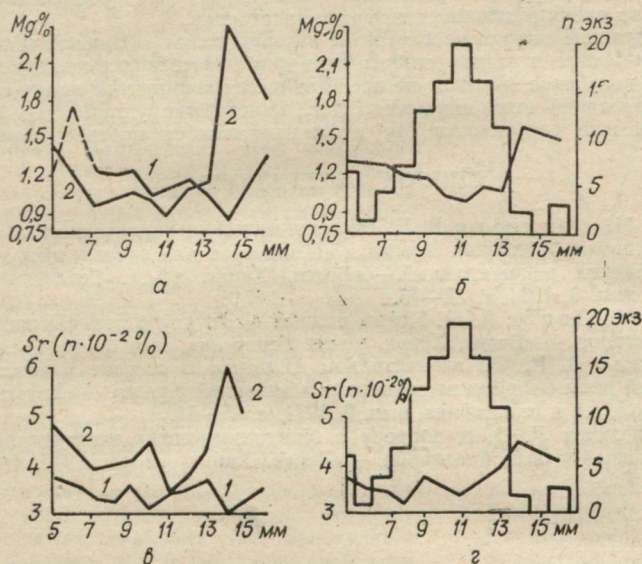


Рис. 2. Графики изменения содержаний Mg и Sr в раковинах краниид различных размеров. Объяснение см. в рис. 1.

Описанные закономерности подтверждаются и на графиках зависимости содержания Mg и Sr от размера раковины. Некоторое отличие заключается в колебаниях содержаний Mg в раковинах *Danocrania polonica*. Мы предполагаем, что аномальные максимумы содержаний этого микроэлемента в маленьких раковинах *Danocrania tuberculata* и крупных раковинах *Danocrania polonica* связаны с небольшим количеством проанализированного материала, о чем свидетельствует сопоставление графиков с гистограммами количества раковин. Однако следует отметить, что значения максимумов все же выше, чем верхний предел колебаний Mg в раковинах, имеющих средние размеры (рис. 1, в). Это же явление иллюстрируется и для аномально высоких содержаний Sr в крупных раковинах *Danocrania polonica*.

Единичные, не проверенные на массовом материале данные по распределению меди в раковинах *Danocrania tuberculata* различного размера указывают на падение содержаний этого микроэлемента от молодых раковин к взрослым (рис. 2).

Полученные данные, несомненно, позволяют связывать изменения концентрации микроэлементов в раковинах краниид со стадиями жизненного цикла. Молодые раковины размером менее 10 мм, имеющие до 5 концентрических линий нарастания, характеризуются повышенными содержаниями Mg

и Sr в раковинном веществе. Раковины зрелых особей отличаются резким снижением концентраций этих микроэлементов. И, наконец, у старческих особей вновь возникает способность к концентрированию в раковине Mg и Sr в максимальных количествах. Установленная неравномерность концентраций микроэлементов в раковине, по-видимому, отражает различную интенсивность энергетических процессов в организме на протяжении жизненного цикла. Подобные явления на биогеохимическом материале ранее описывались нами для замковых брахиопод [1, 3].

На неравномерность процессов метаболизма указывают и данные структурных исследований [2]: в раковинах некоторых петлеопорных брахиопод на разных стадиях роста происходит увеличение, либо уменьшение количества пор на единицу площади поверхности створки.

Использование палеотемпературных интерпретаций и соображений о нарастании раковины в разные сезоны года для объяснения выявленной закономерности колебания Mg и Sr не представляется возможным ввиду сходства кривых содержаний этих микроэлементов. Ранее было установлено [1], что биогеохимические особенности Mg и Sr проявляются противоположно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кац Ю. И., Кокунько В. К. Биогеохимическая характеристика датских и палеогеновых брахиопод Крыма и ее значение для систематики и палеогеографических реконструкций. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география», вып. 6, 1974, с. 38—45.
2. Кац Ю. И., Попов А. М. Новые данные о структуре раковин петлеопорных брахиопод. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология», вып. 5, 1974, с. 22—33.
3. Кокунько В. К. Об элементарном химическом составе раковин представителей рода *Gryphus* из эоценовых отложений Крыма. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география», вып. 6, 1974, с. 45—51.
4. Лапчинская Л. В. К вопросу о биогеохимических исследованиях раковин позднемеловых брахиопод. — «Вестн. Харьк. ун-та», 1970, сер. геол. вып. 1, с. 62—76.

УДК 550 : 47 : 564.85

В. К. КОКУНЬКО

К ВЫЯВЛЕНИЮ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАКОВИННОМ ВЕЩЕСТВЕ ДАТСКИХ ТЕРЕБРАТУЛИД (ЗАМКОВЫЕ БРАХИОПОДЫ)

Раковины петлеопорных брахиопод обладают сложным внутренним строением и по особенностям строения стенки подразделяются на две группы. Эти группы отличаются друг от друга макро- и микроструктурой раковин. Структурные [4] и биогеохимические [2, 3] исследования показали, что в раковинах петлеопорных брахиопод, относящихся к различным таксонам, содержание микроэлементов испытывает значительные колебания. В частности, установлено, что трехслойные формы в общем характеризуются пониженными содержаниями Mg и Sr по сравнению с двухслойными [2, 3]. На основании единичных анализов было отмечено, что в различных частях раковин распределение содержания микроэлементов различно и, возможно, имеет закономерность.

Для выявления особенностей распределения микроэлементов в различных частях раковины изучались двухслойные петлеопорные брахиоподы. Выбор материала контролировался наличием соответствующей техники и более простым внутренним строением двухслойной раковины по сравнению с трехслойной.

При отборе материала для выявления отличий в распределении микроэлементов в разных частях раковины учитывались следующие факторы: взаимоотношение с вмещающей породой; сохранность раковины в целом и первичного слоя в частности; вторичные изменения; окраска и ее распределение и т. д. По этому принципу было отобрано и проанализировано 14 раковин *Terebratula fallax* Lundgr., 6 раковин *Chatwinotyris lens* Nilss. и 3 раковины *Chatwinotyris cypliensis* Sahni.

Поперечный разрез створки двухслойных брахиопод примитивно (не вдаваясь в дробные подразделения) можно представить следующим образом (рис. 1): раковина состоит из первичного и вторичного слоев. Первичный слой по всей поверхности перекрывает раковину от переднего края до макушки включительно. Вторичный слой составляет основную массу стенки раковины. Кроме изучения элементарного химического состава в первичном и вторичном слоях, была отдельно проанализирована внутренняя часть вторичного слоя (слой облекания). Раздельному анализу были подвержены спинная и брюшная створки, а также разные части одной створки: макушка, передний край, замочный отросток, петли.

Подготовка раковин к анализу производилась самым тщательным образом. Основная задача препарирования заключалась в том, чтобы не нарушить первичный слой и в то же время не оставить вмещающей породы. Предварительное препарирование производилось при помощи обычного, специально подобранного слесарного инструмента (щипцы, зубила, сверла...), бормашины и ультразвукового аппарата «Ультразвукостом» с напаянными победитовыми наконечниками (амплитуда колебаний максимальная). Окончательная очистка раковины от вмещающей породы производилась под бинокляром с использованием игл и ультразвуковой установки без победитовых напаянок в режиме пониженной амплитуды колебаний. Подготовка раковины к анализу, т. е. снятие необходимого для анализа слоя (отделение первичного слоя от вторичного), производилась двумя способами. Первый способ заключается в кратковременном нагревании раковины в муфельной печи до температуры 200—220° и в последующем быстром охлаждении ее. Происходит как бы шелушение первичного слоя, который затем под бинокляром отделяется при помощи иглы от вторичного. Второй способ заключается в механическом снятии первичного слоя при помощи диска мелкоармированного алмазами. Снятие производится легкими (без нажима) плавными движениями. Контроль за чистотой снятия первичного слоя производился под бинокляром. Первичный слой снимался равномерно по всей поверхности раковины.

После того, как набралось необходимое для анализа количество вещества, раковина подвергалась «обдирке» при помощи того же алмазного диска до полного удаления первичного слоя. Результаты анализов показали, что разница в содержании микроэлементов, в зависимости от первого или второго способа отделения первичного слоя, находится в пределах ошибки анализа. Таким же образом производилось отделение самой внутренней части вторичного слоя (слоя облекания). Безусловно, что подобная методика не гарантирует от засорения одного слоя за счет другого. Однако мы считаем, что процент засорения весьма незначителен и ни в коем случае не повлияет на общую картину распределения микроэлементов в различных

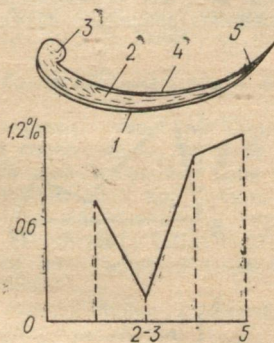


Рис. 1. Схема отбора материала для геохимических исследований и график изменения содержания магния в различных частях раковины:
1 — первичный слой;
2 — вторичный слой;
3 — макушечная часть;
4 — внутренняя часть вторичного слоя (слой облекания); 5 — лобный край.

частях раковины. Поэтому, довольно условно, мы позволим себе оперировать такими терминами как первичный и вторичный слой, в то время, когда на самом деле правильнее было бы говорить первичный слой с незначительной примесью внешней части вторичного слоя (первого радиального подслоя).

Результаты спектрального анализа и интерпретация таблиц, диаграмм и гистограмм содержания элементов показали, что распределение микроэлементов, в зависимости от приуроченности пробы к той или иной части раковины, довольно неравномерно и претерпевает значительные колебания. У всех проанализированных объектов в первичном слое отмечается повышенное,

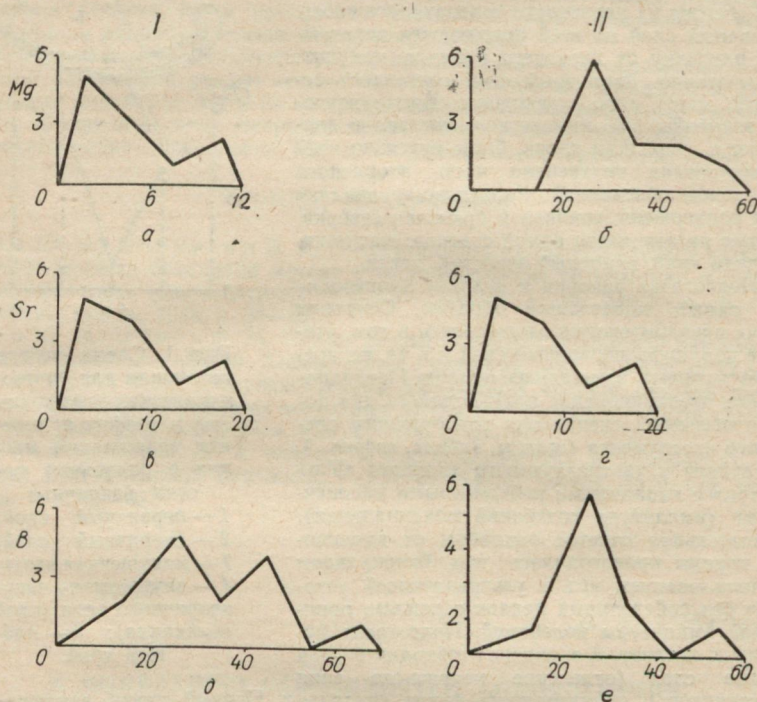


Рис. 2. Гистограммы содержаний Mg (а, б); Sr (в, з); В (в, е); I — первичный слой; II — вторичный слой.

в сравнении со вторичным, содержание Mg и Sr. Колебания в содержании Mg для первичного слоя заключены в пределах от 0,8 до 1,65%, для вторичного слоя — 0,07—1,3%. Соответственно, колебания в содержании Sr составляют: для первичного слоя — 0,14—0,39%; для вторичного — 0,03—0,19%. Таким образом, мы констатируем повышенные содержания Mg и особенно Sr для первичного слоя в сравнении со вторичным [рис. 2]. Для внутренней части вторичного слоя (слой обложения) получены значения, приближающиеся к содержанию этих элементов в первичном слое.

Содержание бора в первичном и вторичном слоях носит менее четкую зависимость и тяготеет к обратной тенденции, т. е. к повышению концентраций во вторичном слое.

Наибольшие содержания Si (>1%) отмечаются для вторичного слоя. В первичном слое содержание этого элемента значительно ниже (0,24—1%).

В продольном разрезе раковины отмечается увеличение мощности вторичного слоя от лобного края к макушке, т. е. отношение первичный слой —

вторичный слой постепенно уменьшается по мере продвижения от переднего края к макушке. Анализ этих крайних точек показал, что в переднем крае раковины наблюдаются повышенные, по сравнению с примакушечной частью, содержания Mg и Sr. Кроме того, из сравнения анализов замочных отростков, петли и створки в целом отмечаем, что замочный отросток и петля — части раковины, полностью состоящие из одного вторичного слоя, характеризуются пониженными содержаниями Mg и Sr по сравнению с содержанием этих элементов во всей створке.

Проанализировав различия в содержании микроэлементов в разных частях раковины и в разных частях, составляющих стенку раковины, можно перейти к некоторым выводам.

1. Первичный слой раковинного вещества более обогащен Mg и Sr по сравнению со вторичным слоем.

2. В результате изучения разных частей раковины отмечается обратная корреляция между толщиной вторичного слоя и содержанием Mg и Sr (или прямая корреляция между отношением первичный слой / вторичный слой и содержанием этих элементов). Явным подтверждением этой корреляции служат данные спектрального анализа, полученные отдельно для спинной и брюшной створок одной и той же раковины (*Terebratula fallax* — 27 анализов). Спинная створка, как более тонкостенная, характеризуется повышенным содержанием Mg и Sr по сравнению с брюшной.

Различие в содержании Mg и Sr в разных частях стенки раковины может зависеть от ряда, а вернее от совокупности ряда причин.

По особенностям распределения Si, Mn и Fe в разных частях раковинного вещества было выявлено, что различные части раковины далеко неодинаково ведут себя по отношению к процессам фоссилизации. Однако, как отмечалось ранее [2, 3], существенного влияния на общую картину распределения микроэлементов в раковинном веществе этот процесс не имеет. Поэтому, вполне закономерно возникает предположение о различии в элементарном составе первичного и вторичного слоев (возможно различие минеральных форм).

Одним из главных факторов в распределении микроэлементов в различных частях раковинного вещества может выступать та же зависимость, что и в случае беззаконных брахиопод (см. статью в этом же сборнике), а именно: на ранней стадии роста раковины отлагается первичный слой и внешняя часть вторичного слоя — наблюдается максимум концентрации; вторая стадия — нарастание вторичного слоя — минимум концентрации и третий этап роста, характеризующийся формированием внутренней части вторичного слоя (слоя облекания) и переднего края раковины, состоящего из первичного слоя раковины и внутреннего слоя облекания (самой молодой части вторичного слоя, наиболее активно участвующей в энергообмене организма со средой) — максимальные содержания [рис. 1].

В дополнение к вышеизложенному, на эти различия в содержании микроэлементов, возможно, накладываются различия органической составляющей различных частей стенки раковины [1]. Однако, окончательных выводов на данном этапе изучения мы сделать не можем, так как для этого необходимы особые методы расщепления раковинного вещества на слои и подслои и требуется применение более современных методов анализа (микроанализаторы и т. д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсков И. С. Значение органической фазы скелета для его минералогии и распределения малых элементов. — «Вестн. Моск. ун-та. Геология», вып. 5, 1974, с. 32—43.
2. Кац Ю. И., Кокунько В. К. Биогеохимическая характеристика датских и палеогеновых брахиопод Крыма и ее значение для систематики и палеогеографических реконструкций. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география». Вып. 6, 1974, с. 38—45.

3. Кокунько В. К. Об элементарном химическом составе раковин представителей рода *Gryphus* из эоценовых отложений Крыма. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география», вып. 6, 1974, с. 45—51.
4. Попов А. М. Структура раковин позднемиоценовых и палеогеновых брахиопод и значение ее исследований для систематики, филогении и палеогеографии. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. Харьков, 1974. 27 с.

УДК 631.423.3

П. В. КОВАЛЕВ, д-р геогр. наук, Б. Б. АНДРИЕНКО

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ЧАСТИ СТЕПНЫХ СОЛОНЦОВ, СФОРМИРОВАВШИХСЯ НА РАЗНЫХ ПОРОДАХ

С каждым годом расширяются исследования высокодисперсных, в том числе глинистых минералов, встречающихся в почвах, глинах, осадках рек и морей, ирригационных наносах. Повышенный интерес к изучению минералов, имеющих коллоидную и предколлоидную дисперсность, вызван тем, что эти минералы в значительной мере определяют физико-химические свойства объектов, в которых они присутствуют. Такие свойства почв как вязкость, набухание, пластичность, влагоемкость во многом зависят от присутствия в них тех или иных минералов [1, 2].

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований высокодисперсных минералов образцов, взятых из степных солонцов Керченского полуострова и заповедника «Аскания-Нова». Разрезы заложены на целине и являются типичными для данных территорий. Разрез 15 заложен на территории Керченского мелиоративного района [4]. Это — холмисто-волнистая равнина с третичными отложениями, среди которых широко распространены сарматские и майкопские соленосные глины. Грунтовые воды на большей части территории отсутствуют. Почвы представлены степными комплексами черноземов солонцеватых и солонцов степных на третичных глинах. Солонец степной (разрез 15) заложен возле с. Чистополье Ленинского района Крымской области. Солонец степной мелко-столбчатый, среднесолончаковатый, среднелигнитный на продуктах выветривания сарматских глин. Разрез 19 заложен на территории Причерноморско-Приазовского высокого мелиоративного района. Район расположен севернее Сиваша на морской плиоценовой террасе. Это — сглаженная равнина, с большим количеством подов. Грунтовые воды залегают ниже 10 м. Почвенный покров представлен темно-каштановыми остаточно-солонцеватыми почвами, а в подах по склонам солонцами, лугово-черноземными глеезолотями и другими почвами. Солонец степной (разрез 19) заложен в заповеднике «Аскания-Нова», в большом Чаплинском поду, в верхней части склона северной экспозиции. Солонец степной среднепризматический, среднесолончаковатый, тяжелоглинистый на лессовидной глине.

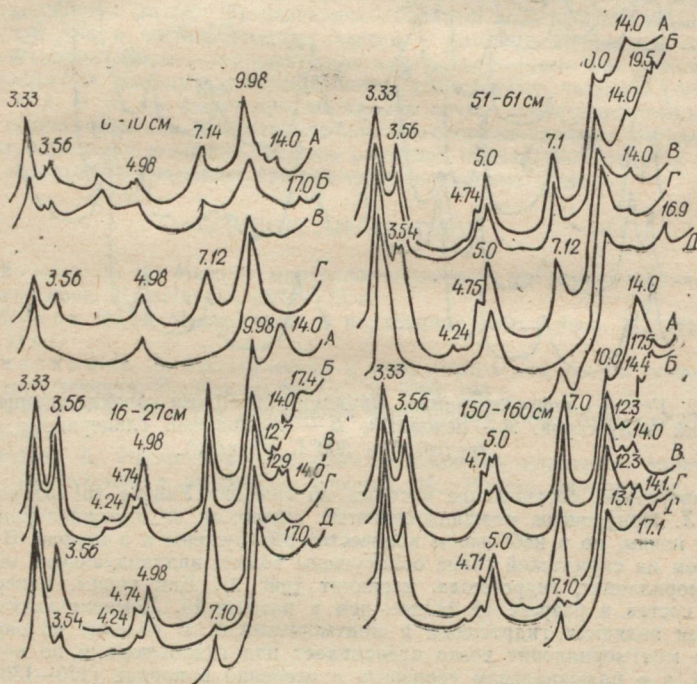
Механический состав рассматриваемых солонцов является тяжелым (см. таблицу). По содержанию механических элементов в верхнем горизонте (0—7,0—10 см) почвы относятся к легкоглинистым иловато-крупнопылеватым, а в иллювиальном — к тяжелоглинистым крупнопылегато-иловатым [3]. В исследуемых солонцах отчетливо перераспределяется илстая фракция по генетическим горизонтам. В иллювиальном горизонте (Ih, 16—27 см, разрез 19; 20—46 см, разрез 15) ее количество увеличивается более чем на 20% (см. таблицу) по сравнению с элювиальным. К породе содержание частиц <0,001 мм в разрезе 19 уменьшается, а в разрезе 15 — увеличивается и на глубине 120—130 см достигает максимального количества (до 62%).

Содержание гумуса в степном солонце из «Аскании-Нова» вниз по профилю постепенно изменяется от 2,2—до 0,5%. В солонце на третичных глинах гумус более резко снижается вниз по профилю и уже на глубине 65 см его содержится всего 0,2%.

Механический состав степных солонцов

Почва, разрез	Глубина, см	Размер частиц, мм							Потери от химической обработки
		0,25	0,25— —0,05	0,05— —0,01	0,01— —0,005	0,005— —0,001	0,001	0,01	
Солонец степной,	0—10	0,2	7,8	48,9	12,1	12,5	18,5	43,1	—
Аскания-Нова*.	16—27	0,2	1,7	27,8	6,3	8,5	55,5	70,3	—
	27—39	0,2	—	36,1	6,5	10,2	47,0	63,7	—
	51—61	0,07	3,48	24,6	12,1	7,55	34,0	53,7	18,1
Разрез 19.	150—160	0,1	4,2	26,8	8,7	9,22	33,7	51,6	17,3
Солонец степной,	0—7	0,5	18,9	23,6	9,7	15,4	31,9	57,0	—
Керченский полу-остров.	7—20	0,5	15,6	19,5	8,1	12,7	43,6	64,4	—
	20—46	0,4	6,6	16,0	8,8	13,8	54,4	77,0	—
	65—75	0,09	7,9	15,4	8,8	10,1	43,3	57,3	14,2
Разрез 15.	120—130	—	0,2	12,3	8,6	16,9	62,0	87,5	2,3

По данным рентген-дифрактометрических исследований, проведенных на рентген-дифрактометре УРС-50ИМ, в илистой фракции солонцовых почв по



и различия. В илстой фракции солонца степного из «Аскании-Нова» кроме вышеуказанных минералов, начиная с иллювиального горизонта, встречаются хлориты. Минерал диагностирован по рефлексам в области 14,0 Å; 4,74 Å (рис. 1, в, г). Кроме индивидуальных минералов (там же) обнаружены смешаннослоистые образования гидрослюда-хлоритового типа, на что указывает рефлекс в области 12,7 Å, не смещающийся в область малых углов при насыщении образца глицерином и не исчезающий при нагревании — до 500°C (рис. 1, б, в). Обнаруженный минерал образован неупорядоченным переслаиванием 10 Å слюистых и 14 Å хлоритовых пакетов, устойчивых к разбуханию

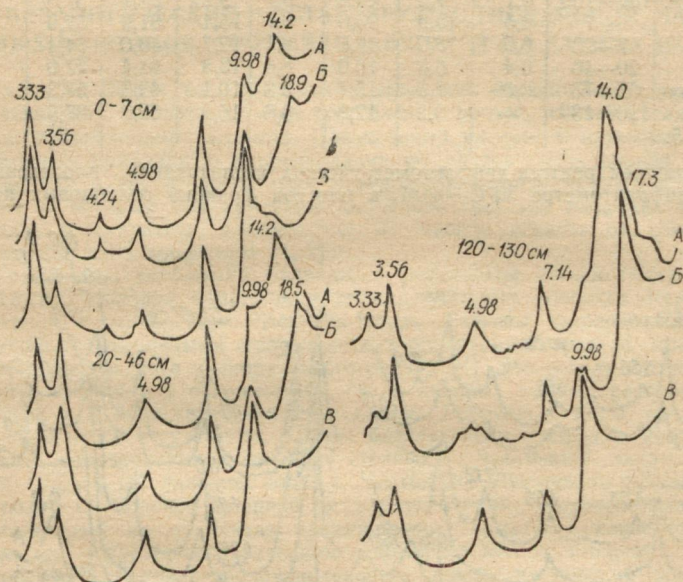


Рис. 2. Рентген-дифрактограммы фракций <0,001 мм солонца степного, Керченский полуостров. А — исходный; Б — насыщенный глицерином; В — прогретый при 300° С (2 часа).

и температуре, соотношение которых по графику Уивера [5] равно 60% Г : 40% Х. Приурочены смешаннослоистые минералы к иллювиальному горизонту почвы, но в небольшом количестве обнаружены и в породе. В солонце степном на сарматской глине обнаружены только индивидуальные минералы: монтмориллонит, гидрослюда, каолинит (рис. 2). Как видим, минералогический состав в разрезе 15 беднее, чем в разрезе 19. Доминирующими минералами являются гидрослюда и монтмориллонит. В солонце на сарматской глине монтмориллонит резко преобладает над гидрослюдами по всему профилю, а в иллювиальном горизонте и особенно в породе (120—130 см) его содержание доходит до 80%. В солонце степном из «Аскании-Нова» гидрослюд больше: в элювиальном горизонте гидрослюд содержится до 60%, монтмориллонита — до 5—10%. Вниз по профилю наблюдается увеличение содержания монтмориллонита более чем в два раза — до 25%, но все же в целом преобладают гидрослюды. Неравномерное распределение доминирующих минералов, в частности монтмориллонита, по профилю почв объясняется выносом последнего в нижние горизонты ввиду его высокой дисперсности, а увеличение содержания гидрослюдов в верхних горизонтах можно объяснить

как иллитизацией монтмориллонита за счет биогенного калия, так и меньшим выносом их по сравнению с монтмориллонитом.

Присутствие в исследуемых почвах гидрослюд, хлорита, монтмориллонита по всему профилю почв (до 120—160 см) указывает на аллотигенный характер минералов. Смешаннослоистые образования гидрослюда-хлоритового типа следует, по нашему мнению, отнести к аутогенным минералам, образовавшимся под влиянием почвообразовательных процессов при разрушении гидрослюд и хлоритов. О разрушении минеральной массы почв свидетельствует отсутствие хлоритов на глубине 0—10 см, тогда как ниже элювиального горизонта они встречаются в количествах от 5 до 10%. Неравномерное распределение глинистых минералов по профилю солонцов говорит о развитии солонцового процесса, в результате которого идет разрушение минеральной части почв и вынос продуктов разрушения в нижние горизонты. Передвижение минералов происходит и без разрушения, на что указывает увеличение содержания монтмориллонита в иллювиальном горизонте по сравнению с элювиальным в два—три раза.

Различие минералогического состава в исследуемых солонцах определяется почвообразующими породами, а неравномерное распределение глинистых минералов по профилю почв связано с процессами почвообразования.

На основании минералогических данных можно сказать, что исследуемые солонцы (особенно разрез 15) отличаются плохими водно-физическими свойствами, так как в составе илстых частиц в большом количестве обнаружены монтмориллониты — гидрофильные минералы, которые при увлажнении резко понижают водопроницаемость почв; увеличивают вязкость, пластичность и т. д. В то же время при высыхании почвы происходит уменьшение объема глинистой массы преимущественно монтмориллонитового состава, что приводит к разрыву корневой системы растений, образованию трещин и т. д. Все это необходимо учитывать при освоении солонцовых почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов Н. И. Методы минералогического и микроморфологического изучения почв. М., «Наука», 1974. 175 с.
2. Горбунов Н. И. Минералогия и коллоидная химия почв. М., «Наука», 1974. 313 с.
3. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М., Изд-во АН СССР, 1958. 190 с.
4. Новикова А. В. Пути повышения плодородия почв. Киев, «Урожай», 1969. 153 с.
5. Уивер Г. Е. Распространение смешаннослоистых глинистых минералов и их определение в осадочных породах. М., Изд-во иностр. лит., 1962. 463 с.

УДК 624.131.4(477.51)

О. И. БУБЛАЙ

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛЕВОБОРЕЖЬЯ СРЕДНЕГО ДНЕПРА

Четвертичные отложения на территории исследований распространены повсеместно и залегают на размытой поверхности меловых, палеогеновых и неогеновых образований. Они представлены исключительно терригенными породами. Однако сложная история геологического развития региона, наложение во времени различных процессов литогенеза обусловили многообразие генетических типов пород, среди которых выделяются: аллювиальные, аллювиально-озерные, ледниковые, флювиогляциальные, делювиальные и другие. По генезису и литологическому составу четвертичных отложений всю территорию района исследований можно разделить на две части — большую западную, покрывавшуюся ледником, и меньшую восточную, находившуюся за пределами оледенения. Ледниковая область отличается большим разнообразием генетических типов пород, среди которых преобладают ледниковый, озерно-ледниковый, флювиогляциальный и аллювиальный. Во внеледниковой зоне основная роль принадлежит породам лессовой серии.

В возрастном отношении четвертичные отложения представлены всеми четырьмя отделами — древним, средним, новым и современным.

Нижний отдел. К эоплейстоцену в районе исследований относятся делювиальные, элювиально-делювиальные отложения (доледниковая ископаемая почва, красно-бурые суглинки и сульский лесс), а также флювиогляциальные (?) и аллювиальные пески, залегающие в основании градижской террасы.

Наиболее полные разрезы нижнечетвертичных отложений, описанные в работах [8—10, 18, 21 и др.], наблюдаются в пределах неогеновых террас. Эти отложения представлены желто-палевыми, палево-бурыми и коричнево-бурыми лессами и лессовидными суглинками. Подошвой для них являются красно-бурые глины. Перекрывают лессы в ледниковой области породами днепровского ледникового комплекса, а во внеледниковой — средне- и верхнечетвертичными лессами и лессовидными суглинками. Абсолютные отметки кровли нижнечетвертичных лессов и суглинков на иванковской террасе изменяются от 160 (с. Бобровник) до 170—180 м (села Радчуки, Каплуновка и др.), снижаясь до 135—145 м в пределах новохарьковской террасы (села Поповка, Бугреватое, Комсомольское и др.). Мощность нижнечетвертичного (сульского) горизонта лесса колеблется в весьма широких пределах — от 0,3 (с. Хрушевая Никитовка) до 7,6 м (с. Каплуновка), составляя в среднем 3—4 м.

Нижнечетвертичные ископаемые почвы, наиболее детально изученные М. Ф. Векличем [9], представлены тяжелыми суглинками темно-бурыми, бурыми, иногда красно-бурыми и коричневыми. Мощность выделенных им стратиграфических горизонтов по сводному геологическому разрезу у с. Вязовка следующая: приазовского — 0,8 м, мартоношского — 7,3 м, сульского — 6,3 м, лубенского — 3,0 м, тилигульского — 9,1 м и завадовского — 2,85 м.

Гранулометрический состав подморенных лессов и ископаемых почв характеризуется значительной пылеватостью (содержание пылеватых фракций достигает 70—80%) и относительно невысоким содержанием песчаных и глинистых фракций.

Раннечетвертичные аллювиальные пески, впервые выявленные П. Я. Армашевским [1], в долине Днепра и его левобережных притоков описаны в ряде работ [12, 22, 25, 27, 28, 32]. Эти пески слагают градижскую террасу. В ее основании залегают разнозернистые, преимущественно крупнозернистые, флювиогляциальные (?) пески мощностью от 3,6 до 13,5 м. Остальная же часть градижского аллювия представлена более мелкозернистыми и однородными песками с прослоями супесей, суглинков и глин. Относительно возраста и генезиса этих песков существуют различные точки зрения. Так, А. И. Москвитин [25] всю толщу песков относит к флювиогляциальным образованиям, полагая, что переход от крупно- к мелкозернистым разностям отвечает «умирающему циклу ледниковых явлений». Придерживаясь точки зрения о смешанном аллювиально-флювиогляциальном генезисе рассматриваемых отложений, Н. И. Дмитриев [13, 14] считает их миндель-рисскими образованиями, Д. П. Назаренко [27] — миндель-миндель-рисскими, а А. П. Ромоданова [32] время формирования всей толщи относит к нижнечетвертичной эпохе. Мы присоединяемся к мнению Е. В. Шанцера [34] и С. И. Проходского [28, 29] об аллювиальной природе данных отложений, считая вслед за И. Н. Ремизовым [31], что нижняя «флювиогляциальная» толща песков относится к нижнему отделу, а верхняя, более мелкозернистая и однородная — к среднему.

Пески залегают на размытой поверхности киевской или харьковской свит, а перекрыты среднечетвертичными образованиями. Отметка их кровли в верховьях р. Сулы (с. Успенка) находится в пределах 125—130 м, а в низовьях — от 85 до 92 м. Мощность аллювия не превышает обычно 12—15 м. В долине Днепра отметка кровли песков составляет 80—95 м, а их мощность — 15—25 м. Причем, мощность уменьшается к краям долины (г. Прилуки — 6,5 м, г. Золотоноша — 25 м, с. Тепловское — 24,2 м).

Усредненный гранулометрический состав песков, составленный по данным различных организаций и приведенный в таблице, свидетельствует о том, что в составе песков преобладают мелко- и среднепесчаные фракции.

Широкое развитие рассматриваемых песков, значительная мощность, преобладание в их составе средне- и мелко-зернистых фракций, хорошие фильтрационные свойства ($K=2 \div 10$ м/сут.) и наличие контакта с обводненными харьковскими породами — все эти факторы создают благоприятные предпосылки для формирования в градижском аллювии значительных запасов подземных вод.

Фракции, мм	Среднее содержание фракции, %
>2	0,2—9,0
2—1	6,0—7,0
1—0,5	10,0—15,0
0,5—0,25	до 45
0,25—0,1	6,0—40,0
0,1—0,05	10,0—35,0
0,05—0,005	6,0—8,0
<0,005	до 4,0

Средний отдел. К этому отделу относятся лихвинская ископаемая почва, тилигульский лес, одиноцкая ископаемая почва и днепровский лесс. К мезоплейстоцену относятся и комплекс ледниковых образований днепровского оледенения — подморенные озерные, озерно-ледниковые и флювиогляциальные отложения, морена и надморенные флювиогляциальные отложения. К этому же отделу относятся флювиогляциальные образования проходных долин и аллювий третьей надпойменной (перейславско-черкасской) террасы [31].

Подморенные отложения изучались многими исследователями. Однако до настоящего времени вопрос о генезисе и возрасте этих пород окончательно не решен. Так, П. Я. Армашевский [1], А. В. Гуров [11] называли их «пресноводными мергелями» и «пресноводными известковыми суглинками», а В. И. Крокос [21] и Д. К. Биленко [3] — подморенным лессом, выделяя в этой толще три яруса олового лесса. По мнению Н. И. Дмитриева [14], подморенная толща состоит из нескольких горизонтов, различающихся как по времени, так и по условиям образования, но не поддающихся все же четкому генетическому расчленению. В. Г. Бондарчук [5] и А. П. Ромоданова [32] описывают данные отложения соответственно как ледниково-озерные

и озерно-ледниковые образования. П. К. Заморий [19] отстаивает озерное и аллювиально-озерное происхождение этих пород.

Рассматриваемые отложения распространены на водораздельных равнинах Левобережья Днестра и залегают на глубинах от 8—10 до 30 м от поверхности. Они представлены супесями и суглинками, нередко слоистыми, окрашенными в темные тона — от темно- и желтовато-серых до коричневых и темно-коричневых, что резко отличает их от вышележащего комплекса ледниковых образований. В толще суглинков встречаются пресноводная фауна, растительные остатки, а также прослои разнородного и гравелистого материала. В подошве этих полигенных образований в долине Днестра залегают нижнечетвертичные пески, а в пределах междуречий — красно-бурые глины и реже — нижнечетвертичные суглинки. В кровле находятся подморенные водно-ледниковые образования, морена, а при ее отсутствии — лесс. Абсолютная отметка кровли колеблется от 75—95 (села Горбы, Пирого и др.) в долине Днестра до 130—150 м на водоразделах (села Иржавец, Стрельники, Яреськи, Диканька, Горобцы и др.). Мощность подморенных отложений изменяется от 10—15 (села Диканька, Кочубеевка) до 35—40 м (села Вышний Булатец, Березовка и др.).

По микроагрегатному составу породы представляют собой преимущественно супеси, легкие и средние суглинки, часто тонкослоистые. Слоистость обусловлена чередованием слоев различного гранулометрического состава и окраски. В разрезе преобладают крупнопылеватые суглинки с содержанием крупнопылевой фракции 50—65%. Мелкопылеватая фракция, как отмечает А. П. Ромоданова [32], преобладает лишь в отдельных образцах. Гравий и крупнозернистый песок встречаются преимущественно в верхних частях разрезов, а их содержание в породе не превышает 3%. Среди фракций <0,1 мм преобладает тонкопесчаная (12—26%). Содержание глинистых частиц находится в пределах от 6 до 32%. Коэффициент фильтрации подморенных отложений, по данным лабораторных исследований и расчетным данным по эмпирическим формулам, колеблется от сотых до десятых долей метра в сутки, редко достигая 1—1,5 м/сут.

Подморенные флювиогляциальные отложения, развитые в ледниковой области и узкой приледниковой зоне, имеют спорадическое распространение. Они представлены преимущественно тонко- и мелкозернистыми песками, светло- и желтовато-серыми, косо- и горизонтально-слоистыми, с гравием и галькой кристаллических пород. Пески нередко замещаются супесями, алевролитами и легкими суглинками. В кровле данных отложений залегают морена, а в подошве — подморенные суглинки различного генезиса, описанные выше. Мощность песков изменяется от 0,2 до 4,5 м (с. Сулимы). Ввиду незначительного развития эти пески как объект гидрогеологического изучения могут рассматриваться лишь совместно с другими литологическими комплексами.

Условия залегания морены, ее распространение, стратиграфическое положение и вещественный состав в пределах исследуемого района изучали ряд авторов [4, 12, 18, 21, 32 и др.].

Морена залегает выше современных базисов эрозии, за исключением верховьев балок, и прослеживается не только на междуречьях, но и на нижнечетвертичных террасах. Подстилается она флювиогляциальными и озерно-ледниковыми отложениями, и лишь на Роменском куполе в ее подошве находятся пестрые глины или же верхнедевонская брекчия. Перекрывается морена флювиогляциальными отложениями, микулинской ископаемой почвой или же верхнечетвертичными лессами и лессовидными суглинками. Абсолютная отметка кровли моренных отложений в верховьях р. Сулы находится в пределах от 150—170 м (села Недригайлов, Бижевка, хут. Лавров и др.), снижаясь постепенно к долине Днестра до 87—90 м (села Устиновка, Пирого). Мощность морены изменяется от долей метра (с. Пирого — 0,1 м, с. Свиридовка — 0,4 м, хут. Лахновщина — 0,7 м) до нескольких метров (с. Бижевка — 1,9 м, хут. Красный и пос. Недригайлов — 2,9 м, с. Загребелье — 7,2 м), составляя в среднем около 5 м. Моренные отложения представлены

грубыми валунными суглинками, глинами, супесями, песками с галькой и гравием кристаллических пород. Однако в преобладающем большинстве случаев [15, 16] морена представлена суглинками и супесями с низкими фильтрационными характеристиками. На контакте морены с покрывающими отложениями наблюдаются оглеенные породы и скопления железо-марганцевых конкреций, свидетельствующие о том, что морена является относительным водопором для расположенного выше водоносного горизонта.

Надморенные водноледниковые отложения распространены ограниченно. Они представлены песками, алевритами, суглинками. Пески нередко слоистые за счет наличия прослоев гравелистого и крупнозернистого песка и мелкой гальки кристаллических пород. В гранулометрическом составе песков преобладают мелко- и тонкозернистые фракции. Суглинки водноледникового происхождения также нередко слоистые, с включением прослоев и линз разнозернистого песка и нижежащего материала. Мощность надморенных флювиогляциальных отложений изменяется от 0,4 (хут. Красный) до 8—9 м (села Бижевка, Воропаев и др.), составляя в среднем 2—4 м (села Пирог, Устиновка, Марченки, Ярески и др.)

Аллювиально-водноледниковые отложения, как и предыдущие образования, имеют ограниченное распространение и прослеживаются лишь в проходных долинах. Они представлены песками, алевритами и реже алевритистыми глинами. В разрезе толща также неоднородна — сверху преобладают тонкозернистые глинистые пески, алевриты, нередко с прослоями глин. Нижняя же часть толщи представлена кварцевыми разнозернистыми песками, мелко- и среднезернистыми, с включениями гальки и гравия кристаллических пород.

Отложения водноледниковых потоков залегают на размытой поверхности дочетвертичных образований, а перекрыты современными аллювиальными или верхнечетвертичными золово-делювиальными отложениями. Рассматриваемые отложения переходят в аллювий речных долин, в частности, в верхнюю часть аллювиевые переяславско-черкасской террасы, образуя единую аллювиально-водноледниковую толщу с хорошими коллекторскими свойствами.

Аллювиальные среднечетвертичные отложения участвуют в строении третьей надпойменной террасы, развитой по долинам Днепра и его левобережных притоков. Террасовый аллювий представлен кварцевыми песками с прослоями суглинков и глин. У контакта с залегающей выше лессовой толщей пески обычно мелкозернистые, а внизу они переходят в разно- и среднезернистые разновидности с включением гальки и гравия кристаллических пород. Мощность среднечетвертичного аллювия в долине Днепра составляет 35—40 м, а в долинах его притоков она изменяется от 4—5 до 20—30 м. В гранулометрическом составе песков преобладают средне- и мелкопесчаные фракции с суммарным содержанием от 55 до 70%. Коэффициент фильтрации изменяется от 1—2 до 6—10 м/сут.

На большей части площади распространения среднечетвертичный аллювий залегает на обводненной харьковской свите. Это обстоятельство, а также благоприятные условия для инфильтрационного питания и хорошие фильтрационные свойства аллювиальных отложений создают возможность для накопления в них значительных запасов подземных вод.

К среднему отделу относятся также тилигульский лесс с подстилающей его лихвинской ископаемой почвой и днепровский лесс, залегающий на одицовой ископаемой почве. Мощность тилигульского лесса, широко развитого в бассейнах рек Сулы и Ворсклы, изменяется от 0,5 до 9,1 м. Днепровский лесс также имеет широкое развитие. В ледниковом районе в этот горизонт вклинивается морена, разделяя его на над- и подморенную части. В перигляциальной зоне на левобережье р. Ворсклы в днепровский лесс вклиниваются слоистые флювиогляциальные пески с прослоями суглинков. Характерной особенностью днепровского лесса является повышенная песчаность по сравнению с лессами, покрывающими и подстилающими его. Мощность дан-

ного горизонта [21] колеблется от 1—1,5 (г. Сумы, села Ивановка, Юнаковка) до 6—8 м (села Терны, Поздняки и др.), достигая иногда 10—13 м.

Верхний отдел. К этому отделу относятся аллювиальные отложения трубежского и боровой террас, удайский и бугский лессы с миккулинской и мологощескннской ископаемыми почвами.

Трубежская терраса в виде отдельных островков развита по долинам всех основных рек исследуемого района. Ее ширина колеблется от нескольких десятков метров до 4—8,5 км (с. М. Сорочинцы). В основании террасы залегают преимущественно верхне- или среднепалеогеновые отложения. Слагающий террасу аллювий представлен песками кварцевыми, часто глинистыми. Отметка кровли песков снижается от 110—120 м в верховьях рек Сулы и Ворсклы (села Каменецкое, Борыси) и 130—140 м в верховьях р. Псла (села Пушкаревка, Мамаевка, Б. Чернетчина) до 70—80 м в низовьях указанных рек и долине Днепра (села Березняки, Сотницкое, Устивица, Кованьковщина, Александровка и др.). Мощность песков изменяется в значительных пределах — от 6—8 м в долинах притоков третьего порядка (реки Голтва, Ромен) до 25—30 м в долинах Днепра и его крупных притоков.

Гранулометрический состав песков неоднороден — это обычно разнозернистые их разновидности при некотором преобладании мелкопесчаных фракций. Неоднородность гранулометрического состава трубежского аллювия прослеживается и по разрезу — вверх находятся преимущественно мелко- и тонкозернистые пески, а внизу преобладают среднезернистые их разновидности, нередко с включениями гальки и гравия кристаллических пород. Фильтрационные свойства этих песков также изменяются в широких пределах — от 0,5—1,0 до 5—8 м/сут., редко достигая 10—12 м/сут.

Аллювий боровой террасы, также имеющий островное распространение, представлен песками, супесями с прослоями алевритов и глин. Условия залегания борового аллювия аналогичны таковым на трубежской террасе, а его мощность изменяется от 3—4 до 19—20 м. В гранулометрическом составе песков преобладают средне- и мелкозернистые частицы, содержание которых достигает соответственно 45—50 и 26—33%.

Лессы и лессовидные суглинки позднечетвертичного возраста покрывают все геоморфологические элементы района, за исключением пойменной и боровой террас (удайский лесс отсутствует также и на трубежской террасе). Данные отложения представлены палевым или желтовато-палевым пористым известковистым суглинком. Многими исследователями [19, 20, 31, 32] отмечается закономерное увеличение содержания песчаных частиц в лессах в северном направлении и по мере приближения к долине Днепра. Так, в северной части Украины лессы более песчаные, чем в средней ее части. Еще южнее они становятся глинистыми, плотными и приобретают буроватую окраску. Максимальная песчаность лессов и лессовидных суглинков наблюдается в местах контакта с подстилающими их флювиогляциальными отложениями. В изменении мощности лессов также наблюдается определенная закономерность — по мере удаления от долины Днепра она уменьшается по прямолинейной зависимости [20]. Мощность удайского лесса колеблется от 1,5 до 7,0 м, а бугского, согласно данным И. Н. Ремизова и П. В. Ковалева [30], — от 5 до 12 м у северной границы его распространения до 2,0—2,5 м на юге. Средняя же его мощность находится в пределах 3—4 м. По гранулометрическому составу лессы являются легкими суглинками со средним содержанием пылеватых частиц 70—78%, а глинистых — 12—15%. Фильтрационные свойства суглинков, равно как и водоотдача, весьма низкие. Значения коэффициентов фильтрации не превышают десятых долей метра в сутки.

Современный отдел. К этому отделу относятся аллювиальные отложения пойм рек, оврагов и балок, озерно-болотные, болотные и эолово-делювиальные образования. Но поскольку наибольший интерес представляют лишь аллювиальные образования, являющиеся транзитным путем в трансформации подземного стока в поверхностный, мы и ограничимся только их описанием.

Современные аллювиальные отложения представлены двумя фациями — нижней русловой и верхней старичной. Русловая фация сложена песками разномелкозернистыми, преимущественно средне- и мелкозернистыми, с прослоями крупнозернистых и гравелистых. В долине Днепра и устьевых частях его притоков в русловом аллювии встречаются также галька и гравий кристаллических пород. Отложения старичной фации составляют верхнюю часть разреза аллювия современных крупных рек, а также долины мелких рек и балок. Они представлены в основном суглинками зеленовато- и голубовато-серыми, нередко илистыми и тонкослоистыми. Общая мощность современного аллювия по долинам мелких рек и балок изменяется от 3—8 м до 20—30 м по долинам Днепра и его крупных притоков. Коэффициенты фильтрации пойменного аллювия изменяются в весьма широких пределах — от десятых долей метра в сутки для супесей и суглинков до 16—18 м/сут. для песков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Армашевский П. Я. Предварительный отчет о геологических исследованиях в Полтавской губернии в 1882 г. — «Изв. Геол. ком.», т. 2, СПб, 1883, с. 137—147.
2. Армашевский П. Я. Предварительный отчет о геологических исследованиях в губерниях Курской и Харьковской. — «Изв. Геол. ком.», т. 5, СПб, 1886, с. 353—362.
3. Біленко Д. К. Матеріали до геологічної історії долини Верхнього і Середнього Дніпра. Київ, Вид-во АН УРСР, 1939. 142 с.
4. Бондарчук В. Г. О стратификации и стратиграфии лессового покрова УССР. — «Проблемы сов. геологии», 1938, вып. VIII, № 1, с. 41—49.
5. Бондарчук В. Г. Стратиграфічний поділ четвертинних відкладів південно-західної частини Російської рівнини. — «Доп. АН УРСР», 1940, № 1, с. 277—280.
6. Бондарчук В. Г. Геоморфологія УРСР. Київ, «Рад. школа», 1949. 243 с.
7. Бондарчук В. Г. Геологія України. Київ, Вид-во АН УРСР, 1959. 832 с.
8. Веклич М. Ф. Основные результаты изучения вещественного состава четвертичных (антропогенных) отложений юго-западной части Русской равнины. — «Четв. период». Вып. 13—15. Киев, 1961, с. 87—107.
9. Веклич М. Ф. Ископаемые почвы в четвертичных (антропогенных) отложениях юго-западной части Русской равнины. — «Четв. период». Вып. 13—15. Киев, 1961, с. 114—137.
10. Опорные геологические разрезы антропогена Украины. Киев, «Наукова думка», 1967. 226 с. Авт.: М. Ф. Веклич, А. Т. Артюшенко, Н. А. Сиренко и др.
11. Гуров А. В. Геологическое описание Полтавской губернии. Харьков, 1888. 1011 с.
12. Дмитриев Н. И. К вопросу о названиях террас Среднего Днепра. — «Учені зап. Харк. держ. ун-ту», 1940, № 18. Харків, с. 39—46.
13. Дмитриев Н. И. Яготинская и остапьевская террасы Среднего Днепра и их аналоги в бассейне Среднего и Нижнего Дона. — «Наук. зап. Харк. держ. пед. ін-ту», т. IX. Харків, Вид-во Харк. держ. пед. ін-ту, 1946, с. 85—122.
14. Дмитриев Н. И. О стратиграфии лессовых пород Среднеднепровья и соотношении лессовых и моренных горизонтов. — «Труды ИГН АН УССР, сер. геоморфол. и четв. геолог.», вып. I. Киев, Изд-во АН УССР, 1957, с. 168—179.
15. Дорофеев Л. М. Літологічні особливості морени дніпровського льодовика. — «Доп. АН УРСР», 1959, № 2, с. 184—187.
16. Дорофеев Л. М. Деякі особливості гранулометричного складу дрібнозему морени Середнього Придніпров'я. — «Доп. АН УРСР», 1960, № 12, с. 1618—1622.

17. Заморій П. К. Четвертинні поклади північно-східної частини УРСР. — «Четв. період», вип. IX. Вид-во АН УРСР, 1935, с. 35—88.
18. Заморій П. К. Четвертинные отложения Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донбасса. — «Геол. строение и нефтегазонос. Днепр.-Дон. впадины и сев.-зап. окраины Донецк. бассейна». Киев, Изд-во АН УССР, 1961, с.
19. Заморій П. К. Четвертинні відклади Української РСР. Київ, Вид-во Київськ. держ. ун-ту, 1961, 550 с.
20. Карлов Н. Н. Об общей закономерности изменения мощности и гранулометрического состава Приднепровского лесса. — «ДАН СССР», 1958, т. 19, № 3, с. 565—567.
21. Крокос В. И. Материалы для характеристики четвертичных отложений восточной и южной Украины. Харьков, Изд-во НКЗ УССР, 1927, 303 с.
22. Личков Б. Л. К геологии горы Пивихи на Днепре. — «Вісн. Укр. відділення Геол. ком.», вип. IX, 1926, с. 1—32.
23. Личков Б. Л. К вопросу о террасах Днепра. — «Вісн. Укр. відділення Геол. ком.», вип. IX, 1926, с. 77—97.
24. Личков Б. Л. К вопросу о террасах Днепра. — «Вісн. Укр. відділення Геол. ком.», вип. II, 1928, с. 51—82.
25. Москвитин А. И. Геология Прилуцкого округа Украины. М.—Новосибирск — Л., ОНТИ НКПТ, 1933, вып. 310.
26. Набоких А. И. Факты и предположения относительно состава и происхождения послетретичных отложений черноземной полосы России. — «Материалы по исслед. почв и грунтов Херсонск. губ.». Одесса, 1915, вып. 6, с. 16—27.
27. Назаренко Д. П. О стратиграфии и палеогеографии долинных отложений Левобережья Среднего Днепра. — «Уч. зап. Харьк. ун-та», т. 12. Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1955, с. 101—129.
28. Проходский С. И. Некоторые вопросы геоморфологии Левобережья Днепра. — «Природн. ресурсы Левобережн. Украины и их использование», т. I. Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1961, с. 263—266.
29. Проходский С. И. Четвертинные террасы Левобережного Днепра в районе Кременчугской ГЭС. — «Природн. ресурсы Левобережн. Украины и их использование», т. I. Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1961, с. 267—269.
30. Ремизов И. Н. и Ковалев П. В. Физико-географические условия накопления бугского яруса лесса на Украине. — «Изв. Харьк. отд. Геогр. об-ва СССР». Харьков, Изд-во Харьк. ун-та, 1963, с. 14—20.
31. Ремизов И. Н. Стратиграфическая шкала кайнозоя Днепровско-Донецкой впадины. — «Труды межведомств. конференции по изуч. природных и труд. ресурсов Левобережн. Украины». М., «Недра», 1965, с. 115—126.
32. Ромоданова А. П. Четвертинні відклади Лівобережжя Середнього Дніпра. Київ, «Наукова думка», 1964, 156 с.
33. Соболев С. С. Почвообразующие породы Украинской ССР. — «Почвоведение», 1935, № 4, с. 67—88.
34. Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. — «Труды ИГН АН СССР, сер. геол.», 1951, 275 с.

УДК 624.138.2

В. П. ДВОРОВЕНКО, Н. Ф. ДОЦЕНКО,
В. К. ПАНФИЛОВ, канд. геол.-минерал. наук

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕЛА В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ЭКРАНОВ

Исследования по использованию мела в качестве основного компонента экранов были вызваны проектированием шламонакопителя Стойленского ГОКа в природной расчлененной балке, борта которой сложены трещинова-

тым, сильно фильтрующим мелом. Фильтрация исключалась требованием организации оборотного водоснабжения. Поэтому создание противофильтрационного экрана являлось необходимым, а использование мела в качестве основного компонента давало определенную экономию средств.

Изучение осуществлялось путем лабораторных исследований по уплотнению мела и ряда полевых работ на опытных площадках, созданных в чаще проектируемого шламоналивника. Основные цели исследований — определение оптимальной влажности затворения, требуемой плотности и необходимой степени дробления мела, подбор оптимальных смесей мела с иными добавками. При уплотнении использовался мел различной степени дробления (размер частиц от 0,1 до 50 мм). Уплотнение производилось стандартным способом (вес гири 4,5 кг, высота падения 45 см, количество ударов — 25). При уплотнении была использована направляющая труба, собственно уплотнение осуществлялось в режущем кольце из полевой лаборатории И. М. Литвинова. С целью равномерного увлажнения пород, последние до уплотнения помещались на трое суток в эксикаторы с водой. Определение коэффициентов фильтрации производилось на приборе K_f из полевой лаборатории.

Проведенные работы показали, что на эффективность создания нефилтующего материала из мела оказывает весьма существенное влияние степень его дробления. В частности, при дроблении обломков до 10—50 мм тесной связи между влажностью затворения, объемным весом скелета грунта и коэффициентом фильтрации не обнаружено. В пределах одной и той же серии опытов наблюдалась значительная разница в результатах определений коэффициентов фильтрации (порядка знака, в ряде опытов отмечен вынос грунта).

В целом наблюдалось увеличение объемного веса скелета грунта (δ) по мере повышения влажности затворения (W_z) с последующим уменьшением его после перехода через максимум ($\delta = 1,77 \text{ г/см}^3$) при влажности $W_z = 17\%$. Однако зафиксированные в точке максимума (δ) выносы мела говорят о недостаточной плотной компоновке его агрегатов.

При влажности затворения выше 28,5% выноса материала не было, достигнуты достаточно низкие значения $K_f < 0,005 \text{ м/сутки}$, однако стабильность результатов не достигнута.

Более приемлемые результаты получены при испытаниях мела со степенью дробления 5 мм. Анализ характера уплотнения при различных влажностях затворения W_z показывает, что с увеличением W_z до 22,4% наблюдается стабильное повышение объемного веса скелета до $1,69 \text{ г/см}^3$. Более высокие W_z приводят к снижению его. Соответственно увеличению W_z снижаются коэффициенты фильтрации до $K_f = 0,0004 \div 0,0007 \text{ м/сутки}$. Характерные значения δ и K_f при различных W_z приведены в таблице.

Таким образом, в соответствии с теорией уплотнения грунтов, при оптимальной влажности W_z создается новая, практически водонепроницаемая структура мела. Уплотненный мел (дробление 5 мм) при $W_z = 22 \div 26\%$, $\delta = 1,69 \text{ г/см}^3$ может быть использован в качестве материала экрана. Повышение $W_z > 26\%$, учитывая работу уплотняющих машин, не дает положительного эффекта, поскольку увеличиваются усилия прилипания $\tau > 0,085 \text{ кг/см}^2$.

Замечено, что повышение противофильтрационного эффекта может быть достигнуто прибавлением к уплотняемому мелу цемента. В частности, внесение 1—2% цемента марки 500 привело к снижению коэффициента фильтрации $0,00008 \text{ м/сутки}$. Отмечается прямолинейная зависимость между повышением содержания цемента и снижением коэффициента фильтрации. Существенно повышается при этом прочность грунта. Следует отметить, что уплотнение в данном случае следует вести при оптимальной влажности.

Влажность затворения $W_z, \%$	Объемный вес скелета грунта $\delta, \text{ г/см}^3$	Коэффициент фильтрации, м/сутки
11,1	1,46	15
18,5	1,49	10—15
21,0	1,66	0,0004
22,4	1,69	0,0007
26	1,62	0,0006

Помимо указанных, были проведены опыты по изучению характера уплотнения смеси: мел 75% + суглинок 25%. Уплотнение мела и смесей было идентичным.

Влажность затворения W_a 15% практически создает водонепроницаемую структуру уплотнений смеси, причем суглинок играет роль заполнителя между неразрушенными агрегатами мела. При оптимальной влажности $W_a = 18-20\%$ на участках освеженных поверхностей создаются новые структурные связи, благодаря которым K_f снижается до $0,12 \cdot 10^{-5}$ м/сутки.

Однако, несмотря на то, что при уплотнении смеси достигаются более низкие фильтрационные свойства материала экрана, сложность технологии смешения несколько ограничивает практическое применение исследованной смеси.

Мел как материал экрана применялся на опытных площадках, созданных в чаше шламонакопителя для изучения фильтрационных, прочностных, морозостойких свойств уплотненного мела.

Площадки размерами $2 \times 1,8$ м были выполнены из уплотненного мела и смесей мел+суглинок (80%+20%) и (50%+50%). Использовался мел естественной степени дробления и естественной влажности. Размеры отдельных кусков мела колебались от 0,1 до 8 см. Мел уплотнялся по стандартной методике (предварительная выемка и засыпка). Мощность уплотненного мела составила 80 см. Аналогичным образом были сделаны площадки из смесей.

Опытно-фильтрационные исследования, проведенные с помощью прибора ПВН-00, показали, что уплотнение мела снижает фильтрационные свойства в 10 раз ($K_f = 0,16$ м/сутки). Аналогичные результаты получены по площадкам мел+суглинок ($K_f = 0,06-0,12$ м/сутки).

Прочность уплотненных грунтов достаточно велика. Величина сцепления составляет $2-2,15$ кг/см² (испытания сдвигомером-крыльчаткой СК-8). Фактически прочностные характеристики близки к характеристикам коренного мела, что весьма важно для устойчивости экрана на крутых склонах.

Наблюдения за выветриванием пород опытных площадок показали, что наиболее эффективно выветривается уплотненный мел. После сезонного промерзания — оттаивания уплотненный мел с поверхности ноздреват, сжимаем, на глубине 10—15 см заметно трещиноват. При наблюдениях в зимнее время участками, особенно на путях фильтрации, появляется лед. Причем, кусочки мела как бы включены в лед, образуя порфировидную текстуру. Резко повышаются фильтрационные свойства уплотненного мела ($K_f = 1,2$ м/сутки), снижается его прочность.

ВЫВОДЫ

1. При использовании мела в качестве материала экрана нарушается природная макротекстура мела и возникает новая текстура, которая исключает или ограничивает возможность фильтрации через обработанный грунт. Такой положительный эффект достигается при дроблении мела до фракций < 5 мм и уплотнения его при влажности затворения $W_a = 22-26\%$ (K_f снижается до $0,0004$ м/сутки).

2. Одним из важнейших условий удовлетворительной работы экранов с использованием мела является защита их от выветривания.

УДК 551.491.56(471.32+477.54)

К. А. НЕМЕЦ

ЗАВИСИМОСТЬ ВОДОБИЛЬНОСТИ ВЕРХНЕМЕЛОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА ОТ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

Мело-мергельный водоносный горизонт, приуроченный к трещиноватой зоне выветривания верхнемеловых карбонатных пород, в верхней части бассейна р. Северский Донец имеет почти повсеместное развитие. Он интенсив-

но эксплуатируется на большей части Белгородской и Харьковской областей, а в некоторых районах является единственным источником водоснабжения. Этому способствует его устойчивый гидродинамический режим, неглубокое залегание, хорошее качество подземных вод и достаточно высокая водообильность.

По условиям залегания и особенностям режима водоносного горизонта в районе исследований можно выделить два подрайона: северный и южный. Граница между ними проходит по линии Великий Бурлук—Волчанск—Борисовка. В пределах северного подрайона мело-мергельный водоносный горизонт безнапорный [3]; он перекрыт малоомощными песчано-глинистыми кайнозойскими отложениями и хорошо вскрыт овражно-балочной сетью. Здесь имеются благоприятные условия питания и разгрузки меловых вод. В северной части этого подрайона наблюдается развитие карста в толще мело-мергельных пород, с чем связана значительная изменчивость их фильтрационных свойств.

Южнее указанной линии (южный подрайон) верхнемеловые отложения погружаются к юго-западу под компенсирующие это погружение палеогеновые и неогеновые песчано-глинистые отложения. По мере погружения водовмещающих пород водоносный горизонт приобретает напор. Его вскрытость эрозийной сетью уменьшается, в связи с чем условия водообмена ухудшаются. В южной части этого подрайона, как результат воздействия процессов куполовидной тектоники, наблюдается разрыв сплошности мело-мергельных отложений, изменение их гипсометрического положения, резкое изменение условий питания и разгрузки подземных вод. Все это усложняет гидродинамический режим описываемого водоносного горизонта и, в частности, несколько улучшает условия водообмена.

Большое значение имеет фактор трещиноватости, определяющий фильтрационные свойства верхнемеловых отложений. Как известно, трещины, встречающиеся в горных породах и, в частности, в карбонатных породах верхнего мела, разделяются на следующие генетические типы: эпигенетические, тектонические и гипергенные. Трещины первых двух типов отличаются значительной (региональной) выдержанностью, строгой ориентацией в пространстве и образуют несколько взаимосвязанных систем. Гипергенные трещины приурочены к коре выветривания. Их ориентация, размеры, раскрытость и густота зависят от структурных особенностей и механической крепости верхнемеловых пород, а также от интенсивности факторов выветривания. Эти трещины образуют разветвленную и сложную систему, к верхней части которой (зоне активной трещиноватости) приурочен мело-мергельный водоносный горизонт. Его водообильность зависит, в частности, от фильтрационных свойств этой зоны, которые определяются интенсивностью и характером трещиноватости водовмещающих пород, а также степенью проницаемости трещин. Наиболее благоприятные условия для проявления этих факторов имеются в речных долинах и балках, где происходит активная разгрузка водоносного горизонта. Поэтому зоны наибольшей водообильности мело-мергельных пород приурочены, как правило, к современным крупным дренающим элементам [3, 8].

Так как гидрогеологические параметры исследуемого водоносного горизонта определяются преимущественно особенностями развития зоны активной трещиноватости коры выветривания, в дальнейшем будет рассматриваться только гипергенная система трещин.

Известно, что интенсивность факторов выветривания с глубиной уменьшается. Соответственно изменяются фильтрационные свойства трещиноватых пород, подвергающихся выветриванию. В отечественной литературе освещены результаты многочисленных исследований затухания трещиноватости с глубиной и, соответственно, изменения фильтрационных свойств пород. В частности, В. Д. Бабушкин и др. [8], изучавшие этот процесс на месторождениях Северо-Уральского и Южно-Уральского бокситовых районов, в общем виде установили следующую экспоненциальную зависимость:

$$K(z) = K + K_0 e^{-\frac{z}{\beta m}}, \quad (1)$$

где K — абсцисса вертикальной асимптоты; $K + K_0$ — значение коэффициента фильтрации у кровли трещиноватого пласта; z — глубина от уровня воды точки, в которой определяется коэффициент фильтрации; m — мощность водоносных трещиноватых пород; β — постоянный коэффициент, определяемый по данным полевых гидрогеологических исследований; e — основание натурального логарифма.

Другие исследователи [1, 3] также приходят к выводу, что фильтрационные свойства трещиноватых пород должны рассматриваться как функции вертикальной координаты. Из этого следует, что водообильность водоносного горизонта, приуроченного к трещиноватой зоне, с увеличением глубины залегания водовмещающих пород должна уменьшаться.

Такая зависимость в пределах верхней части бассейна Северского Донца имеет место. В подтверждение этого можно указать, что южнее и западнее линии Изюм—Змиев—Мерефа—Богодухов, где мело-мергельные породы залегают ниже глубины интенсивного действия факторов выветривания (120—130 м), они практически безводны [2, 4, 6]. Следует отметить, что эта зависимость имеет стохастический характер. Это объясняется наличием большого количества факторов, определяющих водообильность исследуемого водоносного горизонта. Главные из них следующие: климатические — количество и интенсивность атмосферных осадков, годовой ход температуры воздуха; геологические — литологический состав перекрывающих отложений и пород зоны аэрации, геоморфологические особенности, развитие карста и др.; гидрогеологические — условия взаимосвязи мелового водоносного горизонта с подземными водами кайнозойских отложений и поверхностными водами, особенности условий питания и разгрузки подземных вод и другие.

Целью настоящих исследований является анализ указанной зависимости, определение ее формы и расчет эмпирических параметров ее уравнения. В качестве исходных данных были выбраны удельные дебиты разведочных и эксплуатационных гидрогеологических скважин (q) и глубина залегания кровли водовмещающих пород (h). При решении поставленной задачи применялись вероятностно-статистические методы. При этом региональный характер постановки задачи вызвал затруднения, связанные с тем, что действие вышеперечисленных факторов в районе исследований, имеющем значительную площадь, отличается большой изменчивостью. Учесть эти изменения в большинстве случаев не представлялось возможным. Кроме этого, были приняты некоторые допущения при оценке водообильности водоносного горизонта. Это связано с тем, что удельный дебит, рассчитываемый по формуле [9]:

$$q = \frac{Q}{S}, \quad (2)$$

где Q — дебит скважины; S — понижение динамического уровня, однозначно характеризует водообильность только напорного водоносного горизонта. Поэтому для северного подрайона, где меловые воды имеют свободную поверхность, удельный дебит должен определяться по следующей формуле [9]:

$$q = \frac{Q}{(2H - S)S}, \quad (3)$$

где H — мощность водоносного горизонта (от нижней границы зоны активной трещиноватости). Но эта величина в некоторых случаях оставалась неизвестной, поэтому q определялся по формуле (2). Не учитывались также конструктивные отличия опробованных гидрогеологических скважин, что неизбежно в некоторой степени могло повлиять на точность оценки водообильности водоносного горизонта.

Статистическая обработка имеющихся материалов производилась следующим образом. Из совокупности соответствующих значений глубины залегания водовмещающих пород (h_i) и удельного дебита (q_i) были составлены ряды распределения q_i по интервалам Δh . Исходя из принципа рациональ-

ного сочетания длины и количества интервалов Δh , последние определены с границами от 0—5 до 55—60 м; большие значения h_i отнесены к интервалу >60 м. Аналогично определены интервалы Δq с границами от 0—0,1 до 14,9—15,0 л/сек. По каждому интервалу Δh были подсчитаны частоты Δq и определены частоты (статистические вероятности) $W(\Delta q)$ по формуле [1, 10, 11]:

$$W(\Delta q) = \frac{m}{n}, \quad (4)$$

где m — частота q_i в интервале Δq ; n — общее количество q_i в интервале Δh .

Результаты расчетов приведены в таблице; для удобства показаны частоты $W(\Delta q)$ укрупненных интервалов $\Delta q'$ — от 0—2,5 л/сек до 15 л/сек.

Результаты статистической обработки данных водообильности мело-мергельного водоносного горизонта в верхней части бассейна р. Северский Донец

Интервал $h, м$	Количество опробованных скважин n	Частоты удельных дебитов $W(\Delta q')$						Средне-взвешенный по частоты q_B , л/сек
		0,0—2,5 л/сек	2,5—5,0 л/сек	5,0—7,5 л/сек	7,5—10,0 л/сек	10,0—12,5 л/сек	12,5—15,0 л/сек	
0—5	78	0,846	0,051	0,038	0,000	0,038	0,027	1,86
5—10	125	0,768	0,128	0,016	0,024	0,040	0,024	2,44
10—15	124	0,726	0,161	0,072	0,016	0,016	0,009	2,08
15—20	144	0,722	0,167	0,028	0,035	0,024	0,024	2,25
20—25	95	0,790	0,147	0,032	0,010	0,021	0,000	1,49
25—30	37	0,784	0,081	0,027	0,081	0,027	0,000	2,06
30—35	42	0,928	0,047	0,000	0,024	0,000	0,000	1,15
35—40	34	0,941	0,000	0,059	0,000	0,000	0,000	0,86
40—45	29	1,000	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000	0,59
45—50	34	0,882	0,140	0,059	0,000	0,000	0,000	0,9
50—55	14	0,860	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,88
55—60	14	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,53
>60	43	0,953	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,52
0—>60	813	0,810	0,109	0,032	0,018	0,020	0,011	1,74

Для определения характера изменения частоты $W(\Delta q)$ в зависимости от глубины залегания водовмещающих пород (h) была построена диаграмма (рис. 1). По ее вертикали указаны глубины h , по горизонтали — частоты $W(\Delta q)$ от 0 до 1. Принцип построения диаграммы был принят следующий. От левой вертикальной стороны строится кривая частоты $W(\Delta q_1) = f(h)$ первого интервала Δq_1 . Она отсекает полосу с площадью, выраженной определенным интегралом $[4] \int_0^h f(h)dh$. Ширина этой полосы непостоянна и пропорциональна частоты $W(\Delta q_1)$ при соответствующем значении h . Следующая кривая частоты $W(\Delta q_2) = \varphi(h)$ отсекает площадь, равную сумме предыдущей площади и приращения площади ΔS , т. е. $\int_0^h \varphi(h)dh = \int_0^h f(h)dh + \Delta S$.

Ширина полосы с площадью ΔS пропорциональна частоты Δq_2 и т. д. Таким образом, частоты каждого интервала Δq на диаграмме наглядно выражаются шириной соответствующей полосы. Предлагаемый способ графического выражения зависимости $W(\Delta q) = \varphi(h)$ облегчает сравнение и анализ частот любых интервалов Δq . В качестве примера на диаграмме (см. рис. 1) укрупненный интервал $\Delta q'$ 0,0—2,5 л/сек расчленен на более мелкие интервалы 0,0—0,1; 0,1—0,3; 0,3—0,5; 0,5—1,0; 1,0—2,5 л/сек. Аналогично можно детализировать другие интервалы $\Delta q'$, в случае необходимости применяя полулогарифмический масштаб.

Из анализа диаграммы (см. рис. 1) видно, что частоты (вероятности) удельных дебитов зависят от их величины и от глубины залегания водовмещающих пород.

Выше было отмечено, что исследуемая зависимость имеет стохастический характер, т. е. определенному значению глубины залегания кровли водовмещающих пород (h) соответствует ряд распределения значений удельных дебитов (q), состоящий из j членов. Для определения формы этой зависимости целесообразно выразить ее с некоторым приближением функциональной зависимостью, имеющей общий вид:

$$Mq = F(h),$$

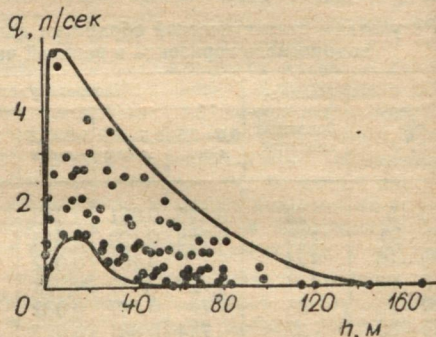
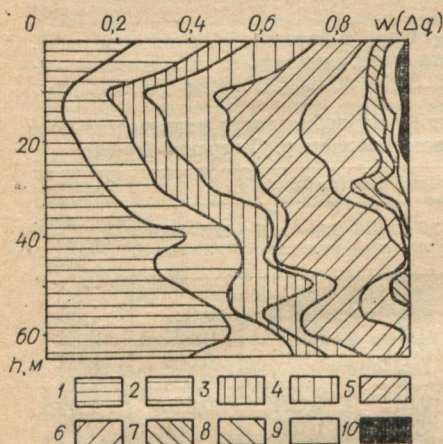


Рис. 1. Диаграмма зависимости частоты (вероятности) величины удельных дебитов $W(\Delta q)$ от глубины залегания водовмещающих пород. Частоты удельных дебитов, л/сек:

1 — $q=0-0,1$; 2 — $q=0,1-0,3$; 3 — $q=0,3-0,5$; 4 — $q=0,5-1,0$; 5 — $q=1,0-2,5$; 6 — $q=2,5-5,0$; 7 — $q=5,0-7,5$; 8 — $q=7,5-10,0$; 9 — $q=10,0-12,5$; 10 — $q=12,5-15,0$.

Рис. 2. Расположение точек с координатами $\bar{q}_\sigma$, $\Delta h'$ и кривые функции $q = ahe^{-nh}$.

где M_q — математическое ожидание q при определенном h , M_q приближенно можно определить по среднеарифметическому значению $\bar{q}$ в каждом ряде распределения, так как при $j \rightarrow \infty$ $\bar{q} \rightarrow M_q$. Учитывая, что удельные дебиты по численным значениям разноразностны, как было показано выше, M_q определялись по средневзвешенным по частоты q_σ .

Разделив исследуемый интервал глубин h на интервалы $\Delta h'$ длиной 1 м и рассчитав в них значения $\bar{q}_\sigma$, получим ряд параметрических значений функции $Mq = \bar{q}_\sigma = F(h)$. Расположение точек с координатами Δh_κ и $\bar{q}_{\sigma,\kappa}$ на координатной сетке (рис. 2) показывает, что ее график имеет очень сложную и неудобную для анализа форму, так как кривая должна пройти последовательно через все точки. Упрощая форму графика, можно провести множество кривых, крайние из которых показаны на рис. 2. Совершенно очевидно, что одна кривая из этого множества является графиком функционального выражения исследуемой зависимости.

Сравнивая форму полученных кривых с графиками наиболее часто встречающихся функций, приходим к выводу, что все они могут быть описаны в общем виде экспоненциальным уравнением:

$$q = ahe^{-nh}, \quad (6)$$

Для проверки этого предположения достаточно преобразовать уравнение (6) таким образом, чтобы получить линейную зависимость между известными функциями h , q и проверить соответствие ее графика прямой линии [7]. После логарифмирования исходного уравнения и последующих несложных преобразований получаем выражение: $\lg q - \lg h = \lg a - (n \lg e) h$.

Умножая его на -1 и вводя обозначения $n \lg e = A$ и $-\lg a = B$, получаем уравнение прямой линии:

$$\lg \frac{h}{q} = Ah + B \quad (7)$$

с текущими координатами $\lg \frac{h}{q}$ и h . При построении ее графика по значениям $\bar{q}_s$ и $\Delta h'$ на полулогарифмической координатной сетке получаем ряд точек. Их разброс от прямой линии, как показано на рис. 3, небольшой, поэтому предположение подтверждается. Это подтверждается также и расчетным путем. Коэффициент корреляции, характеризующий тесноту линейной связи между величинами $\lg \frac{\Delta h'}{q_s}$ и $\Delta h'$, в случае наличия последней должен по аб-

солютной величине приближаться к 1. По расчету коэффициент корреляции (r) равен $r = 0,905 \pm 0,022$, что указывает на правильность предположения.

Таким образом, можно считать доказанным, что исследуемая зависимость в общем виде приблизительно выражается уравнением (6).

Дальнейший анализ сводится к расчету параметров a и n . Это было сделано следующим образом.

По способу наименьших квадратов [7] были рассчитаны коэффициенты A и B уравнения (7). Затем, учитывая принятые обозначения $A = n \lg e$ и $B = -\lg a$, определяли эмпирические параметры a и n . После их подстановки в уравнение (6) получено искомое эмпирическое уравнение, имеющее следующий вид:

$$q = 0,34 h e^{-0,076 h} \quad (8)$$

Выше было доказано, что уравнение (6) достаточно точно ($r = 0,905$) описывает график функции (5). Следовательно, уравнение (8) с некоторым приближением выражает исследуемую зависимость, что можно оценить теснотой связи между величинами $\lg \frac{h_i}{q_i}$ и h_i . Критерием оценки, как и прежде, послужит значение коэффициента корреляции (r). По расчету $r = 0,722 \pm 0,21$, что свидетельствует о наличии связи между $\lg \frac{h_i}{q_i}$ и h_i , а следовательно, и между q_i и h_i , хотя и не очень тесной. Из этого следует, что уравнение (8) может быть применено для приближенного выражения зависимости q от h .

Следует подчеркнуть, что эмпирическое уравнение (8) характеризует эту зависимость для всего исследуемого района в целом. При рассмотрении более мелких по размеру участков, особенно с однородными гидрогеологическими условиями, когда значительно уменьшается изменчивость действия перечисленных выше факторов, параметры a и n могут принимать более точные значения.

Расчет коэффициентов корреляции и параметров A , B , a , n был выполнен в вычислительном центре Харьковского госуниверситета на ЭЦВМ М-222.

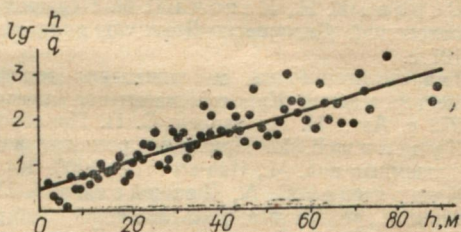


Рис. 3. График зависимости $\lg \frac{\Delta h'}{q_b}$ и $\Delta h'$.

ВЫВОДЫ

1. Частота (вероятность) и величина удельных дебитов, в общем, находятся в обратной зависимости.

2. Вероятность удельных дебитов (q) связана с глубиной залегания водовмещающих пород (h) следующим образом: а) при $q < 0,1$ л/сек — пропорциональна h ; б) при $q = 0,1—0,5$ л/сек — с увеличением h заметно не изменяется; в) при $q = 0,5—15,0$ л/сек — обратно пропорциональна h .

3. Частота удельных дебитов 7,5—10,0; 10,0—12,5; 12,5—15,0 л/сек достигает значения 0 при h соответственно 45, 35, 25 м.

Эмпирическое уравнение, приближенно выражающее зависимость между величиной удельных дебитов (q) и глубиной залегания водовмещающих пород (h), имеет вид

$$q = 0,34he^{-0,076h}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин В. Д., Плотников И. И., Чуйко В. М. Методы изучения фильтрационных свойств неоднородных пород. М., «Недра», 1974. 208 с.
2. Варава К. Н., Негода Г. Н. Подземные воды палеогеновых и меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. Киев, «Наукова думка», 1968. 107 с.
3. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия железорудных месторождений Курской магнитной аномалии. М., Госгеолтехиздат, 1959. 272 с. Авт.: И. Н. Павлов, С. П. Прохоров, Г. Г. Скворцов, Ф. И. Лосев.
4. Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М., Изд-во МГУ, 1960. 344 с.
5. Кудрявцев В. А., Демидович Б. П. Краткий курс высшей математики. М., Физматгиз, 1962. 528 с.
6. Маков К. И. Подземные воды Днепровско-Донецкой впадины. Киев, Изд-во Укр. геол. упр., 1941. 405 с.
7. Малеваный Г. Г., Пирятин В. Д. Способ наименьших квадратов в гидрогеологических исследованиях и расчетах. Харьков, Изд-во ХГУ, 1972. 236 с.
8. Прогноз водопритоков в горные выработки и водозаборы подземных вод в трещиноватых и закарстованных породах. М., «Недра», 1972. 196 с. Авт.: В. Д. Бабушкин, З. П. Лебедянская, Л. З. Леви, Г. Н. Кашковская, Б. В. Боровский, И. И. Плотников.
9. Силин-Бекчурин А. И. Динамика подземных вод. М., Изд-во МГУ, 1965. 380 с.
10. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М., «Наука», 1969. 512 с.
11. Шарапов И. П. Применение математической статистики в геологии. М., «Недра», 1971. 245 с.

УДК 628(447.61/62) + 551.493

Г. Г. ВЕЛИКИЙ, канд. геол.-минерал. наук,
В. П. ДВОРОВЕНКО, К. А. НЕМЕЦ

МЕЛО-МЕРГЕЛЬНЫЙ ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ В БАССЕЙНЕ р. КАЗЕННЫЙ ТОРЕЦ, ЕГО ОХРАНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Мело-мергельный водоносный горизонт в бассейне р. Казенный Торец имеет широкое развитие и является основным источником водоснабжения. Водообильность этого водоносного горизонта в плане неравномерна: по удельным дебитам скважин от 0,003 л/сек (на склонах водораздельного

плато) до 5,85 л/сек (в долине р. Казенный Торец). Общая закономерность изменения водообильности заключается в ее увеличении по мере приближения к основному гидрографическому врезу. Поэтому крупнейшие водозаборы бассейна расположены в поймах крупных гидрографических элементов.

Водосборная площадь мело-мергельного водоносного горизонта, т. е. его область питания, охватывает всю территорию бассейна в пределах развития мело-мергельных отложений.

Движение подземных вод направлено к современным эрозийным врезам и в направлении течения поверхностных водотоков. Главным дренающим элементом является долина р. Казенного Торца.

Условия питания водоносного горизонта в естественной и нарушенной гидрогеологической обстановке различны. В первом случае источником питания является инфильтрация атмосферных осадков, которая происходит непосредственно в местах выхода меловых пород на поверхность или через покрывающие отложения. В условиях нарушенного режима имеет место дополнительное питание за счет перелива с аллювиального водоносного горизонта и из поверхностных водотоков. Это привело к тому, что аллювиальные отложения в долине р. Казенного Торца полностью сдrenированы под влиянием работы водозаборов и лишь в виде узкой полосы шириной 50—60 м, вытянутой вдоль русла, аллювий обводнен. Это свидетельствует о наличии процесса перетекания речной воды через аллювиальные отложения в мело-мергельный водоносный горизонт.

Условия формирования химического состава вод мело-мергельного водоносного горизонта определяются теми же факторами, что и водообильность и условия питания.

В площадном отношении выделяются следующие зоны с характерным химическим составом:

а) участки развития очень пресных и пресных вод гидрокарбонатного, реже — гидрокарбонатно-сульфатного, кальциево-натриевого типа. Они охватывают долины современных эрозийных врезов и характеризуются повышенной трещиноватостью и хорошей проницаемостью водовмещающих пород на всю глубину развития трещиноватости. Сухой остаток изменяется от 0,4 до 1,1 г/л и в среднем составляет 0,7—0,9 г/л;

б) участки развития пресных и слабосоленоватых вод сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридного, кальциево-натриевого типа. Они приурочены к склонам рек и балок. Здесь трещиноватость водовмещающих пород меньше, вследствие чего водообмен более затруднен. Сухой остаток вод этих участков изменяется от 0,9 до 1,4 г/л.

Режим мело-мергельного водоносного горизонта устойчив и зависит от климатических факторов: годового хода температур воздуха и атмосферных осадков. С глубиной влияние этих факторов уменьшается.

На участке развития мело-мергельного водоносного горизонта река Казенный Торец загрязняется ингредиентами промышленного загрязнения. Кроме непосредственных сбросов промышленных стоков в реку, имеется ряд других источников загрязнения. К ним в первую очередь (по интенсивности загрязнения) необходимо отнести отстойники металлургического и коксохимического производства, а также отвалы шлама и шлака.

Пути загрязнения мело-мергельного водоносного горизонта следующие:

1. Непосредственная фильтрация из емкостей отстойников концентрированных промстоков, которая является основным источником загрязнения подземных вод.

2. Неаккуратная эксплуатация отстойников, приводящая:

а) к переливанию концентрированных промстоков и растеканию их по пойме с последующей фильтрацией в аллювиальный водоносный горизонт, а оттуда — в мело-мергельный водоносный горизонт;

б) к накоплению возле отстойников шлама (в результате его несвоевременного вывоза) и его промывки атмосферными водами.

Все вышесказанное приобретает особо важное значение, если учесть, что источники загрязнения находятся на территории водозаборов подземных вод, эксплуатирующих мело-мергельный водоносный горизонт.

Особенности геологического строения долины р. Казенного Торца в этом районе способствуют гидродинамической связи мело-мергельного водоносного горизонта с аллювиальными и поверхностными водами. В результате многолетней совместной эксплуатации водозаборных скважин образовалась обширная депрессионная воронка, которая в большинстве случаев сденировала аллювиальный водоносный горизонт, т. е. образовалась зона недостаточного водонасыщения, что значительно ускоряет процесс фильтрации промстоков из отстойников и атмосферных осадков, промывающих шлак, шлак и загрязненные грунты. В результате всего этого в подземных водах наблюдается неуклонное повышение концентрации ингредиентов промышленного загрязнения. Это послужило причиной ликвидации одной водозаборной скважины и перевода трех водозаборных скважин для нужд технического водоснабжения. В настоящее время загрязнение мело-мергельного водоносного горизонта приняло угрожающие размеры и поставило ряд водозаборных скважин под угрозу невозможности использования их для нужд питьевого водоснабжения.

Анализ сложившейся ситуации показал, что центр загрязнения находится в районе расположения отстойников и отвалов шлака. Фронт загрязнения постепенно перемещается по осевой линии от отстойников к центру депрессионной воронки, что подтверждается последовательным выходом из строя скважин.

После перевода скважин для нужд технического водоснабжения последовательно менялся режим их эксплуатации, заключающийся в уменьшении водоотбора из этих скважин, что, несомненно, способствовало росту ореола загрязнения.

Во избежание дальнейшего распространения зоны загрязнения до упорядочения работы отстойников и других очистных сооружений [1—3] следует увеличить водоотбор из вышеописанных скважин, что даст возможность создать гидрозавесу. Гидрозавеса создаст необходимые условия для предотвращения дальнейшего продвижения фронта загрязнения. В пойме р. Казенный Торца, в районе водозаборов подземных вод следует установить зоны санитарной охраны с учетом гидрогеологической обстановки.

Источником питьевого водоснабжения в бассейне является также Белянский водозабор подземных вод, эксплуатирующий мело-мергельный водоносный горизонт. Водозабор расположен в пойме р. Нижней Бельенькой. Вода характеризуется следующим химическим составом: сухой остаток 920—1020 мг/л, общая жесткость 9,2—10,4 мг-экв, хлориды 78—92 мг/л, сульфаты 350—400 мг/л. Таким образом, вода Белянского водозабора отвечает требованиям, предъявленным к источникам питьевого водоснабжения.

В пойме р. Верхней Бельенькой расположен Белокузьминовский водозабор, эксплуатирующий мело-мергельный водоносный горизонт. Вода Белокузьминовского водозабора отвечает требованиям питьевого водоснабжения.

ВЫВОДЫ

1. Мело-мергельный водоносный горизонт в бассейне р. Казенный Торца пользуется широким развитием и является основным источником питьевого водоснабжения.

2. В пойме р. Казенный Торца мело-мергельный водоносный горизонт подвергается загрязнению от непосредственной фильтрации из емкостей отстойников концентрированных промстоков, а также промывки атмосферными водами загрязненных грунтов, шлама и шлака. Неаккуратная эксплуатация отстойников приводит к переливанию промстоков и растеканию их по пойме с последующей фильтрацией в сденированный аллювиальный водоносный горизонт, а оттуда — в мело-мергельный водоносный горизонт.

3. Центр загрязнения мело-мергельного водоносного горизонта находится в районе расположения отстойников, отвалов шлама и шлака.

4. Фронт загрязнения перемещается от отстойников к центру депрессионной воронки.

5. После перевода скважин для нужд технического водоснабжения постепенно изменился режим их эксплуатации, т. е. уменьшился водоотбор, что способствует росту ореола загрязнения.

6. Во избежание дальнейшего роста ореола загрязнения до упорядочения работы отстойников и ликвидации других источников загрязнения следует увеличить водоотбор из загрязненных скважин, что даст возможность создать завесу загрязненным водам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всесоюзная научно-техническая конференция. Прогрессивные методы очистки природных вод. — «Водоснабжение и санитарная техника», 1972, № 3, с. 36—37.
2. Зубарев А. С., Смушкевич М. Л. Устройство противотрениционных экранов из пленок. — «Гидротехника и мелиорация», 1972, № 7, с. 49—51.
3. Клячко В. А., Лебедева Н. С., Ерышев Ю. П. Улучшение работы осветителей. — «Водоснабжение и санитарная техника», 1970, № 11, с. 35—36.

УДК 551.434/436(477)

И. Н. РЕМИЗОВ, канд. геол.-минерал. наук

О ПРИРОДЕ РЕЧНЫХ ДОЛИН И ТЕРРАС ПЛАТФОРМЕННОЙ ЧАСТИ УКРАИНЫ

Большая часть территории Украины, ее платформенная часть, представляет разновозрастную полигенную равнину. Преобладают первичные равнины или морские плато от позднемиоценового до плиоценового возраста. Из равнинного генезиса широко распространены аллювиальные равнины речных террас и дельт, флювиогляциальные и озерно-ледниковые равнины времени днепровского оледенения. Причленение более молодых первичных равнин сопровождалось образованием консеквентных рек, долины которых и сейчас являются главными.

Среди аллювиальных равнин Украины преобладают равнины пойменного типа, образовавшиеся в результате длительного смещения русел и состоящие из прислоненных речных террас. Основной причиной расширения и постепенного смещения речных долин Украины являлась сила Кориолиса, действие которой было много более значительным по сравнению со всеми иными факторами. Тектонические движения в одних случаях противостояли силе Кориолиса, обусловив левостороннюю асимметрию долин (р. Псел от с. Куйбышево до Яресек, верхнее течение Красного и Кривого Торцов, Бахмута), в других — действовали совместно с ней, что привело к образованию непомерно широкой долины Северского Донца в Харьковской мульдe от Печенег до Савинцев.

Из трех основных причин образования речных террас: 1) колебаний уровня моря (базис эрозии), 2) вековых колебательных движений земной поверхности (общих для бассейна реки и локальных) и 3) изменений климата и режима рек — последняя проявилась наиболее отчетливо и для северной и средней части республики является главной. Врез и отчасти расширение речных долин происходили в межледниковье, когда накапливался хорошо промытый и дифференцированный на основные фации перестративный или перестилаемый аллювий, русловые пески, слагающие наиболее характерную и постоянно сохраняющуюся его часть. С наступлением значительного похолодания, соответствующего оледенению на северо-западе Русской равнины, режим рек на Украине существенно изменялся. Распространялась многолетняя мерз-

лота, сокращалось питание подземными водами, усиливался смыв, происходили криодислокации и солифлюкция; реки оказывались перегруженными обломочным материалом и переходили к аккумуляции. В речных долинах накапливался плохо отсортированный констративный или настилаемый аллювий, состоящий из переслаивания песков, супесей и суглинков со следами мерзлотных нарушений, слагающий верхнюю, подчас более мощную часть разреза террасы.

Преобладание климатического фактора образования террас особенно наглядно видно на примере террас Днестра, где межледниковый аллювий с тепловодной фауной моллюсков подстилает ледниковый с криодислокациями, валунами и холодоводной фауной, и это несмотря на безусловное понижение уровня Черного моря во время последних оледенений. Следовательно, напрузка реки более крупным обломочным материалом за счет горного оледенения и солифлюкции играла более значительную роль, чем эвстатическое понижение уровня моря, которое, именно в силу перегрузки реки и выработки ею более крутого профиля, сказывалось на небольшом протяжении ее нижнего течения.

В долине Днепра местный базис эрозии в области порогов не был преодолен и подошва аллювия пяти четвертичных террас в районе створа Кременчугской ГЭС находится на одной гипсометрической высоте. При неизменном базисе эрозии изменения режима реки привели к образованию серии террас Среднего Днепра с убывающим во времени уклоном поверхности субаквальных отложений — аллювия и флювиогляциала. Во время межледниковий, очевидно, устанавливались продольные профили с уклоном, близким к современному, а убывающая высота террас соответствует убывающей роли оледенений. Последнее кажется парадоксальным, так как днепровское оледенение в бассейне Днепра было максимальным, но, вероятно, сильно уступало предшествующему по длительности, а само образование Днепровского ледникового языка было кратковременным и аномальным эпизодом в истории днепровского оледенения, о чем можно судить по вклиниванию морены и флювиогляциала в днепровский лесс, чего не наблюдается с другими лессами.

Образование речных террас Причерноморья и Приазовья протекало существенно иначе, чем на севере Украины, так как здесь сильно сказывались колебания базиса эрозии. Углубление долин происходило при его понижении, накопление аллювия — при повышении. Нижний предел понижения уровня определялся наличием порога в Босфоре, находящегося сейчас на глубине 49,5 м. Верхний предел с тех пор, как установилось сообщение Черного моря со Средиземным, судя по отложениям в Причерноморской впадине, если только он не искажен существенно современными опусканиями, не превышал нескольких метров.

Возникновение, вернее возобновление после длительного перерыва, связи черноморского бассейна с океаном обязано колоссальному стоку талых ледниковых вод и атмосферных осадков с Центральной и Восточной Европы, Западной Сибири и Средней Азии во время максимума донского (самаровского) оледенения и глубокому размыву дна Дарданелл и Босфора в это время, соответствующее древнеэвксинской и раннехозарской трансгрессиям Черного и Каспийского морей. Наступившая вслед за этим регрессия времени одинцовского межледниковья сопровождалась проникновением в черноморский бассейн первых эвригалинных представителей средиземноморских моллюсков узунларского бассейна. Отсюда вытекает, что террасы плиоцена и плейстоцена вплоть до древнеэвксинской формировались подобно террасам Волги, так как эвстатический и климатический факторы действовали одинаково и одновременно, начиная же с узунларского (одинцовского) времени эвстатический и климатический факторы действуют в бассейне Черного моря противоположно.

Лессы, отлагавшиеся во время оледенений и регрессий Черного моря, покрывали осушавшиеся участки дна и террасы, за исключением поймы. Поэтому под одинаковым числом лессовых горизонтов на юге может находиться межледниковый аллювий террас, отложившийся в существенно

иных климатических условиях и накопленный под действием иных факторов, чем на севере, где ему должна соответствовать ископаемая почва на констративном, перигляциальном аллювии. Однако, так как процессы почвообразования протекают достаточно быстро, нет оснований ожидать выпадения на юге ископаемой почвы между аллювием и лессом.

Развитие гидросети равнинной части Украины заслуживает особого рассмотрения. Сейчас мы ограничимся лишь немногими замечаниями.

Консеквентные долины главных рек по мере их врезания в ряде случаев образовали эпигенетические (наложенные) долины прорыва, как, например, пороги Днепра, некоторые участки долин Кальмиуса, Кринки, Миуса. Нечто аналогичное произошло с древней и хорошо разработанной долиной плиоценового Днестра при поднятии Подольской возвышенности.

Многие реки, образовавшие инсеквентные долины в рыхлом осадочном покрове, впоследствии оказались наложенными на сложную структуру Украинского щита.

Левые притоки Днестра на Подолии представляют типичный пример субсеквентных долин, приспособленных к простиранию пород. Такое же приспособление мелких долин наблюдается в Донбассе.

Особенно значительная перестройка речной сети происходила в связи с ледниковыми покровами, закрывавшими сток рекам, текшим на север, и подпуживавшими притоки Днепра. Это приводило к образованию приледниковых озер и изменению течения многих рек. В результате возникли проходные долины двух типов: маргинальные, непосредственно огибавшие край ледника, и коннексные долины прорыва приледниковых озер через пониженные участки водоразделов, иногда на значительном удалении от края ледника.

Долины, соединяющие бассейны Сана и Западного Буга с Днестром, образовались у края Сано-Бугского ледникового языка во время краковского или окского оледенения.

Западно-Полесский и Днепровский языки днепровского оледенения вызвали образование сложной сети проходных долин, в том числе соединения долин Стири, Горыни и Случа с Тетеревом и Росью и через водораздел Украинского щита с бассейнами Синюхи и Южного Буга. Существовал также сток ледниковых вод по долине Ингульца. Вдоль восточного края ледника возникли соединения бассейнов Сейма, Псла, Ворсклы и Орели. По мере сокращения размеров ледника возникали новые соединения, располагавшиеся ниже и, таким образом, Д. Н. Соболев и Н. И. Дмитриев насчитывали до четырех систем стока вод Днепровского ледникового языка. Лишь немногие реки используют и сейчас эти приледниковые долины. На правом берегу Днепра это Горный Тикич и Верховье Ингульца, Березянка, Сквиря, верховье Гнилого Тикича, низовье Раставицы, среднее течение Роси, низовье Тясмина и Припяти. На левобережье это Сумка, Грунь, Терен, Ромен, изгибы Удая, Оржица, низовье Хоролы, Супой, Трубейж и др. Некоторые из приледниковых долин используют реки, текущие в обратном направлении, например Гуйва, Вир, Грунь-Ташань.

Днища проходных долин днепровского оледенения получили от Д. П. Назаренко название белопольско-чупаховской террасы. В основании ее залегают днепровские флювиогляциальные пески, которые при слиянии проходных и более древних речных долин сливаются с констративным аллювием перяславско-черкасской террасы. Поскольку проходные долины осушились задолго до конца днепровского оледенения, на них встречается небольшая толща верхней части днепровского лесса.