

✓ К-14038
П297290

ВЕСТНИК

ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 173

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

Выпуск 9

І р. 40 к.



Вестн. Харьк. ун-та, 1978, № 173, 1—128+7.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 173

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

ВЫПУСК 9

ХАРЬКОВ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРИ ХАРЬКОВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ВИЩА ШКОЛА»

1978

УДК 528.14

Геология и география Левобережной Украины, вып. 9. Вестн. Харьк. ун-та. Харьков, издательское объединение «Вища школа», 1978, 128+7 с.

В вестнике помещены данные о направлениях поисков месторождений некоторых неметаллических полезных ископаемых, рассмотрены вопросы минералогии, стратиграфии и биогеохимии. Освещены проблемы охраны поверхностных и подземных вод, а также прогнозирования водопритоков в горные выработки. Приведены результаты исследований по геоморфологии, физико-географическому районированию, экономической географии и по эффективности орошаемого земледелия.

Расчитан на научных работников и специалистов.

Редакционная коллегия: Г. Д. Соболев (отв. ред.), 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.

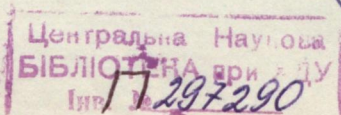
Печатается по решению Ученого совета геолого-географического факультета от 24 декабря 1976 г.

Адрес редакционной коллегии: 310077, Харьков-77, пл. Дзержинского, 4, Харьковский государственный университет, геолого-географический факультет, тел. 40-17-69.

Редакция естественнонаучной литературы.

Г $\frac{20700-570}{M226(04)-78}$ без объявл.

© Харьковский государственный университет, 1978.



УДК 549:552(477.6)

Г. В. КАРПОВА, д-р геол.-минерал. наук, В. А. КРИВОШЕЯ, канд.
геол.-минерал. наук, В. М. ТЕСЛЕНКО-ПОНОМАРЕНКО

ЗНАЧЕНИЕ ГИПОГЕННОГО ЭПИГЕНЕЗА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ В НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

В центральной части Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) на глубине свыше 4000 м открыты новые залежи нефти и газа в нижнекаменноугольных отложениях, причем основными коллекторами углеводородов являются обломочные породы, составляющие до 35% разреза. Нижнекаменноугольные отложения сложены мощной толщей (до 3000 м и более) нормальных осадочных пород, где песчаники и алевролиты чередуются с аргиллитами, известняками и углистыми прослоями. Обломочные породы турнейского яруса вскрыты преимущественно в прибортовых зонах и представлены в основном разномерными, часто гравелитистыми песчаниками, иногда гравелитами аркозового, полево-штатово-кварцевого и олигомиктового состава. Нижневизейские кластические породы — мелко- и разномерными олигомиктовыми и кварцевыми песчаниками различной степени цементации. Для верхнего визе характерны кварцевые мелко- и среднезернистые песчаники и алевролиты, а для южной прибортовой зоны — поли- и мезомиктовые породы.

Коллекторские свойства обломочных пород нижнего карбона носят сложный характер как по разрезу, так и по площади, что соответствует общим закономерностям катагенетических изменений каменноугольной толщи ДДВ [1]. Изменение структурно-текстурных особенностей пород и перераспределение минерального вещества в сложной природной системе порода — раствор — органическое вещество происходило на протяжении существования каменноугольных отложений с момента их формирования. Полученный новый фактический материал касается не только определения открытой пористости на больших глубинах, но и характеристики марочного состава углей по отражательной способности витринита и химизма подземных вод. Сравнительная характеристика ряда параметров позволяет во многом сейчас уточнить характер вторичных изменений нижнекаменноугольных осадочных пород с глубиной залегания и связать их с определенным геолого-тектоническим режимом развития южной, северной и центральной областей ДДВ. Так, для площадей южной зоны (области) относительно резкое снижение

пористости происходит на глубинах 3000—3500 м, а для центральной и южной зон — значительно глубже — 3800—4500 м (табл. 1).

Структурно-минералогические изменения, приводящие к снижению открытой пористости, более интенсивны в южной прибортовой зоне, что чаще всего объясняется интенсивной аутигенной

Таблица 1

Характеристика пористости песчаников и марочного состава углей в нижнекаменноугольных отложениях

Зоны	Глубины, м	Открытая пористость т, %	Марки углей
Южная	1800	> 20	Б
	1800—2500	20—15	Д)
	2500—3400	15—7	Г
	3400	< 7	Ж
Северная и центральная	2100	> 22	Б
	2100—3100	22—18	Д
	3100—4200	18—13	Г
	4200	< 13	Ж

минерализацией на сравнительно небольших глубинах. В то же время для центральных областей ДДВ отмечается нередко некоторое отклонение емкостно-фильтрационных свойств обломочных пород от предполагаемых для соответствующих глубин. Несмотря на интенсификацию процессов цементации и уплотнения с увеличением глубины залегания, что свойственно региональным катагенетическим изменениям, в ряде случаев на больших глубинах в продуктивных горизонтах многих структур ДДВ установ-

лены пласты с высокими коллекторскими свойствами (табл. 2).

Среди процессов, ведущих к улучшению коллекторских свойств осадочных пород, можно отметить: а) растворение мик-

Таблица 2

Характеристика емкостно-фильтрационных свойств нижнекаменноугольных продуктивных горизонтов

Площадь	№ скв.	Интервал, м	Пористость т, %	Проницаемость К, мд
Рыбальская	32	4116—4124	11,9—17,7	36,4—334,3
Тимофеевская	3	4188—4206	8,6—26,2	1,5—1319,1
Артюховская	12	4296—4307	11,5—24,2	11,5—673,8
Гадячская	2	5053—5094	7,0—14,5	6,7—280,7
Николаевская	23	4404—4493	8,2—10,5	11,1—24,5

розернистого карбонатного цемента; б) перекристаллизацию и доломитизацию карбонатов; в) перекристаллизацию глинистого (в том числе, каолинитового) цемента; г) развитие макро- и микротрещиноватости. Препятствовать уплотнению пород мо-

гут и аномально высокие пластовые давления на отдельных структурах.

Основной причиной появления высоких коллекторских свойств пород на больших глубинах является децементация алевролитов и песчаников с растворением карбонатного, а иногда и сульфатного цементов, ведущая к появлению вторичной пористости. Создается весьма пестрая картина распределения величин открытой пористости по разрезу, причем алевролит может обладать лучшими коллекторскими свойствами, нежели среднезернистый песчаник из тех же интервалов одной и той же скважины. Морфология порового пространства подобных пород-коллекторов очень сложна. Обычно поры-каверны имеют неправильно-коррозионную, извилисто-щелевидную и неправильно-изометрическую форму, осложнены микротрещиноватостью, а их размеры соизмеримы с обломочными зернами или превосходят их.

Развитие вторичной пористости в ряду структурно-минералогических преобразований обусловлено наиболее поздними процессами, наложенными на региональные, и представляет собой качественно новую ступень перераспределения минерального вещества между породой и пластовой водой в глубинном катагенезе. Роль подобных вторичных процессов для районов с блоковой тектоникой и интенсивным подтоком флюидов очевидна [2]. Современные коллекторские свойства пород определяются совокупностью региональных и локальных изменений. Последние именуются гипогенным эпигенезом.

Основной вклад в формирование вторичной пористости пород на стадии глубинного эпигенеза (катагенеза) вносят процессы перераспределения карбонатов в водах, обогащенных углекислотой. Особенно благоприятными участками подтока углекислоты в потенциальные пласты-коллекторы являются ослабленные зоны — тектонические нарушения, зоны дробления, зоны трещиноватости, контактовые поверхности штоков и т. п. Эти же зоны являются путями миграции различных флюидов. Вблизи них располагаются многие залежи нефти и газа, а на некоторых структурах проявляются молодые гидротехимические аномалии. Проявление зон развития высокой вторичной пористости носит вертикальный характер. В обломочных породах с аномально-высокими коллекторскими свойствами для регионального глубинного катагенеза декарбонатизация предшествовала непосредственно приходу углеводородов в пласт, т. е. эти процессы были близки во времени.

Параллельно с преобразованием осадочных пород существенную эволюцию претерпевает состав подземных вод. Так, для отложений нижнего карбона центральной части ДДВ характерно повсеместное развитие рассолов хлор-кальциевого типа с минерализацией 240—260 г/л при пластовых температурах 80—120°C. Степень минерализации рассолов повышается по

мере увеличения глубины залегания, содержание основных компонентов — хлоридов натрия, кальция и магния возрастает как обычно. Однако на глубинах 2000—2200 м происходит относительная стабилизация концентраций хлористого кальция и хлористого натрия в пластовых водах. Стабилизация хлористого магния связана с глубинами 2500—2800 м. В то же время с глубин 3000—3500 м и более в составе вод заметно возрастает содержание гидрокарбонатного иона, а в составе водорастворенных и свободных газов — концентрация CO_2 , что вполне согласуется с неустойчивостью карбонатных цементов и с явлениями децементации.

Рубежи, где происходят качественные и количественные скачки в изменении ряда параметров пластовых вод и вмещающих пород, можно рассматривать как геологический результат их взаимодействия и эволюции. Так, уменьшение относительной доли хлорида магния в пластовых водах на глубинах 2500—2800 м совпадает с переходом пластичных глин в аргиллиты и с появлением в цементах пористых пород аутигенных железисто-магнезиальных хлоритов и карбонатов. Использование минеральных индикаторов вместе с данными о составе пластовых вод позволяет уточнить границы между региональными катагенетическими изменениями различной интенсивности. Проявлениями локального наложенного гипогенного эпигенеза являются изменения состава пластовых вод, растворение карбонатного вещества цементов пористых пород, характер силикатной (диккит), сульфидной и карбонатной (анкерит) минерализации. Выявление региональных изменений и типов гипогенного наложенного эпигенеза непосредственно связано с практической задачей прогноза коллекторов на глубинах 6000—6500 м [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпова Г. В., Лукин А. Е., Шевякова Э. П. Катагенез каменноугольных отложений ДДВ. — «Литология и полезные ископаемые», 1969, № 1, с. 16—31.
2. Новое в учении о стадиях осадочного породообразования. — «Литология и полезные ископаемые», 1974, № 3, с. 58—83. Авт.: П. П. Тимофеев, А. Г. Коссовская, В. Д. Шутов и др.
3. Кривошея В. А., Тесленко-Пономаренко В. М. Влияние постседиментационных процессов и коллекторские свойства нижнекаменноугольных отложений центральной части ДДВ. — В кн.: Коллекторы нефти и газа на больших глубинах. М., Изд-во Моск. ин-та нефтехим. и газовой промышленности, 1976, с. 106—107.

И. И. ЛИТВИН, канд. геол.-минерал. наук,
Е. А. РЯЗАНОВ, *М. Ф. ХИЖНЯК*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ В ХАРЬКОВСКОЙ, СУМСКОЙ И ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТЯХ

В связи с возросшим объемом жилищного и промышленного строительства в Харьковской, Сумской и Полтавской областях требуется все больше песка, пригодного для изготовления бетона, строительных растворов, силикатных изделий, строительства дорог и др. В пределах названных областей пески распространены широко, практически во всех стратиграфических подразделениях геологического разреза, однако в отношении немногих из них пески представляют интерес в качестве сырья для строительной промышленности [1—3].

Анализ обширных геологических материалов, результатов полевых обследований месторождений, малоизученных залежей и проявлений строительных песков, а также многолетнего опыта поисковых и разведочных работ свидетельствует о том, что территория Харьковской, Сумской и Полтавской областей достаточно перспективна для обнаружения новых месторождений строительных песков. Установлено, что они приурочены к четвертичным, неогеновым, палеогеновым и мезозойским отложениям, продуктивность которых различна.

Четвертичные отложения. Наиболее перспективными являются верхнечетвертичные и современные отложения. В более древних четвертичных отложениях промышленные месторождения строительных песков неизвестны, хотя песчаные образования в их составе встречаются повсеместно. Это объясняется не только меньшей обнаженностью и сложными горно-техническими условиями залегания древнечетвертичных отложений, но и их сильной литологической и фациальной изменчивостью, постоянным переходом песков в глинистые образования и, как следствие этого, линзовидным залеганием кондиционных песков.

Среди верхнечетвертичных и современных отложений интересны с поисковой точки зрения фации руслового и пойменного аллювия. Обширные зандровые поля и конечные морены в Сумской и Полтавской областях почти также бесперспективны, как и территории плато, на которых развиты лессовидные суглинки.

Наиболее перспективными для поисков строительных песков являются речные долины, однако не на всем их протяжении. В пределах русел рек благоприятны для поисков их пониженные части, непосредственно следующие за крутым уклоном или порогами. Например, на отдельных отрезках долины р. Сев. Донец — места ниже пересечений положительных тектонических структур, по р. Сейм — район г. Путивля, по р. Псел — район к северу от с. Козельщина Полтавской области.

Из пойменных террас особого внимания заслуживают участки нормальной ширины, расположенные за резкими сужениями долин на перекатах и порогах. Имеется еще одна предпосылка,

которую следует учитывать при поисковых работах: особенно перспективны участки поймы главных рек в местах впадения в них притоков, где песчаные отложения поймы главной реки подвергались дополнительному перемыву водами притоков и отличаются поэтому большей чистотой и крупностью гранулометрического состава. Подобные явления наблюдаются на пойме р. Сев. Донец в районе впадения в нее р. Мжи (г. Готвальд), на пойме этой же реки у с. Гаражевка в месте впадения р. Береки, на пойме р. Ворскла в районе с. Кириковка, где уже проведены поисковые работы и обнаружены крупные месторождения кварцевых песков.

Пески боровой террасы в верхней части обычно переработаны эоловыми процессами и довольно хорошо отсортированы, за исключением мелких верховых торфяников и блюдеч выдувания, в пределах которых свободные от примеси глинистых частиц пески удалены ветром. Глинистые пески приурочены главным образом к средней части разреза боровой террасы, а относительно более крупнозернистые пески — преимущественно к нижней его части.

Основная масса разведанных месторождений строительных песков приурочена к четвертичным отложениям, которые наиболее перспективны и в отношении выявления новых месторождений.

Неогеновые отложения. Полтавская свита и плиоценовые речные террасы характеризуются широким распространением песчаных отложений. Пески полтавской свиты, залегающие местами на небольшой глубине от дневной поверхности, обычно тонкозернистые, глинистые и не используются в строительной промышленности.

Невелико практическое значение в качестве сырья для строительной промышленности и аллювиальных песчаных отложений плиоценовых речных террас. Они залегают обычно под значительной мощности вскрышными породами. Из-за изменчивости гранулометрического состава и содержания глинистой составляющей наблюдается частая перемежаемость в разрезах кондиционных и некондиционных песков. Опыт разработки плиоценовых песков и их обогащения отсутствует, что еще больше затрудняет использование песков в строительной промышленности.

Палеогеновые отложения. Среди палеогеновых отложений наибольшего внимания заслуживают пески берекской и бучакской свит. Берекская свита в пределах изученной территории распространена довольно широко, однако в ряде районов она отсутствует: в долинах всех крупных балок и рек на большей части территории Полтавской области и крайнем западе Сумской области берекская свита размыта и сохранилась лишь на водораздельных участках в северо-восточной части Полтавской области.

Берекские пески, развитые в центральной части Днепровско-Донецкой впадины, обычно тонко- и мелкозернистые, за исключением отдельных участков на крыльях положительных структур. Относительно более крупнозернистые пески берекской свиты встречаются на крайнем востоке и на юге Харьковской области.

Пески берекской свиты на значительных площадях распространения характеризуются хорошей отсортированностью и малым содержанием глинистых частиц, хотя модуль их крупности редко превышает 1,2—1,3 (обычно равен 0,8—1,0). Глинистая составляющая отдельных крупных месторождений формовочных и стекольных песков берекской свиты (Вишневское, Староверовское, Новоселовское) ниже требований ГОСТ 8736—67, однако из-за большой однородности гранулометрического состава названные пески в строительной промышленности, как правило, не используются, кроме отдельных случаев (Петропавловское месторождение). Вполне возможно применение песков берекской свиты для производства силикатных изделий, в том числе ячеистых бетонов.

Пески бучакской свиты по гранулометрическому составу и содержанию глинистой составляющей довольно часто приближаются к требованиям строительной промышленности. Они залегают обычно на значительной глубине (более 50 м) и доступны для разработки лишь на юго-востоке Харьковской области и севере Сумской. Таким образом, количество площадей, в пределах которых возможна разработка бучакских песков, весьма ограничено.

Бучакские строительные пески являются континентальными образованиями. Морские пески бучакской свиты (Костянецкий горизонт) для строительных целей не пригодны.

Мезозойские отложения. Практический интерес представляют прибрежно-морские и континентальные пески нижнего, частично верхнего мела, средней и верхней юры, а также верхнего триаса, которые обнажаются на дневной поверхности главным образом в юго-восточной части Харьковской области. Литологический состав песков характеризуется присутствием гравия и гальки в количестве от 2—5 до 15—25%. В большинстве случаев мезозойские пески или большая их часть обводнены, а песчано-гравийные отложения содержат до 10—15% примеси глинистых и пылеватых частиц.

Мезозойские отложения принимают участие в строении брахиантиклинальных структур с углами падения крыльев 10—30°. В связи с этим горнотехнические условия, благоприятные для разработки приуроченных к ним месторождений песков, наблюдаются только там, где крылья структур прорезаны балками и речными долинами.

До настоящего времени в мезозойских отложениях разведано только два месторождения песков, которые расположены на

территории Барвенковского района Харьковской области, — Мечебиловское (верхний триас) и Богомоловское (батский ярус средней юры). Известно также несколько проявлений песков, частично с гравием и галькой, в Барвенковском, Изюмском и Близнюковском районах Харьковской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев Д. Г., Хижняк М. Ф. Месторождения сырья для строительных материалов в Харьковской области. Справочник. Харьков, Харьк. обл. изд-во, 1957, 192 с.
2. Строительные материалы Харьковской области (минерально-сырьевая база). Киев, «Будівельник», 1965. 376 с. Авт.: С. Р. Барская, И. Н. Ремизов, Д. Г. Сергеев, М. Ф. Хижняк.
3. Хижняк М. Ф. Сырьевая база промышленности строительных материалов в Харьковском экономическом районе. — В кн.: Геология и полезные ископаемые Харьковского экономического района, ч. I. Киев, изд-во АН УССР, 1960, с. 97—113.

УДК 553.611.4(477.54)

В. Г. КОСМАЧЕВ, канд. геол.-минерал. наук, *И. И. ЛИТВИН*, канд. геол.-минерал. наук, *М. Ф. ХИЖНЯК*

К ВОПРОСУ О ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПИГМЕНТАХ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В качестве пигмента в настоящее время в Харьковской области разрабатывается охра глинистая Сухокаменского месторождения (Изюмский район). Некоторые сведения о проявлениях охры, а также глауконитовых пород приведены в работе [1]. Вместе с тем в области широко развиты породы, обладающие свойствами пигментов. Наибольшее значение (помимо охры глинистой и ей сопутствующих желтых глин, которые достаточно изучены) имеют следующие породы.

1. Мел писчий. Представляет класс карбонатных пигментов. В Харьковской области месторождения писчего мела (верхний отдел меловой системы, турон-маастрихт) развиты очень широко. Они изучены как источник цементного сырья и в связи с переработкой мела на известь. Наиболее важными являются следующие месторождения мела: в Изюмском районе — Бабенковское I (содержание CaO в меле 53,96—54,13%, естественная влажность мела 16,6—18,3%); Бабенковское II (CaCO_3 — 85,05—98,59%, влажность — 10,4—28,6%); в Балаклейском районе — Савинское (CaO — 52,35—55,09%, влажность — 23,5—26,3%); в Купянском районе — Купянское I (CaO — 52,28%, влажность — 12%); Купянское II (CaCO_3 — 90—95%, влажность — 12,9—19,2%); в Волчанском районе — Волчанское (CaCO_3 — 96,00—96,93%, влажность — 9,07—28,1%); в Великобурлукском районе — Ольховатское (CaCO_3 — 85,94—95,05%, влажность — 1,2—1,5%). Известны многочисленные другие месторождения и выходы мела [2]. Кроме того, писчий

мел является полезным ископаемым ряда месторождений цементного сырья. Общий недостаток мела приведенных месторождений (при его характеристике в качестве пигментного сырья) — недостаточное содержание CaCO_3 и повышенная влажность [3]. Повышенная влажность отмечается как отрицательное свойство мела большинства месторождений СССР [4].

2. Г ли н ы к р а с н ы е. Пигментация обусловлена окислами и гидроокислами железа. Свойства сильно зависят от минерального состава. Ввиду низкого содержания хромофора глины обычно характеризуются невысокой интенсивностью окраски, но имеют много разнообразных оттенков.

В юго-восточных районах Харьковской области (северо-западная окраина Донбасса) красные глины связаны с верхним триасом (протопивская свита) и верхней юрой (верхний кимеридж), а в западной части области они развиты в неогене. По-видимому, наибольшее значение имеют буровато-красные глины верхнего кимериджа, которые хорошо обнажены вблизи Каменки, в Красном яру на Кременце и в других местах Изюмского района. Они довольно однородны и имеют значительную мощность. Эти глины полиминеральны, в их составе ведущая роль принадлежит монтмориллониту и гидрослюдам.

Красные глины протопивской свиты известны в Протопивской балке возле Каменки, вблизи Сухой Каменки, на правом берегу Сев. Донца — выше села Донецкое (у Бурханово и Шпаковки), в Красном Осколе, где они в качестве пигмента используются местным населением. Что же касается красных неогеновых глин, то они могут представлять интерес как кирпичное сырье преимущественно в западных районах области, в частности в Нововодолажском и Валковском [2].

3. Г ли н ы с е р ы е. В их окраске определенная роль принадлежит органическому веществу. Свойства, как и у других глинистых пигментов, определяются в основном минеральным составом.

В Харьковской области этот вид пигментов представлен главным образом ниже- и среднеюрскими глинами, широко распространенными на северо-западной окраине Донбасса. Это известные месторождения — Топальское, Донецкое и многочисленные выходы у Каменки, Сухой Каменки, Красного Оскола и др. Заметим, что описываемые глины до сих пор исследовались исключительно как сырье для керамики и буровых растворов. В литологическом отношении они достаточно хорошо изучены, причем установлено, что их основным компонентом является гидрослюда, а каолинит и монтмориллонит образуют небольшую примесь. Серые глины, кроме того, развиты в верхнем триасе (например, мощный пласт в кровле гравия Мечбиловского месторождения в Барвенковском районе) и в неогене западной части области, где их мощность достигает 15—

20 м (например, Песковское месторождение глины в Валковском районе).

4. Глауконитовые породы как источник глауконита (пигмент кремнеземистого типа). Агрегаты глауконита обычно в виде мелких (0,1—0,2 мм) округлых зерен встречаются в глинах и в песках, из которых они могут быть выделены в ходе обогащения [4]. После помола получается пигмент светло-зеленого цвета. Глауконитовые породы, известные в пределах Харьковской области, отвечают двум стратиграфическим уровням: мелу (альб-сеноманская толща) и палеогену (харьковская свита).

Обломочные альб-сеноманские породы содержат глауконит в значительных количествах: легкие фракции разнозернистых песков и песчаников — от 0 до 42,6%, мелкозернистых песчаников и песков — 2—30%, алевролитовых пород — 15,2—33,5%. Эти цифры практически можно распространить на породы в целом, ибо выход тяжелой фракции здесь весьма низок (0,02—1,53%). Глауконит в перечисленных породах образует зерна овальной, почковидной формы, цвет его зеленый, темно-зеленый, буровато-зеленый. Эти породы хорошо обнажены на юго-востоке области в ряде пунктов (Кременец у г. Изюм, Малая Камышеваха, Еремовка и др.).

Глауконитовые породы харьковской свиты достаточно широко распространены. Как пигментное сырье описаны два местонахождения глауконитовых песков — возле г. Готвальд и у с. Неелово Кегичевского района [1]. Кроме того, глауконитовые пески харьковской свиты известны в ряде месторождений: в кровле меловой толщи Шебелинского месторождения цементного сырья (Балаклеянский район), в разрезе Великобурлукского месторождения диатомитов, в Бригадировском месторождении опоковидных пород (Изюмский район), в Барвенковском месторождении кирпичного сырья и во многих других.

Все сказанное относится к пескам, помимо которых в области развиты и зеленые глауконитовые глины. Пигментные свойства их определяются глауконитом, а другие показатели — в основном составом глинистой массы. Эти породы можно рассматривать как глинистый тип пигментов, если иметь в виду не выделение из них глауконита, а возможность использования их в целом. Такие глины есть в ряде месторождений кирпичного сырья: Дергачевском, Лужковском Дергачевского района, Харьковском V, Харьковском VI и др. [2].

Итак, природные пигменты Харьковской области достаточно разнообразны по цвету (желтые, белые, красные, серые, зеленые) и составу. Глинистый тип пигментов представлен наиболее широко. Это охры глинистые и желтая глинистая (нижняя юра, тоар), красная глинистая (верхний триас — протопивская свита; верхняя юра, верхний кимеридж; неоген), серая глинистая (верхний триас — протопивская свита; нижняя юра; средняя

юра, верхний байос — нижний бат, отчасти верхний бат; неоген). Кремнеземистый тип пигментов представлен глауконитом (мел, альб-сеноман; палеоген, харьковская свита), а карбонатный тип — писчим мелом (верхний мел, турон-маастрихт). Месторождения и проявления пигментного сырья, связанного с мезозоем (кроме писчего мела), приурочены к юго-восточным районам области (северо-западная окраина Донбасса), писчий мел и палеогеновые глауконитовые породы распространены более широко, а месторождения неогеновых глин тяготеют к западной части области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов М. А. Природные минеральные пигменты Украинской ССР. Киев, изд. Акад. архитектуры УССР, 1950. 102 с.
2. Строительные материалы Харьковской области (минерально-сырьевая база). Сост.: С. Р. Барская, И. Н. Ремизов, Д. Г. Сергеев, М. Ф. Хижняк. Киев, «Будівельник», 1965. 376 с.
3. Природное красочное сырье (земляные пигменты). Требования пром-сти к качеству минерал. сырья, 1961, вып. 48. 32 с.
4. Толстихина К. И. Природные пигменты Советского Союза. М., Госгеолтехиздат, 1963. 363 с.

УДК 553.06 : 553.88 (477)

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

ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОДЕЛОЧНОГО ОПАЛА НА УКРАИНЕ

В пределах Украины опал достаточно широко распространен [1, 2 и др.]. Он представлен разновидностями различной окраски и прозрачности — от прозрачных бесцветных (гиалит) и светлых опалесцирующих молочных опалов до красноватых, коричневых и других просвечивающих и непрозрачных опалов (кахолонг, гидрофан). Проявления украинских опалов образуют несколько генетически обособленных и в ряде случаев своеобразных по минеральным парагенезисам типов, обусловленных как экзогенными, так и эндогенными процессами. К эндогенным опалам относятся опалы пегматитов Волини, вулканических пород Карадага в Крыму и, по-видимому, частично опалы Выгорлат-Гутинской гряды Закарпатья.

В пегматитах Волини опал образует выделения в цементе занорышевых частей пегматитовых тел, а также выполняет трещины и другие полости в пределах графической и полевошпатовой зон [3]. Опал ассоциирует с карбонатами, флюоритом, сульфидами, кварцем и другими минералами. Изучая метасоматические преобразования микроклина, Г. М. Гигашвили [4] отметил наложение на грейзеновые комплексы халцедоно- и

опалообразования, с которым связана сульфидная минерализация (пирит, галенит). Эти и некоторые другие данные характеризуют описываемые опалы как эндогенные, возникшие в завершающие стадии пегматитового процесса.

Проявления опалов в вулканических породах Карадага развиты ограниченно и представляют в основном минералогический интерес. Этот опал неоднократно упоминался среди поделочных камней Украины [1, 2] и наиболее подробно описан В. А. Супрычевым [5]. Опал Карадага устанавливается в ассоциации с кварцем, халцедоном, кальцитом, цеолитами в поствулканических жильных телах и миндалинах эффузивов.

Опалы Выгорлат-Гутинской гряды образуют прожилки и включения в андезитах и андезитовых туфах и кроме того скопления в зонах интенсивного ожелезнения и нонтронитизации этих пород [1, 2, 6, 7 и др.]. Здесь опал находится в пара-

Генетические типы	Вещающие опал породы	Характер выделений опала	Парагенезисы минералов	Месторождения
Пегматитовый (завершающих стадий минералообразования)	Породы графической, полевошпатовой зон и занорышевой части пегматитов	Заполнение трещин и других пустот (сплошное или корки), зон дробления (цемент брекчий)	Опал, халцедон, кварц, хлорит, цеолиты, сидерит, флюорит, пирит, марказит и др.	Волянь [3]
	Преимущественно андезиты и андезитовые туфы, а также базальты, дациты, липарито-дациты; в меньшей мере — спилиты, кератофиры и др.	Заполнение трещин (выделения опала в жилах), выполнение пустот в эффузивных породах с образованием миндалин	Опал, халцедон, кварц, хлорит, цеолиты, кальцит и др.	Карадаг, Крым [2, 5]
Поствулканический	Измененные преимущественно андезиты (а также андезито-базальты, дациты) и андезитовые туфы	То же и опалолитизация вулканогенных пород, а также заполнение зон дробления (цемент брекчий)	Опал, халцедон, кварц, гидроокислы железа, нонтронит, монтмориллонит, галлуазит, каолинит и др.	Выгорлат-Гутинская гряда [1, 6, 7]

генезисе с халцедоном, кварцем, гидроокислами железа, нонтронитом, монтмориллонитом, галлуазитом, каолинитом и другими минералами. Генезис названных опалов согласно Э. А. Лаза-

ренко [6] связан с поствулканической фумарольной деятельностью и, таким образом, указанную ассоциацию минеральных новообразований в эффузивах можно рассматривать как продукт их поствулканической аргиллизации и лимонитизации. Интересно, что при описании опалов Выгорлат-Гутинской гряды в основном как гипергенных образований, связанных с корой выветривания эффузивов, В. Ф. Лесняк [7] отмечает наличие и эндогенных опалов в этом районе.

Таким образом, эндогенная природа опалов указанных месторождений обуславливается 1) пространственной и генетической связью опалов с магматогенными образованиями (пегматиты, вулканические породы), причем генетическая связь проявляется в приуроченности опалосодержащих ассоциаций к определенным стадиям их развития; 2) минеральными парагенезисами, в которых опал ассоциирует с такими минералами, как флюорит, сульфиды, цеолиты и другие; 3) случаями нахождения опала в практически не затронутых химическим выветриванием породах, когда инфильтрационный гипергенный механизм привноса кремнезема маловероятен или исключен. Краткая характеристика генетических типов эндогенных проявлений поделочного опала Украины приведена в таблице.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опали України та можливості їх використання у промисловості самоцвітів. — «Вісн. Київськ. ун-ту. Сер. геол.», 1969, № 11, с. 42—49.
2. Цветные камни Украины. Киев, «Будівельник», 1974. 188 с. Авт.: Ю. В. Семенченко, Т. Н. Агафонова, И. С. Солонинко и др.
3. Минералогия и генезис камерных пегматитов Волини. Львов, 1973. 359 с. Авт.: Е. К. Лазаренко, В. И. Павлишин, В. Т. Латыш, Ю. Г. Сорокин.
4. Гигашивили Г. М. О метасоматическом преобразовании микроклина в одном из пегматитовых тел Волини. — В кн.: Минерал. сб., 1969, № 23, вып. 2, с. 160—169.
5. Супрычев В. А. Крымские самоцветы. Симферополь, «Таврия», 1973. 71 с.
6. Лазаренко Е. О. Метасоматичні утворення у вулканічних породах Закарпаття. Львов. Вид. Львівськ. ун-ту, 1960. 140 с.
7. Лесняк В. Ф. Матеріали по мінералах коры виветривання еффузивів Закарпаття. — В кн.: Минерал. сб., 1951, № 5, с. 127—148.

УДК 550.835:622.241:539:217

Т. А. СЕРГЕЕВА, канд. геол.-минерал. наук, Д. П. ШАПОШНИКОВ,
канд. геол.-минерал. наук

ОБ ОЦЕНКЕ ПОРИСТОСТИ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ (На примере пролетарского газового месторождения)

Пористость коллекторов и распределение ее по продуктивному горизонту необходимо учитывать при оценке емкостных показателей, фильтрационной неоднородности, запасов жидких и газообразных полезных ископаемых, при прогнозировании отбора и при выборе режимов разработки, а также

при моделировании динамики залежей. Коллекторские свойства продуктивных горизонтов связаны с фациальными условиями осадконакопления, физико-химическими особенностями диагенеза и постдиагенетическими изменениями пород. Они характеризуют литологическую неоднородность пород-коллекторов в плане и разрезе.

Показателей коллекторских свойств, определенных в лабораторных условиях по керновому материалу, в связи с обычно неравномерным выходом, малым количеством керна и низким его качеством, как правило, недостаточно для решения многих вопросов. Эти данные должны быть уточнены и существенно дополнены, а при осреднении результатов, изменяющихся в широких пределах, скоррелированы по промыслово-геофизическим данным. Поскольку при бурении большинства скважин на месторождениях керн не отбирают, количественную оценку свойств в этом случае можно получить лишь на основе множественных связей между физическими параметрами и коллекторскими показателями. Кроме того, результаты, установленные по геофизическим данным, позволяют выяснить распределение показателей и характер пород-коллекторов по всему разрезу продуктивного горизонта.

Изучение пористости газоносных горизонтов Пролетарского и других месторождений, проведенное по промыслово-геофизическим материалам, дало возможность составить детальные карты пористости. Опыту исследования и анализу результатов посвящается настоящая работа.

Приняв объемную влажность пород в естественных условиях за величину пористости, наиболее точно оценить пористость можно по данным метода сопротивлений и метода естественных потенциалов. Соотношение между пористостью m , относительным сопротивлением P и естественными потенциалами $E_{пс}$ было получено на основании теоретических расчетов, а для проверки коррелятивности и практического применения данных выполнено большое число экспериментальных определений на керне. Результаты исследований позволили установить, что средняя относительная ошибка оценки пористости по зависимости $m = f(P, E_{пс})$ не превышает 14% [1].

Породы-коллектора продуктивного горизонта М-7 Пролетарского газового месторождения по боковому каротажному зондированию характеризуются двухслойными и трехслойными кривыми с повышающим и понижающим проникновением. Относительное сопротивление пласта как отношение сопротивления пласта к сопротивлению пластовой воды определялось по удельному сопротивлению пород и пластовых вод. При оценке пористости продуктивных пластов, а также пластов, содержащих остаточный газ, параметр P находили по сопротивлению зоны проникновения.

Параметр P по зоне проникновения определялся для пластов с отношением диаметра зоны проникновения к диаметру скважины больше двух и мощностью, превышающей один метр. При незначительной глубине проникновения ошибка в определении пористости из-за большой погрешности в определении удельного сопротивления зоны проникновения достигает 50% и более. Поэтому пористость пластов с незначительным проникновением в законурных скважинах определялась по сопротивлению пласта.

На основании экспериментальных исследований установлено, что

$$m = \frac{0,1248 e^{0,00115E_{\text{пс}}} E_{\text{пс}}^{0,2724}}{\rho_{0,3445}}, \quad (1)$$

где m — пористость, %; $E_{\text{пс}}$ — приведенная амплитуда аномалии пс, мв; P — относительное сопротивление.

Влияние глинистости на эту зависимость учитывается через величину $E_{\text{пс}}$. Для водоносного пласта при наличии зоны проникновения относительное сопротивление $P = \rho_{\text{зп}}/\rho_{\text{ф}}q$, а для продуктивных пластов $P = \rho_{\text{зп}}/\rho_{\text{ф}}Q$, где q — коэффициент, учитывающий содержание воды в зоне проникновения фильтрата бурового раствора водоносного пласта; Q — коэффициент, учитывающий остаточную газонасыщенность в зоне проникновения продуктивного пласта; $\rho_{\text{ф}}$ — удельное электрическое сопротивление фильтрата бурового раствора.

Для глинистых продуктивных пластов с небольшими отрицательными $E_{\text{пс}}$ и большой остаточной водонасыщенностью в значения P вводится поправка на остаточную водонасыщенность. Тогда $P = \rho_{\text{зп}}/\rho_{\text{вф}}Q$, или $P = \rho_{\text{зп}}/\rho_{\text{ф}}qQ$, где $\rho_{\text{вф}}$ — удельное электрическое сопротивление смеси фильтрата бурового раствора и пластовой воды. Коэффициенты q и Q для отдельных пластов определялись по формулам [2]

$$q = (\rho_{\text{зп}}/\rho_{\text{ф}})^{0,62} m^{1,63}; \quad Q = 0,57 (\rho_{\text{зп}}/\rho_{\text{ф}})^{0,81} m^{1,34}.$$

По найденному значению P и $E_{\text{пс}}$ с помощью уравнения (1) рассчитывали пористость продуктивного горизонта.

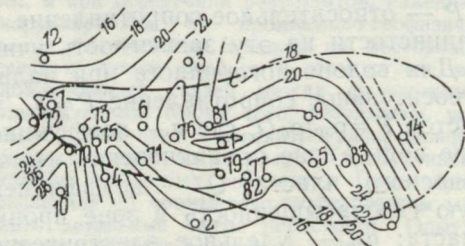
Большое количество определений осреднялось для каждой скважины, что дало возможность установить характер распределения пористости по площади месторождения. Данные по продуктивному горизонту М-7 Пролетарского газового месторождения приведены на рисунке.

Пористость продуктивного горизонта М-7 изменяется от 15 до 26,6%. В пределах контура газоносности она составляет 15—20% — скв. 14, 82, 41, 71, 73, до 20—25% — скв. 5, 6, 7, 9, 77, 78, 79, 81 и более 25% — скв. 83, 76, 70, 1. Существенные изменения значений пористости наблюдаются в западной (скв. 71, 73, 78, 70) и восточной части (скв. 14, 83, 5) Пролетарского месторождения. В центральной части поднятия (скв. 77, 79, 81, 82) пористость составляет 18,6—21,1%, достигая 25—26,6% по скв. 1 и 76. Резко изменяется пористость в зоне скв. 14 и 83. По эксплуатационным скважинам пористость продуктивного горизонта колеблется от 18—20% до 25%, возрастая в западной части самого поднятия (скв. 1, 6, 76 и др.).

Данные настоящего исследования вместе с другими показателями коллекторских свойств были использованы при

моделировании на АВМ ряда практических задач, обуславливающих выбор рационального режима разработки.

Совершенствование способов определения коллекторских свойств продуктивных горизонтов по промыслово-геофизическим данным позволит улучшить изученность месторождений, а прогнозирование рациональных режимов отбора будет спо-



Карта пористости продуктивного горизонта М-7 Пролетарского газового месторождения: 1 — скважины (0); 2 — контур залежи (---); 3 — изолинии средней пористости (—20—).

собствовать возрастанию нефте-газо- и конденсатоотдачи залежей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеева Т. А. Изучение зависимостей между коллекторскими свойствами песчано-алевритовых пород и геофизическими параметрами, измеряемыми при каротаже скважин (на примере палеозойских отложений средней части Днепровско-Донецкой впадины). Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. Киев, 1971. 24 с.
2. Пономарчук Т. Ф. Изучение коллекторских свойств и нефтегазоносности отложений карбона Днепровско-Донецкой впадины по промыслово-геофизическим данным. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. Киев, 1968. 24 с.

УДК 552.122(477.6)

О. М. ОРЛОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНТИКОВЫХ ТЕКСТУР В СРЕДНЕМ КАРБОНЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА

Феномен роста кристаллических агрегатов кальцита и других минералов в виде конусов, трансляционно повторяющихся вдоль оси через определенные интервалы, по данным У. Х. Твенхофела [1], был известен еще в 1793 г., однако и в настоящее время эти образования во многом остаются загадочным явлением [2].

Развитие фунтиковых текстур в позднем диагенезе, т. е. под давлением вышележащей толщи пород доказано [2], между тем роль давления в процессе формирования этих текстур остается неопределенной. Так, если давление рассматривать как термодинамический фактор, обуславливающий перекристаллизацию [3, 4, 5], то характерная для данных текстур преобладающая ориентировка длинных осей волокнистого кальцита перпендикулярно слоистости оказывается энергетически невыгодной. Существует мнение о возможности образования фунтиковых текстур при растворении под давлением волокнистых агрегатов кальцита без участия процессов кристаллизации [1]. Однако при изучении обширного фактического материала в шлифах, пришлифовках и произвольных изломах, острожно протравленных слабой HCl, наложенный характер фунтиковых текстур не подтвердился.

Развитие фунтиковых текстур путем кристаллизации карбоната Са из истинных растворов впервые показал П. В. Зарицкий в 1963 г. [2]. Между тем, процесс перекристаллизации некоторого объема карбонатного материала под давлением по-прежнему принимается иногда в качестве наиболее вероятного способа образования этих текстур [3]. Неопределенную позицию занимает Л. Б. Рухин: подчеркивая сходство фунтиковой и шестоватой текстур, он считает, что оба типа текстур возникают в «результате быстрого одновременного роста кристаллов кальцита» в карбонатных породах при некотором участии процесса растворения под давлением [6].

При изучении образцов фунтиковых текстур из различных частей разреза среднего карбона юго-западной части Донбасса было выделено несколько форм кальцита, установлена последовательность кристаллизации этих форм и их роль в образовании сложных конусов.

Основной структурной единицей фунтиковых текстур являются конусовидные агрегаты суставчато-волокнистого чистого кальцита, каждая ветвь которого состоит из мельчайших клиновидных или пластинчатых кристалликов, обращенных широким основанием всегда в сторону роста сложного конуса. Особенности морфологии этих кристалликов не ясны, так как их размер не превышает 0,01—0,04 мм. Суставчато-волокнистые ветви чистого кальцита, слагающие компактные конусовидные агрегаты, формировались в процессе автономно-группового роста, поскольку всегда обнаруживают одновременное или волнистое погасание и почти не содержат механических примесей, тогда как внешний контур обычно подчеркнут буроватым, «беструктурным» глинистым материалом, в котором содержатся округлые сферолитоподобные известково-глинистые густки и сферолиты с плохо различимыми, радиально ориентированными кристалликами буроватого кальцита (рис. 1, б). Здесь же нередко имеют место гроздевидные, ветвистые и другие дендри-

товидные образования бурого полупрозрачного кальцита. Размер конусовидных агрегатов кальцита вдоль длинной оси составляет 0,2—0,3 мм, иногда 0,8 мм, сферолитоподобных — 0,05—1 мм. Основная масса глинистого «бесструктурного» материала и связанных с ним различных форм «грязного» кальцита сосредоточена в хорошо выраженных макрошвах между смежными фунтиками и в микрошвах, усложняющих внутреннюю структуру отдельных фунтиков. Толщина корочки макрошва редко бывает больше 0,3—0,5 мм, микрошва — 0,06 мм (рис. 1, а).

В каждой фунтиковой текстуре или локально-текстурированных участках всегда можно установить, особенно после обработки HCl, основание и фронт роста. Вершины сложных конусов обращены в сторону основания и никогда не выходят за пределы этой поверхности. Основания же конусов или подобных им искаженных форм образуют сложную поверхность фронта роста, которая будучи отпрепарирована, обнаруживает концентрически-ступенчатую структуру. Высота ступенек составляет 0,1—1,0 мм, увеличиваясь до 1—2 см в текстурах мощностью более 0,15—0,2 м.

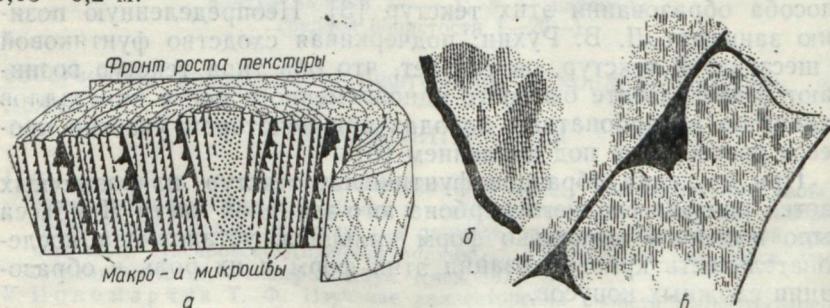


Рис. 1. Суставчато-волокнистые ветви кальцита:

а — осевое сечение части сложного конуса с отпрепарированной поверхностью фронта роста. Ув. 15; б — характер развития волокнисто-суставчатого кальцита (цепочки треугольников) вдоль поверхности макрошва, выполненного неизменным глинистым материалом (закрашено). «Бесструктурный» глинистый материал с известково-глинистыми стяжениями показан крапом. Ув. 100; в — структура стенки фунтика в продольном сечении. Вертикальная штриховка — волокнистый кальцит; «бесструктурный» глинистый материал показан крапом, неизменный глинистый материал — плотно закрашенные участки. Ув. 30.

Сложные конуса и волокнистый кальцит ориентированы обычно длинными осями по нормали к фронту роста; большая часть индивидов кальцита имеет одновременное погасание, характерное для параллельно-шестоватых агрегатов, выросших в свободных условиях [7]. Весьма показательно, что торцевые контуры волокон кальцита, обращенные в сторону фронта роста, почти всегда с четкими очертаниями, вдоль которых часто хорошо заметна деформация неизменного глинистого материала, захваченного в процессе роста (рис. 1, б). В то же время

точки начала роста волокон теряются в облачно-распльвчатой массе глинистого материала либо примыкают к одной из многочисленных форм «грязного» кальцита, т. е. всегда обнаруживают признаки однонаправленного роста. Отсюда также можно заключить, что волокнистый кальцит развивался не из собственных зародышей, а из готовых уже мельчайших кристалликов, входящих в состав разнообразных форм «грязного» кальцита. Эта особенность развития волокнистого кальцита характерна для всех структурных элементов сложных конусов. Так, в процессе образования микрошвов зарождение новых конусовидных агрегатов волокнистого кальцита приурочено обычно к внешней относительно оси фунтика стороне, закончившей развитие такой же формы кальцита. Угол между противоположно направленными микрошвами (рис. 1, а) соответствует обычно во всех текстурах апикальному углу конусовидных групп волокнистого кальцита и составляет $30-35^\circ$. Макроскопически отмеченные особенности внутренней структуры не обнаруживаются, однако всегда надежно устанавливаются в шлифах. Зарождение и развитие новых точек роста волокнистого кальцита вдоль макрошвов всегда связано с глинисто-известковой массой, сосредоточенной у боковой поверхности конусовидных агрегатов. Соотношение микро- и макрошвов, как элементов текстуры, порожденных особенностями кристаллизации под покровом глинистого осадка, хорошо видно в осевых срезах сложных конусов с отпрепарированным фронтом роста, где макрошвы обуславливают ступенчато-концентрическую структуру, тогда как микрошвы образуют ажурный рисунок, сложенный серповидными, полигональными или округлыми ячейками. Формирование микрошвов начинается с первых же моментов роста текстуры. На продольном срезе зерна конкреции (рис. 2, а), обработанном HCl и детально изученном в шлифах, видно, что вначале образовались различные агрегаты «грязного» кальцита и поз-

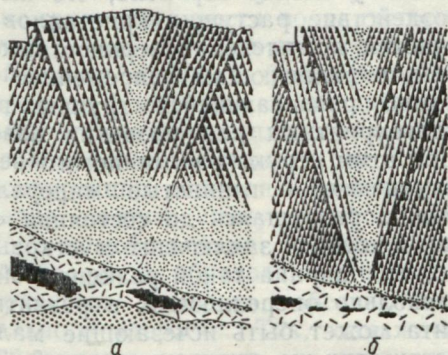


Рис. 2. Продольное сечение сложного конуса в натуральную величину (а) и скрытая часть текстуры, ув. 20 (б). (Центральный стержень и скрытая часть текстуры выделены мелким крапом, крупный крап в один ряд — исходная поверхность роста текстуры, сплошной крупный крап — железо — карбонатная конкреция. Между основанием текстуры и конкрецией — зона разнонаправленного роста волокнистого кальцита. Неизменный глинистый материал — плотно закрашенные участки).

у боковой поверхности конусовидных агрегатов. Соотношение микро- и макрошвов, как элементов текстуры, порожденных особенностями кристаллизации под покровом глинистого осадка, хорошо видно в осевых срезах сложных конусов с отпрепарированным фронтом роста, где макрошвы обуславливают ступенчато-концентрическую структуру, тогда как микрошвы образуют ажурный рисунок, сложенный серповидными, полигональными или округлыми ячейками. Формирование микрошвов начинается с первых же моментов роста текстуры. На продольном срезе зерна конкреции (рис. 2, а), обработанном HCl и детально изученном в шлифах, видно, что вначале образовались различные агрегаты «грязного» кальцита и поз-

же — волокнистого. При этом сразу же сложился и угол наклона микрошвов к направлению роста волокон, так как зарождение новых конусовидных групп осуществлялось здесь на крайних, очевидно, менее нагруженных механическими примесями волокнах (рис. 2, б).

Закономерное разрастание текстуры вдоль макрошвов обусловлено иными причинами.

В экспериментах по бестрещинному жилообразованию установлено, что растущие в порах кристаллы способны расталкивать частицы породы, диспергировать их и даже растворять [8]. Поэтому вполне вероятно, что именно активное механическое воздействие растущих кристаллов волокнистого кальцита при участии комплекса поверхностных процессов является фактором, определяющим неперемное присутствие у каждой автономно развивающейся группы волокнистого кальцита зон, благоприятных для развития известково-глинистых стяжений. При этом структура глинистого вещества испытывает глубокие изменения — глинистые минералы утрачивают чешуйчатый облик, разрушаясь до состояния «бесструктурной» бурой массы, в которой заключены сгустковые формы кальцита. Интересно, что ширина такой реакционной каймы вдоль фронта роста несколько опережающих в развитии групп волокнистого кальцита может быть исчезающе маленькой, а у боковой поверхности этих же групп достигать 0,05—0,1 мм. Преимущественное развитие процесса диспергирования у боковой поверхности конусовидных агрегатов волокнистого кальцита, видимо, не случайно и обусловлено тем обстоятельством, что именно здесь минеральный скелет осадка постоянно перемещался силой кристаллизации относительно конической поверхности макрошва. Возможно также, что тонкому диспергированию глинистых минералов способствовало развитие зародышей кальцита в дефектах глинистых частиц.

Учитывая склонность карбоната кальция к осаждению в коллоидальной форме, особенно в присутствии других коллоидов, когда эта форма для него является единственной [9], становится понятной возможность одновременного развития и существования «грязного» и чистого, закономерно ориентированного кальцита. Так, у боковой поверхности, растущих с некоторым опережением групп суставчато-волокнистого кальцита, т. е. в зоне активного диспергирования глинистых минералов, постоянно шел процесс осаждения коллоида карбоната кальция, быстрая раскристаллизация которого создавала возможность беззародышевого развития волокнистого кальцита в направлении, обусловленном требованиями принципа ортотропизма [10], в данном случае вдоль градиента давления.

В то же время на торцевой поверхности агрегатов волокнистого кальцита, где разрушение структурных связей частиц минерального скелета осадка было менее ощутимым и среда не

содержала глинистых коллоидов — шла кристаллизация чистого волокнистого кальцита. Таким образом, рост волокнистого кальцита и известково-глинистых стяжений был строго взаимообусловлен: стяжения порождали возможность развития волокнистого кальцита, который, в свою очередь, постоянно сохранял вдоль боковой поверхности условия, благоприятные для развития стяжений. Различное соотношение скоростей течения этих процессов зафиксировано в текстурах изменением апикальных углов сложных конусов от 30 до 76°.

Важная роль в формировании текстуры принадлежит также исходной поверхности кристаллизации. Так, выпуклые участки субстрата вследствие автономно-группового роста волокнистого кальцита неизбежно становились очагами развития ступенчатых концентров, в срединной части которых формировался центральный стержень диаметром до 1 мм, сложенный преимущественно известково-глинистыми стяжениями и плохо развитыми, «угнетенными» группами волокнистого кальцита (рис. 1, а). Очевидно, ситуация острой конкуренции взаимоисключающего геометрического отбора вызывала частую смену морфологии поверхности, что, несомненно, способствовало разрушению структурных связей глинистых частиц и образованию известково-глинистых стяжений «грязного» кальцита, обеспечивая постоянное лидерство центрального стержня. Так, однажды возникнув, здесь стабильно сохранялись условия для развития новых концентров, сложенных конусовидными агрегатами волокнистого кальцита.

Таким образом, очевидно, что именно структурно-механическое состояние полидисперсной системы глинистого осадка управляет ростом фунтиковых текстур, т. е. является активным фактором среды кристаллизации карбоната Са, строго контролирующим морфологию агрегатов последнего.

Весьма показательны в этом отношении случаи резкого изменения минерального состава и физического состояния среды кристаллизации вдоль фронта роста фунтиков. Так, на контакте угольного пласта h_7 (поле шах. им. А. А. Скочинского, зона углей марки Ж, г. Донецк) с глинистым сланцем кровли постоянно присутствует корка шестоватого кальцита, в котором искаженные формы сложных конусов с типичным, хорошо выраженным фронтом роста появляются только в местах прорыва слоев угля, отделявших шестоватый кальцит от глинистого материала. Характерно, что включения угля в таких фунтиках имеют неизменные остроугольные очертания, тогда как глинистые минералы, захваченные растущим агрегатом кальцита, утрачивают чешуйчатый облик и разрушаются до состояния «бесструктурной» бурой массы. В другом случае в тонком (до 3 см) глинисто-карбонатном прослое над известняком I_2 (поле шах. «Штеровская», г. Красный Луч) развитие фунтиков в глинистых линзочках, заключенных в известковых слоях,

прекращалось немедленно каждый раз, когда в результате расхода глинистого материала растущей текстурой фронт ее роста упирался в известковый прослой.

Еще более определенно выявляется роль физического состояния кристаллообразующей среды при сравнении внутреннего строения фунтиковых текстур и раннедиагенетических Са- и Fe-карбонатных конкреций. Так, развитие оптически неупорядоченных зернистых, пелитоморфных и сферолитовых структур раннедиагенетических конкреций свидетельствует о высокой степени обводненности глинистого осадка, когда, несмотря на слабые структурные связи, размер агрегатов конкрециеобразователя, видимо, определялся величиной пор. Оттеснение механических примесей кристаллизационной силой здесь не могло быть эффективным, поскольку у поверхности конкреций, в свободных порах, зародыши карбонатов могли возникать с меньшей затратой энергии непосредственно на активной в физико-химическом отношении поверхности коллоидных частиц.

Совершенно иные условия складывались в позднем диагенезе, когда в результате коагуляции коллоидов сокращался объем и развивались коагуляционно-тиксотропные связи; зарождение и рост агрегатов карбоната Са осуществлялся уже не в порах, а на «твердой стенке» — поверхности конкреций, трещин, в глинистых известняках. Это новое состояние глинистого осадка является закономерным результатом направленного изменения комплекса взаимообусловленных биохимических и физико-химических процессов, интенсивность которых постепенно затухала к позднему диагенезу, снижая мобильность водных мигрантов.

Важным моментом в эволюции физико-химических условий раннего диагенеза является рост концентрации отдельных элементов в иловых растворах вплоть до уровня насыщения, что, естественно, не могло пройти бесследно для активной в физико-химическом отношении дисперсной системы глинистого осадка. Учитывая тот факт, что развитие фунтиковых текстур осуществляется сразу после оформления раннедиагенетических конкреций (Fe-карбонатных, Са-карбонатных и реже — пиритовых), а также то, что ион Ca^{2+} в щелочной среде сильно и необратимо коагулирует глинистые и другие коллоиды, нельзя отрицать взаимосвязи геохимической обстановки и физического состояния глинистого осадка.

Приуроченность большинства случаев развития фунтиковых текстур к поверхности Fe-карбонатных конкреций хорошо известна [2] и обусловлена, видимо, тем, что при низких значениях pH одновременно с редукцией и перераспределением Fe в иловые растворы могло поступать больше Ca^{2+} , чем при pH более высоких. В связи с этим по мере расхода активных компонентов органического вещества, падения pCO_2 и роста pH одновременно с осаждением Fe-карбонатов в составе конкреций

коллоиды глинистого осадка в присутствии Ca^{2+} необратимо и сильно коагулировали, что сопровождалось дегидратацией, уплотнением осадка и развитием более прочных структурных связей, в результате чего осадок переходил в новое, совершенно не свойственное раннему диагенезу состояние. Поэтому осаждение карбоната Са в таких условиях осуществлялось в основном путем развития новых форм агрегатов, не типичных для раннего диагенеза, что подтверждает хорошо известное положение кристаллографии о зависимости форм кристаллов от свойств среды.

Уместно еще раз отметить, что на ровных участках фронта роста фунтиков прочность коагуляционно-таксотропных связей в осадке не нарушалась кристаллизационным давлением, тогда как вдоль концентрических ступенек — мест наиболее активного механического воздействия, вследствие обратимости структурных связей в осадке возрождались коллоидные свойства и становилось возможным образование известково-глинистых стяжений — форм, обычных для карбонатов раннедиагенетических конкреций.

Таким образом, можно сделать вывод, что формирование текстур конус в конусе осуществлялось в процессе автономно-группового роста волокнистого кальцита под контролем геометрического отбора в пространстве, высвобождаемом кристаллизационной силой кальцита при оттеснении глинистого осадка, особые структурно-механические свойства которого порождали возможность существования условий, благоприятных и для образования известково-глинистых стяжений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков. М.—Л., 1936. 915 с.
2. Зарицкий П. В. К вопросу о времени образования карбонатных конкреций с текстурой конус в конусе. — «ДАН СССР», 1963, т. 151, № 1, с. 189—192.
3. Логвиненко Н. В. Петрография осадочных пород. М., «Высшая школа», 1974. 397 с.
4. Раст Н. Образование центров кристаллизации и рост метаморфических минералов. — В кн.: Природа метаморфизма. М., «Мир», 1967, с. 78—108.
5. Теодорович Г. И. Учение об осадочных породах. Л., Науч.-техн. изд-во. 1958. 572 с.
6. Рухин Л. Б. Основы литологии. Л., «Недра», 1969. 703 с.
7. Григорьев Д. П. Некоторые явления генезиса минералов в жилах. — «Зап. Всесоюз. минерал. о-ва», 1954, ч. 83, вып. 3, с. 177—197.
8. Пospelов Г. Л., Каушанская П. И., Саратовкин Д. Д. Образование кристаллических «жилок-стенок» при встречной диффузии реагентов. — «Зап. Всесоюз. минерал. о-ва», 1961, ч. 90, вып. 4, с. 382—390.
9. Чухров Ф. В. Коллоиды в земной коре. М., Изд-во АН СССР. 1955. 670 с.
10. Шубников А. В. Как растут кристаллы. М., изд-во АН СССР, 1935. 150 с.

Ю. И. КАЦ, канд. геол.-минерал. наук,
А. А. АБДАЛЛА

К СЕДИМЕНТОЛОГИИ ОКСФОРДСКИХ И КИМЕРИДЖСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ ДОНБАССА

Оксфордские и кимериджские отложения исследованы с применением традиционных методов стратиграфии, литологии, фациального анализа и палеогеографических реконструкций [1—4]. Однако вопросы зонального деления, разграничения и расшифровки условий формирования этих ярусов не решены однозначно.

Дальнейший прогресс в изучении интересующей нас части разреза может быть связан лишь с применением новых методов исследования и иных методологических концепций.

Изучено семь разрезов в районах Татьяновки, Каменки, Красного Яра, Изюма, М. Камышевахи, Заводского и Протопоповки при помощи комплексной методики седиментологических исследований, разработанной ранее [5—7] при изучении более молодых отложений. Анализ осадочных толщ противопоставлен анализ элементарных единиц разреза — слоев, а регионально-топоцентристской модели — модель сопряженных деформаций эллипсоида вращения [7—10].

Основные результаты исследования. Ниже рассмотрена седиментологическая характеристика различных толщ оксфорда и кимериджа.

Нижний оксфорд. В наиболее полном разрезе (Заводское) толща кремнистых ритмично построенных известняков оксфорда залегает с разрывом на глинисто-алевритовом горизонте T_0 верхнего келловея и по особенностям строения элементарных ритмов (ЭР) подразделяется на три части.

Нижняя часть характеризуется кремнисто-известняковыми трансгрессивными и ракушняковыми или гравийными регрессивными полуритмами. Последний ритм сложен мергелем (0,5 м), перекрытым алевритовой глиной (0,7 м). Этот маркирующий горизонт (T_1) расположен внутри зоны *S. cordatum* нижнего оксфорда. На Каменском поднятии данная толща отсутствует. Встречена лишь галька кремней зоны *Q. taigiae* — низов зоны *S. cordatum* с отпечатками *I. anguata* (Roll.) (Балка Протопивская). Ритмограмма мощностей ЭР описываемой части разреза образует три крупные седиментационные волны, амплитуда которых увеличивается к кровле (рис. 1).

В средней части нижнего оксфорда трансгрессивные полуритмы представлены прокремненными известняками, а регрессивные — бурыми косослоистыми детритовыми (в основном эхинодерматовыми) известняками. Такие же известняки, чередующиеся с известково-железистыми песчаниками, развиты на Каменском поднятии (между Каменкой и Сухой Каменкой), где они залегают на гравийниках среднего келловея.

Верхняя часть нижнего оксфорда в Заводском разрезе сложена неокремненными более чистыми известняками, однако

В регрессивных полуритмах развиты гравийные и песчаные кварцевые зерна и многочисленные отпечатки и раковины моллюсков. Эта же часть разреза, представленная маломощными (0,1—2,0 м) известковистыми гравелитами, на склонах Каменского поднятия залегает на железистом гравии среднего келловоя. Между Каменкой и Сухой Каменкой встречаются более молодые слои известковистых гравелитов, содержащие разрозненные коралловые полипняки.

Нижняя часть верхнего оксфорда залегает с резким размывом на различных горизонтах оксфорда или келловоя. В наибо-

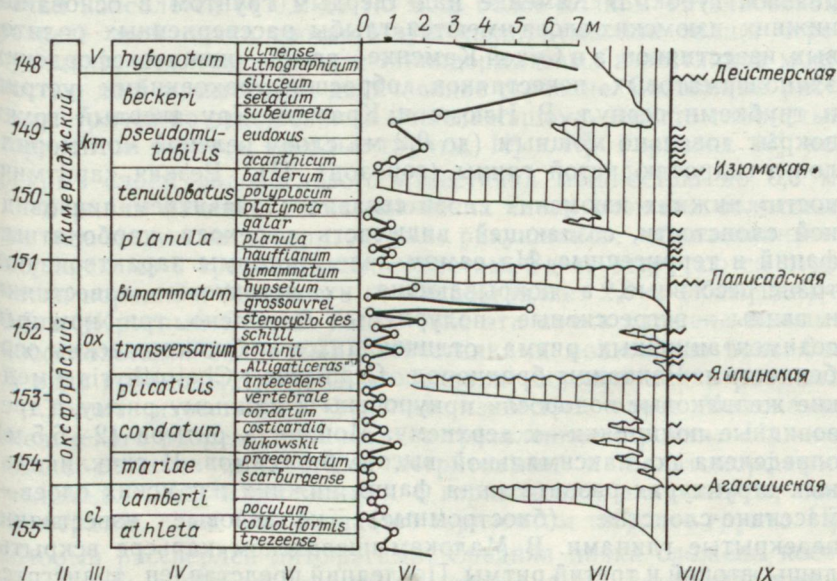


Рис. 1. Схема изменения темпа осадконакопления и роста структур в пределах северо-западной окраины Донбасса в течение оксфордско-кимериджского мезоцикла: I — геохронологическая шкала (млн. лет); II — шкала планетарной периодизации (мезоциклы); III—V—стратиграфическая шкала: (III—ярусы, IV—зоны, V—подзоны (ритмы раздела)); VI — ритмограммы мощностей ЭР; VII — стратиграфические перерывы; VIII — тектонические осцилляции; IX — тектонические фазы.

В более полном разрезе (Заводское) в основании верхнего оксфорда развит мощный слой глин (Т₂) с пропластками оолитовых известняков, на неровной поверхности которого залегает оолитовый конгломерат, а затем массивный оолитовый известняк. Детально изучены лишь разрезы Татьяновки и Каменки, но уже по имеющимся данным можно прийти к выводу о трехчленном строении рассматриваемой толщи. Нижняя (оолитово-глинисто-ракушняковая) часть в регрессивных полуритмах заключает остатки организмов с кальцитовым скелетом. Средняя (оолитово-глинистая) часть содержит гальку известняков, обросшую

устрицами и серпулами. Верхняя (оолитово-ракушняковая) часть содержит лишь отпечатки моллюсков с арагонитовым скелетом и редкие панцири морских ежей.

Средняя часть верхнего оксфорда—нижние изюмские слои—располагается на нижележащих образованиях с размывом. В Татьяновском разрезе практически выпадает оолитово-ракушняковая толща оксфорда, а в других разрезах Каменского поднятия (Каменка, Изюм, Красный Яр) и в районе Протопоповки перерыв представлен твердым грунтом по поверхности оолитовых известняков. На нем развиты сверления литофаг, ракообразных, губок. В Каменке над твердым грунтом в основании нижних изюмских слоев имеются глыбы рассверленных оолитовых известняков, а в Сухой Каменке—глыбы нижнеоксфордских эхинодерматовых известняков, обросшие раковинами устриц и трубками серпул. В Изюме и Красном Яру твердый грунт покрыт довольно мощным (до 0,2 м) слоем зеленой монтмориллонит-гидрослюдистой глины (горизонт T_3^1). Резкая «аритмичность» нижних изюмских слоев связана с развитием линзовидной слоистости, создающей видимость перехода карбонатных фаций в терригенные. На самом деле биогермы характеризуют трансгрессивные, а покрывающие их детритовые известняки и глины—регрессивные полуритмы. Выделено три крупных седиментационных ритма, отличающихся по биономическим особенностям. Раковины брахиопод *Craniscus*, *Cheirothyris* и мелкие желваковые водоросли приурочены к нижнему ритму, а древовидные полипняки—к верхнему. Мощность ритмов (2—6,5 м) определена по максимальной высоте биогермов. В синклинальных структурах развита иная фация нижних изюмских слоев—массивно-слоистые (биостромные) коралловые известняки, перекрытые глинами. В Малокамышевашском карьере вскрыты лишь второй и третий ритмы. Последний представлен трансгрессивным полуритмом (известняком с древовидными полипняками), по кровле которого развит твердый грунт.

Верхняя часть верхнего оксфорда—верхние изюмские слои—с размывом залегают на нижних изюмских слоях. Последние местами почти полностью выпадают из разреза (Татьяновка). На Каменском поднятии мощность верхних изюмских слоев изменяется от 3 м (Красный Яр) до 15 м (Татьяновка). В Малокамышевашском карьере установлен новый—синклинальный—тип разреза, где мощность достигает 30 м.

Рассматриваемая толща имеет трехчленное строение. В Каменском типе разреза нижняя часть представлена ритмически чередующимися мергельными и глинисто-алевритовыми (T_4^1 — T_4^3) образованиями. По мере приближения к своду трансгрессивные полуритмы (мергели) выпадают, а мощность регрессивных полуритмов (глин, алевритов) возрастает до 1—1,5 м. В верхних частях пачки в глинах встречается раковинный детрит и обломки обугленной древесины, а в мергелях—отпе-

чатки и ядра аммонитов и тонкостенных двустворок. В периферической части Каменской структуры (Татьяновка) в рассматриваемой части разреза преобладают мергели, пронизанные ходами ракообразных, а глинисто-алевроитовые части ритмов выпадают или маломощны. Мощность нижней пачки составляет 2—4 м.

Средняя пачка верхних изюмских слоев в сокращенных разрезах (Каменка, Красный Яр) состоит из двух элементарных ритмов. Трансгрессивные полуритмы сложены оолитовыми известняками, а регрессивные — глинами (T_4^4 и T_4^5). Мощность пачки колеблется от 0,7 до 1,5 м. В более полном Татьяновском разрезе этой пачке соответствует полиритмичная толща чередующихся пелитоморфных и эхинодерматовых известняков мощностью до 5 м, имеющая двухчленное строение. Базальный ритм симметричен по отношению к нижележащему. Вместо глинистых горизонтов развиты твердые грунты H_4^4 и H_4^5 . Горизонт H_4^4 перекрыт слоем водорослевого известняка мощностью до 0,3 м.

Верхняя пачка верхних изюмских слоев сложена оолитовыми известняками с горизонтами ракушняков, образованными моллюсками с арагонитовым скелетом. Здесь встречаются отпечатки кораллов. Мощность пачки составляет 2,0 м (Каменка) — 0,5 м (Красный Яр). В Татьяновке эта пачка сложена немymi косослоистыми оолитовыми известняками мощностью более 6 м. В ряде районов (Изюм, Протопоповка) верхняя пачка размыта.

Толща известняков верхних изюмских слоев Малокамышевых разреза также имеет трехчленное строение. Нижняя пачка сложена плитчатыми детритовыми и пелитоморфными мелоподобными известняками с горизонтами ракушняков, конгломератов, глин. Она венчается горизонтом твердого грунта H_4^3 , который расверлен литофагами. Средняя пачка сложена косослоистыми грубодетритовыми известняками, конгломератами, а верхняя — косослоистыми оолитовыми известняками с прослоями грубодетритовых устричных известняков с гравием и галькой. Горизонты глин, свойственные разрезам Каменского типа, почти не развиты. Крупным перерывам соответствуют грубодетритовые известняки с кварцевым гравием, конгломераты с галькой темно-серых и лиловых аргиллитов и алевролитов и дресвой, гравием и галькой красных лепешковидных и древоидных полипняков нижних изюмских слоев.

Нижний кимеридж. Неринеевые слои залегают на верхних изюмских слоях без видимых следов перерыва. Последние отчетливо выявляются лишь по выпадению ряда элементарных ритмов верхней части оксфорда и наличию ходов ракообразных, заполненных продуктами размыва. Повсеместно в основании толщи залегают маломощный глинистый прослой T_5^1 . В наиболее полном Каменском разрезе, где мощность неринеевых слоев достигает 1,8 м, глинистый горизонт переходит в мергель,

а затем в мелоподобный известняк, что говорит о принадлежности горизонта базальной части трансгрессивного полуритма. Регрессивные полуритмы выпадают либо сложены гастроподовыми ракушняками. Ритмичность неринеевых слоев в Каменке подчеркнута еще одним глинистым прослоем — T_5^2 разделяющим мелоподобные известняки третьего и четвертого элементарных ритмов. В разрезе Красного Яра второй ЭР размыт, и в норах ракообразных первого и второго ЭР сохранилась лишь регрессивная (детритовая) его часть. Мощности ЭР неринеевых и верхних изюмских слоев сходны по величине. В разрезах Каменского поднятия (Изюм, Красный Яр, Каменка) в регрессивных полуритмах неринеевых слоев встречены обломки скелетов иглокожих и раковины брахиопод *Zeillerina ex gr. egea* Bayle. В Малокамышевском разрезе неринеевые слои представлены лишь одним элементарным ритмом мощностью 0,7 м. Трансгрессивный полуритм сложен белым плотным мелоподобным известняком, а регрессивный — брекчиевидным известняком с галькой серых алевролитов. Неринеевые ракушняки здесь отсутствуют.

Кровля неринеевых слоев размыта. Глыбы и галька мелоподобных известняков встречаются в основании вышележащих пестроцветов (Красный Яр).

Средний кимеридж залегает с размывом на различных горизонтах оксфорда, развит в северо-западной части района (Протоповка) и подразделяется [4] на три пачки. В верхней — известняково-красноцветной пачке мощность ЭР колеблется от 0,5 до 2 и 5 м. Трансгрессивные полуритмы сложены детритовыми известняками с остатками и отпечатками раковин двустворок, кварцевым гравием и галькой серых сланцев и алевролитов; а регрессивные — пестрыми глинами.

Верхний кимеридж — низы волжского яруса. Пестроцветная пачка глинистых пород нижней части донецкой свиты залегает с резким размывом на различных горизонтах юры и развита повсеместно. Мощность ЭР достигает 5—10 м, а мощность всей пачки — несколько десятков метров. На Каменском поднятии (Изюм, Красный Яр) мощность пачки резко сокращена до 1—2 м.

Обсуждение результатов. Послойное изучение осадочных толщ оксфорда и кимериджа и вмещающих их органических остатков позволяет выделить седиментологические комплексы, осуществить анализ перерывов и выявить основные закономерности осадконакопления в морях северо-западной окраины Донбасса. Седиментологические комплексы сопоставлены с зонами и подзонами единой шкалы.

Зона *Q. mariae* развита лишь в полных разрезах и включает два седиментологических комплекса: пелитоморфно-известняковый и кремнисто-известняковый с прослоями ракушняков и гравелитов.

Зона *C. cordatum* складывается из трех седиментологических комплексов: пелитоморфно-известнякового, кремнисто-детрито-во-известнякового (эхинодерматового) и известняково-гравелистого. Второй и третий комплексы развиты не только в прогибах, но и на крыльях поднятий. Третий комплекс можно сопоставлять с собственно подзоной *C. cordatum*.

Зона *P. plicatilis* седиментологически сходна с верхней частью зоны *C. cordatum*. Руководящие формы аммонитов пограничных подзон нижнего и верхнего оксфорда считаются характерными для зоны *C. cordatum*. Седиментологические исследования позволяют разделить подзоны *C. cordatum* и *C. vertebrale* так, как это принято в Западной Европе. Таким образом, граница между верхним и нижним оксфордом единой шкалы проходит внутри зоны *C. cordatum* Русской платформы.

Первый комплекс зоны *P. plicatilis* сложен гравелистыми ракушняками и отвечает подзоне *C. tenuicostatum* — *C. vertebrale*. Второй комплекс — гравелисто-кораллово-известняковый — выделен лишь в разрезе между Каменкой и Сухой Каменкой. В других местах верхняя часть зоны *P. plicatilis*, вероятно, размыта.

Зона *G. transversarium* залегает с перерывом на келловее, нижнем оксфорде и зоне *P. plicatilis*. Слагается из глинисто-ракушнякового, глинисто-оолитового и оолито-ракушнякового карбонатных комплексов. Вероятно, они соответствуют аммонитовым подзонам, выделенным в Парижском бассейне [15].

Зона *E. bimammatum* объединяет три седиментологических комплекса: 1 — комплекс кораллово-водорослевых построек, детритовых известняков и глин; 2 — комплекс кораллово-водорослевых построек и глин; 3 — комплекс водорослево-коралловых построек с древовидными полипьяками. За пределами каменско-малокамышевахской зоны, где фации органогенных построек замещены фацией оолитовых известняков, седиментологические комплексы пока что не выделены. Возможно, что встречающиеся в толще этих известняков разрозненные биогермы фиксируют не трансгрессивные (как в каменском районе), а регрессивные полуритмы. Верхняя часть зоны, а местами и почти вся зона размыта.

Зона *I. planula*. Проведенные исследования позволили впервые сопоставить верхние изюмские слои с зоной *I. planula* единой шкалы. В составе зоны выделено три седиментологических комплекса. Первый комплекс на поднятиях представлен алевритово-глинисто-мергельными образованиями, а в прогибах — пелитоморфными, детритовыми и ракушняковыми известняками с горизонтами конгломератов. Второй комплекс на поднятиях сложен оолитовыми известняками и глинами, а в прогибах — детритовыми известняками и конгломератами. Третий — оолито-ракушняковый комплекс — в более полных разрезах содержит гравий и редкую гальку.

Зона *S. tenuilobatus* почти не сохранилась вследствие ранневторичного размыва в течение среднекимериджского — ранневожжского времен. Седиментологические данные подтверждают отсутствие существенных следов перерыва между зонами *I. planula* (в. изюмские слои) и *S. tenuilobatus* (неринеевые слои). В составе данной зоны выделяется один комплекс — пелитоморфно-известняковый с горизонтами ракушняков, глин, а местами — конгломератов. Вероятно, он отвечает самой нижней подзоне кимериджа.

Зона *A. pseudomutabilis*. Три седиментологических комплекса данной зоны, выделенные Б. П. Стерлиным [4], свидетельствуют о том, что в Донбассе соблюдается та же последовательность ритмов осадконакопления, что и в Западной Европе. Это создает перспективу корреляции выделенных комплексов с подзонами единой шкалы.

Анализ трансгрессий, регрессий и тектонических фаз. Различие седиментологических комплексов связано с особенностями проявлений планетарных, региональных и локальных движений литосферы и гидросферы. После первой (средне-позднекелловейской) трансгрессии в самом конце келловея наступила репрессия. В результате сжатия экваториального сегмента проявились движения а г а с с и ц с к о й ф а з ы тектогенеза. В данном районе они привели к воздыманию Каменского поднятия, размыву верхнего келловея и накоплению глинистых пород (горизонт T_0) в прогибах. Раннеоксфордская трансгрессия была более интенсивной и развивалась в виде единого этапа с трансгрессией времени *plicatilis*. Однако дифференцированный после предоксфордских движений рельеф, а временами и кратковременные вспышки поднятий привели к размыву нижних горизонтов морского оксфорда на поднятиях или накоплению конденсированных толщ. В конце времени *plicatilis* наступила новая регрессия и проявились движения я й л и н с к о й ф а з ы. В результате роста структур местами размывался нижний оксфорд и зона *plicatilis*. Последующая трансгрессия времени *transversarium* характеризовалась существенным расширением, углублением бассейна и привела к некоторой нивелировке структур за счет размыва поднятий и компенсации прогибов осадками (в регрессивных полуритмах часты находки галек оксфордских известняков). Конец трансгрессии ознаменовался формированием обширной подводной абразивной поверхности протяженностью не менее 40 км (судя по находкам твердых грунтов от Каменки до Протопопки). В результате деформации сложились неодинаковые условия накопления отложений раннеизюмского бассейна. После регрессии на рубеже времен *planula* и *bimammatum* и проявления движений п а л и с а д с к о й ф а з ы биогермные известняки оксфорда и более древние породы в присводовых частях структур подверглись размыву, а продукты их разрушения отложились в виде конгломератов в позднеизюм-

ском бассейне. Последний характеризовался значительной глубиной, судя по наличию в разрезе пелитоморфных известняков и мергелей. К концу времени *planula* дифференциация структур Донбасса была сnivelирована, однако Каменское и другие поднятия все же проявлялись в рельефе. Дальнейшее углубление бассейна в начале кимериджа (наибольшее за всю позднюрскую историю Донецкого моря!) привело к накоплению мелоподобных илистых осадков. В регрессивные фазы на илистом субстрате могли селиться лишь зарывающиеся формы и донные формы с коротким жизненным циклом (как и в позднемерловых бассейнах). Небольшая величина раковин и однообразие тафоценоза создавали у исследователей палеоэкологии нериневого бассейна иллюзию изменения его солености и, следовательно, замыкания [1—3]. На самом деле время *tenuilobatus* сопровождалось наиболее интенсивной экваториальной трансгрессией [8, 11], значительно углубившей и Донецкий залив. В конце времени *tenuilobatus* наступила регрессия моря, а в результате сжатия экваториального сегмента Донбасс и Украинский щит испытали подъем и существенную деформацию. Рост структур обусловил размыв верхне- и отчасти среднеюрских отложений в сводовой части Каменского и других поднятий и возникновение островов и лагун. Рассматриваемую фазу тектонических движений на рубеже раннего и среднего кимериджа мы предлагаем именовать и з ю м с к о й ф а з о й. После этой фазы экваториальные трансгрессии времени *pseudomutabilis* лишь периодически могли проникать на окраины Донбасса, а к концу кимериджского — началу раннего волжского века движения дейстерской фазы привели к размыву кимериджских осадков, дальнейшей дифференциации структур Донбасса и полному замыканию Донецкого залива.

Хронология седиментационных ритмов и объем перерывов.

Хронология геологических событий в древности пока что не может обосновываться точными астрономо-геодезическими расчетами. Общие историко-планетологические соображения [9, 10], подкрепленные конкретным эмпирическим материалом, создали предпосылку для периодизации крупных событий геологической истории [10, 12]. Это — первое хронологическое приближение.

В дальнейшем, в результате разработки тестов планетарной периодизации [8, 13, 14], удалось сопоставить ритмохронологическую и биохронологическую шкалу. Выявлено деление мезоцикла (~ 3 млн. лет) на 14 ритмов раздела (поры). Для хорошо изученной юрской системы установлено соответствие разделов зонам или подзонам единой шкалы. Это — второе хронологическое приближение.

В процессе исследования конкретных дробно-стратифицированных разрезов путем седиментологического расчленения

и корреляции можно установить степень их полноты и оценить время формирования каждого из элементарных ритмов. Поскольку мощность ЭР отражает стадию развития прогиба [7], может быть предложен седиментологический тест планетарной периодизации и хронологии осадочных ритмов различного ранга. Анализ ритмограмм полных разрезов в комплексе с данными о перерывных поверхностях в сокращенных

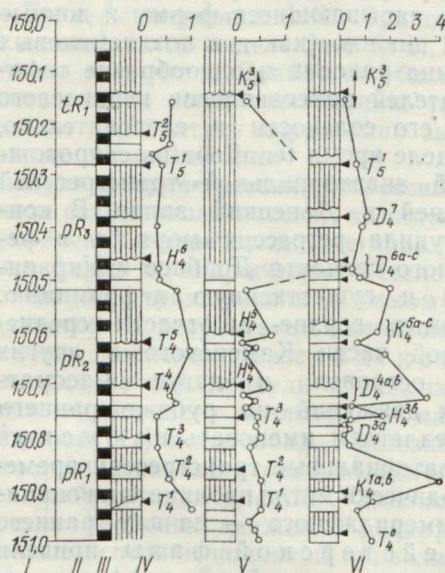


Рис. 2. Схема анализа полноты разрезов зон 1. *planula* и *S. tenuilobatus*: а — Изюм—Каменка; б — Татьянавка; в — М. Камышеваха.

разрезах позволяет подобрать «ритмический ключ» и установить соподчинение ритмов различного порядка (рис. 2). Это — третье хронологическое приближение.

Исследования оксфордских и кимериджских отложений Донбасса показали, что в большинстве разрезов ЭР соответствует прецессионному ритму ~ 20 тыс. лет. В более полных разрезах Малокамышевахской мульды прецессионные ритмы слагаются из 11 ритмов Шнитникова (~ 1800 лет). Объем перерывов значительно превышает объем сохранившейся части геологической летописи, однако отдельные части разрезов практически непрерывны, так как содержат полный набор ритмов — ~ 1800 лет. Полученные результаты

весьма неожиданны для платформенных разрезов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фации и палеогеография юрских отложений Восточно-Украинского газонефтеносного бассейна. Изд-во Харьк. ун-та. 1960. 73 с. Авт.: О. Д. Билык, Н. Е. Канский, В. П. Макридин, Б. П. Стерлин.
2. Кузьмичева Е. И., Макридин В. П. Новые данные о колониальных кораллах верхнеюрских отложений северо-западной окраины Донецкого складчатого сооружения. — «Учен. зап. Харьк. ун-та, зап. геол. отд.», 1963, т. 15, с. 112—131.
3. Макридин В. П. Брахиоподы юрских отложений Русской платформы и некоторых прилегающих к ней областей. М., «Недра», 1964. 395 с.
4. Стерлин Б. П., Шумилина Т. И. О характеристике оксфорда и кимериджа в юго-восточной части Восточно-Украинского газонефтеносного бассейна. — В кн.: Вопросы развития газовой промышленности УССР, сб. II, геология, М., «Недра», 1964, с. 47—64.

5. 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», 1975, вып. 6, с. 38—45.
6. Кац Ю. И., Смыслов Г. А. Новые данные о стратиграфии и условиях формирования плейстоценовых отложений Керченского полуострова. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география», 1976, вып. 7, с. 13—19.
7. Кац Ю. И., Шуменко С. И., Фам Ван Ан. О поверхностях перерыва в туронских отложениях Русской платформы. — «Вестн. Харьк. ун-та. Геол.», 1975, № 109, вып. 6, с. 12—21.
8. Кац Ю. И., Березняков А. И. Геомагнитные инверсии: ротационная обусловленность и корреляция с геологическими процессами и эволюцией организмов. — В кн.: Космос и эволюция организмов. М., 1974, с. 199—216.
9. Стовас М. В. Некоторые вопросы тектогенеза. — В кн.: Проблемы планетарной геологии. М., Госгеолтехиздат, 1963, с. 222—274.
10. Цареградский В. А. К вопросу о деформациях земной коры. — Там же, с. 149—221.
11. Аркелл В. Юрские отложения земного шара. М., ИЛ, 1961. 819 с.
12. Балуховский Н. Ф. Геологические циклы. Киев, «Наукова думка», 1966. 167 с.
13. Кац Ю. И. Исследования брахиопод в свете проблемы планетарной периодизации. — В кн.: Вторая Всесоюз. конф. по мезозойским и кайнозойским брахиоподам. Харьков, 1971.
14. О значении исследований структуры, вещественного состава раковин, палеоэкологии и хорологии мезозойских и кайнозойских брахиопод. — В кн.: Развитие и смена органического мира на рубеже мезозоя и кайнозоя. М., «Наука», 1975, с. 109—116. Авт.: В. П. Макридин, В. П. Камышан, Ю. И. Кац и др.
15. Mouterde R. et d'autres. Les zones Jurassique en France. — «Somm. Séanc. Soc. Géol. France», 1971, Fasc. 6, Nancy, p. 1—27.

УДК 550.4+551.763.333+564

АБДЭЛЬ ААЛЬ А. А.

К БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ И ГОЛОВОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

Биогеохимические исследования ископаемых организмов имеют большое значение для систематики, экологии палеобионитов, а также для стратиграфического расчленения, корреляции и фациального анализа осадочных толщ, в которых захоронены их остатки. В процессе изучения современных [1—3] и ископаемых [4—8] моллюсков установлены основные закономерности накопления в их скелетных остатках различных микроэлементов.

Материал и методика исследования. Биогеохимическими методами исследованы два вида головоногих и десять видов двустворчатых моллюсков. Их остатки, отобранные Ю. И. Кацом из верхнесенонских отложений Левобережной Украины, принадлежат двум фациальным зонам: глубоководной (фашии писчего мела Сумской области) и мелководной (фашии детритовых и песчаных осадков северной окраины Донбасса).

Большинство данных о химическом элементарном составе раковин получено нами методом приближенного количественного спектрального анализа элементов: Mg, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, B.

Исследования проводили с помощью спектрографа средней дисперсии марки ИСП-28. Навеску 10 мг взвешивали на торзионных весах и помещали

Класс	Семейство	Наименование вида	Фации, возраст		Химические элементы										
			Меловая	песчаная дельтовая	Mg	Fe	Al	Mn	Si	Ti	Sr	Cu	B		
Cephalopoda	Belemnitellidae	<i>Belemnella sumensis</i> Jel.	m_1^3	ср ²	0,60	0,057	0,0044	0,0026	0,016	0,002	0,070	0,00019	сл.	—	—
		<i>Belemnitella langei</i> Jel.		ср ²	0,46	0,067	0,0120	0,0027	0,027	сл.	0,083	0,00023	—	—	—
		<i>Belemnitella langei</i> Jel.		ср ²	0,36	0,060	0,0035	0,0029	0,066	сл.	0,073	0,00023	—	—	—
Cephalopoda	Ostreidae	<i>Pycnodonta vesicularis</i> Lam.		ср	0,36	0,280	0,0160	0,0029	1,300	—	0,025	0,00038	сл.	—	—
		<i>Lopha semiplana</i> Sow.		m	0,27	0,360	0,0087	0,0036	0,420	0,003	0,036	0,00040	сл.	—	—
		<i>Lopha semiplana</i> Sow.		m	0,60	1,000	0,0600	0,0036	0,730	сл.	0,025	0,00030	—	—	—
		<i>Lopha semiplana</i> Sow.		m	0,18	1,000	0,0500	0,0040	1,400	0,005	0,020	0,00022	—	—	—
		<i>Lopha semiplana</i> Sow.		m	0,16	0,100	0,1100	0,0036	1,600	0,003	0,019	0,00021	сл.	—	—
		<i>Lopha (Arctostrea)</i> sp.		m	0,13	0,190	0,0100	0,0029	0,090	сл.	0,036	0,00025	сл.	—	—
		<i>Lopha (Arctostrea)</i> sp.		m	0,20	0,100	0,0550	0,0044	0,120	0,003	0,028	0,00028	сл.	—	—
		<i>Liostrea incurva</i> Nilss.		m_1^3	0,18	0,080	0,0087	0,0055	0,036	—	0,022	0,00019	—	—	—
		<i>Liostrea incurva</i> Nilss.		m_1^3	0,18	0,066	0,0100	0,0040	0,050	—	0,023	0,00021	—	—	—
		Pectinidae	Pectinidae	<i>Chlamys cretosa</i> Deifr.		m_1^3	0,09	0,095	0,0260	0,0055	0,170	сл.	0,036	0,00028	—
<i>Chlamys cretosa</i> Deifr.				m_2^3	0,13	0,095	0,0250	0,0042	0,200	—	0,038	0,00036	—	—	—
<i>Chlamys pulchellus</i> Nilss.				m_2^3	0,18	0,120	0,0550	0,0046	0,500	0,003	0,040	0,00021	сл.	—	—
<i>Chlamys</i> sp.				ср ²	0,20	0,160	0,0110	0,0034	0,700	—	0,055	0,00036	сл.	—	—
<i>Synclonema splendens</i> Lah.				m_1^3	0,11	0,060	0,0033	0,0180	0,025	—	0,025	0,00023	—	—	—
<i>Synclonema splendens</i> Lah.				m_1^3	0,048	0,130	0,0270	0,0360	0,160	—	0,020	0,00021	—	—	—
<i>Synclonema splendens</i> Lah.				m_1^3	0,11	0,160	0,0170	0,0360	0,130	сл.	0,027	0,00021	—	—	—
<i>Aequipecten acuteplicatus</i> Alth.				m_2^3	0,08	0,190	0,0130	0,0020	0,380	сл.	0,027	0,00026	—	—	—
<i>Aequipecten acuteplicatus</i> Alth.				m_1^3	0,18	0,130	0,0270	0,0046	0,360	—	0,023	0,00028	—	—	—
<i>Neithaea</i> sp.				m_1^3	0,037	0,110	0,0230	0,0230	0,600	0,002	0,008	0,00028	—	—	—

BIVALVIA

в угольный электрод. Фотометрирование спектральных линий производили на микрофотометре МФ-2.

Основные результаты исследований. Проанализируем данные спектрального анализа 22 раковин кампанских и маастрихтских моллюсков (таблица).

Магний. Содержание магния колеблется от 0,048 до 0,60%. Наиболее высокое содержание зафиксировано в рако-

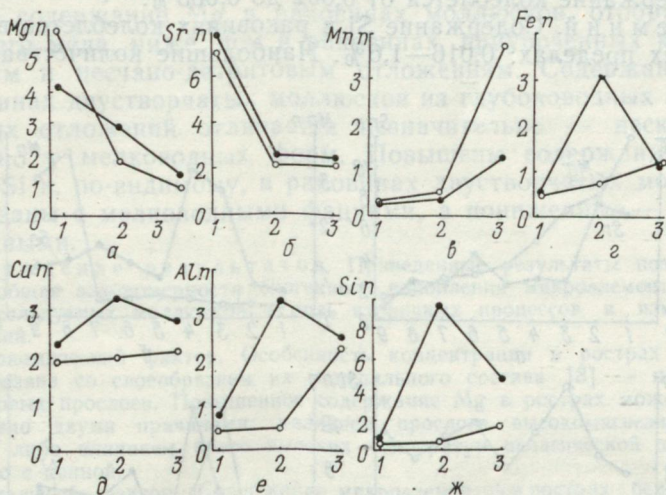


Рис. 1. Графики сравнительного содержания микроэлементов в скелетных образованиях позднекрейдовое моллюсков: 1 — *Belemnella*; 2 — *Belemnitella*; 3 — *Pycnodonta*; 4 — *Lopha*; 5 — *Liostrea*; 6 — *Chlamys*; 7 — *Aequipeecten*; 8 — *Syncyclonema*; 9 — *Neithaea*. Mg — н. $10^{-1}\%$; Sr — н. $10^{-2}\%$; Mn — н. $10^{-2}\%$; Fe — н. $10^{-1}\%$; Cu — н. $10^{-4}\%$; Si — н. $10^{-1}\%$; Al — н. $10^{-2}\%$.

винах *Belemnella sumensis* Jel. и *Lopha semiplana* Sow., а самые низкие — в раковинах пектинид *Neithaea* sp.

Стронций. Исследуемые остатки моллюсков содержат от 0,008 до 0,083% Sr. Наиболее высокие содержания Sr определены в рострах белемнитов *Belemnitella langei* Jel., а самые низкие — в раковинах пектинид *Neithaea* sp.

Железо. Содержание железа в раковинах и рострах моллюсков — от 0,057 до 0,1%, причем наибольшие значения отмечены в раковинах *Lopha semiplana*, а наименьшие — в рострах *Belemnella sumensis*.

Марганец. Содержание марганца колеблется от 0,002 до 0,030%. В наибольшем количестве он присутствует в раковинах *Neithaea* sp., а в наименьшем — в рострах белемнитов.

Алюминий. Содержание алюминия колеблется от 0,0033 до 0,055%. Наибольшее количество Al установлено в раковинах

Lopha (*Arctostrea*) sp. и *Chlamys pulchellus* Nilss., а наименьшее — в раковинах *Syncyclonema splendens* Lah.

М е д ь. Содержание меди в изученных раковинах колеблется от 0,00019 до 0,00040%, причем самое высокое ее значение обнаружено в раковинах *Lopha semiplana*, а самое низкое — в раковинах *Liostrea incurva* и рострах *Belemnella sumensis*.

Т и т а н. Установлен не во всех раковинах. Зафиксированное его содержание колеблется от 0,002 до 0,005%.

К р е м н и й. Содержание Si в раковинах колеблется в очень широких пределах: 0,016—1,6%. Наибольшие количества крем-

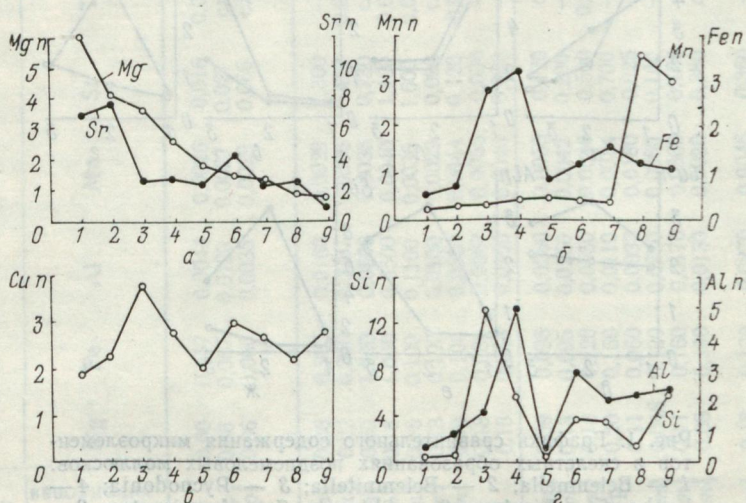


Рис. 2. Графики сравнительного содержания микроэлементов в скелетных образованиях моллюсков, приуроченных к различным фациям (○—○—фация пещего мела; ●—●—фация песчаных и детритовых осадков): 1 — *Belemnitellidae*; 2 — *Ostreidae*; 3 — *Pectinidae*.

ния обнаружены в раковинах устриц *Lopha semiplana* Sow., а наименьшее — в рострах *Belemnella sumensis* Jel.

Данные о распределении микроэлементов в скелетных остатках головоногих и двустворок сведены в таблицу. На ее основании определены таксономические концентрации элементов путем расчета среднего арифметического их содержания в различных родах (рис. 1). Анализ графиков показал следующее. 1. Содержание Mg и Sr плавно снижается от белемнителлид к пектинидам. 2. Содержание Mn увеличивается от белемнителлид к пектинидам. 3. Содержание остальных микроэлементов (Fe, Cu, Si, Al) не подвержено четкой закономерности. 4. Повышенным содержанием Fe, Cu, Al, Si и несколько пониженным содержанием Mn характеризуются *Rusnodonta* и *Lopha*, ото-

бренные из мелководных песчаных и детритовых отложений северной окраины Донбасса.

Чтобы установить влияние фациальной характеристики пород на таксономическую концентрацию микроэлементов, были построены графики (рис. 2), рассмотрение которых позволило сделать следующие выводы.

Содержание микроэлементов в рострах белемнитов в общем не зависит от фациальной характеристики вмещающих пород. Среднее содержание Mg в раковинах моллюсков, отобранных из писчего мела, ниже, чем в раковинах, приуроченных к мелководным и песчано-детритовым отложениям. Содержание Sr в раковинах двустворчатых моллюсков из мелководных и мелководных отложений отличается незначительно — несколько выше оно у мелководных форм. Повышены содержания Mn, Cu, Al, Si и, по-видимому, в раковинах двустворчатых моллюсков связаны с мелководными фациями, а пониженные — с мелководными.

Обсуждение результатов. Приведенные результаты позволяют оценить общие закономерности биогенного накопления микроэлементов в остатках исследуемых моллюсков и роль вторичных процессов в изменении содержания.

Таксономический фактор. Особенность концентрации в рострах белемнитов связана со своеобразием их минерального состава [8] — наличием арагонитовых прослоев. Повышенное содержание Mg в рострах может быть обусловлено двумя причинами: наличием прослоев высокомагнезиального кальцита либо влиянием более высоких температур пелагической зоны по сравнению с донной.

Фациальный фактор. Содержание микроэлементов в рострах белемнитов не зависит от типа вмещающих пород. Эти результаты достаточно хорошо согласуются с данными об условиях жизни белемноидей — типичных обитателей пелагиали. По-видимому, их существование в придонном слое было кратковременным и не оказало влияния на концентрацию элементов.

Особенности биогенного накопления микроэлементов двустворками, несомненно, зависят от донной среды. Поэтому содержание Fe, Mn, Al и Si, а также в незначительной степени и Sr выше у мелководных форм, захороненных в песчаных и детритовых отложениях. Обращает на себя внимание повышенное содержание Mn, Fe, Cu, Al и Si в раковинах пектинид из писчего мела по сравнению с острейдами. Вероятно, это обусловлено более подвижным (субпелагическим) образом жизни гребешков *Syncyclonema*.

Постседиментационный фактор. Вторичное перераспределение микроэлементов в системе раковина — осадок и раковина — порода привело к повышению содержания Al, Si, Fe и, вероятно, Cu в раковинах устриц, приуроченных к песчаным отложениям и некоторому выносу Sr.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонов О. А. Некоторые биогеохимические эффекты в карбонатных скелетах морских беспозвоночных и их значение в геохимии. — В кн.: Актуальные проблемы науки. Ростов н/Д, 1970, с. 28—30.
2. Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря. Сообщ. III. — «Тр. биогеохим. лаб. АН СССР», 1944, т. 6, с. 273.
3. Смыслов Г. А. К вопросу о химическом элементарном составе раковин современных и ископаемых четвертичных моллюсков Азово-Черноморского бассейна. — «Вестн. Харьк. ун-та. Сер. геол. и геогр.», 1975, вып. 6, с. 51—58.

4. Лапчинська Л. В., Логвиненко Г. М. Дослідження хімічного складу кампанських і маастріхтських устриць. — «Вісн. Харк. ун-ту. Сер. геол.», 1973, вип. 4, с. 50—53.
5. Суздальский О. В. Использование минеральных новообразований и элементарного состава раковин для восстановления палеогеографической обстановки формирования морских послепалеогеновых отложений Усть-Енисейской впадины. — В кн.: Четвертичный период Сибири. М., 1966, с. 468—473.
6. Султанов К. М., Исаев С. А. Палеобиогеохимическое исследование моллюсков верхнего плиоцена Восточного Азербайджана и современного Каспия. Баку, Азгосиздат, 1971. 137 с.
7. Leutwein F., Waskowiak R. Geochemische Untersuchungen an rezenten mariner Molluskenschalen. — «Neues Jahrb. Mineral. Abhandl.», 1962, Bd. 99, H. 1, S. 35—39.
8. Барсков И. С. Значение органической фазы скелета для его минералогии и распределения малых элементов. — «Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол.», 1974, № 5, с. 32—41.

УДК 551.491.5

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

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ПОТОКОВ

В последнее время большое внимание уделяется гидрогеологическим исследованиям источников водоснабжения городов, рабочих поселков, колхозов, совхозов, горнорудных предприятий и других объектов, а также обводненности месторождений полезных ископаемых. Однако изучение движения воды в трещиноватых породах до сих пор не является отдельной научной проблемой гидрогеологии, что осложняет составление точных прогнозов ожидаемого притока воды, особенно при вскрытии месторождений полезных ископаемых.

Изучение водоносности пластов путем организации специальных опытных узлов и при помощи откачек по ним требует значительных затрат времени и средств. Во многих случаях при большой глубине залегания водоносного пласта (в частности, при изучении артезианских вод) организация опытного узла особенно сложна и на практике не осуществляется. Кроме того, далеко не совершенные материалы по методике не систематизированы, что затрудняет их практическое использование.

Метод исследования водоносности трещиноватых пород с использованием одиночных выработок в целом не разработан. Трудность усугубляется тем, что в природе среда почти всегда неоднородна, поэтому все формулы, выведенные при условии однородного строения водоносного пласта, следует применять, учитывая возможность грубой ошибки при замене в расчетах неоднородной среды однородной. Наконец, подземные воды затрудняют строительство шахт и разработку месторождений полезных ископаемых. Если в пределах первых от поверхности 400 м изменение водообильности еще не очень заметно при детальном анализе и в этой зоне можно отметить некоторое уменьшение притока с глубиной, то с глубины 500 м и ниже оно становится отчетливым — общие водопритокки возрастают по параболической кривой с одновременным уменьшением удельного притока.

В верхней обводненной трещиноватой зоне песчано-глинистой толщи притоки в шахты определяются сработкой индивидуальных и статических запасов подземных вод. Притоки воды в шахты в этой зоне непостоянны и зависят от ряда причин. Так, сезонное увеличение притока в шахты наблюдается в период весенних разливов рек, особенно там, где породы карбона залегают под очень крутым углом падения (до 80°). Например, в шахте № 17, пройденной под долиной р. Белой, и в шахте «Никонор» — под долиной р. Лозовой в Донбассе притоки воды в шахты большую часть года составляют $180\text{—}216\text{ м}^3\cdot\text{ч}$, а во время весеннего разлива рек увеличиваются до $520\text{—}710\text{ м}^3\cdot\text{ч}$. За счет инфильтрации через галечниково-щебеневатые отложения, выполняющие поймы рек, поступают в трещиноватый «табачковый» песчаник, а из трещин последнего проникают в горные выработки шахт.

Поверхностные водотоки и водоемы, расположенные вблизи горных выработок, являются основными источниками пополнения шахтных вод. Высокая водообильность горных выработок в огромном большинстве случаев связана с фильтрацией или инфлюацией вод в горные выработки из открытых водотоков или водоемов.

Значительные сезонные изменения водопритоков наблюдаются в шахтах открытого Донбасса, где в период весеннего снеготаяния приток воды увеличивается в $1,5\text{—}2,0$ раза. Однако эти интенсивные, обусловленные инфильтрацией водопритоки кратковременны и их роль в общих годовых притоках шахты невелика. В нижней глубинной зоне карбона, где притоки в шахты определяются только сработкой статических запасов, водообильность относительно незначительная. Эпизодические прорывы шахтных вод из водоносных горизонтов в известняках и песчаниках карбона измеряются вначале сотнями кубических метров в час, а через $20\text{—}30$ дней уменьшаются до нормальных притоков.

При этом если значения инфильтрационных вод особенно велики только на отдельных локальных участках и носят в основном сезонный характер, то статические (невозобновляемые) запасы, заключенные в трещинах и порах пород, являются главным постоянно действующим источником пополнения шахтных вод. Статические запасы заключены прежде всего в верхней трещиноватой зоне карбона до глубины $300\text{—}400$ м. Ниже их объем значительно уменьшается.

Соотношение статических и инфильтрационных (динамических) ресурсов в пределах верхней трещиноватой зоны до глубины 400 м на один квадратный километр площади определяется по формуле

$$Q_{\text{ст}} = \frac{FHK_{\mu}}{t}, \quad (1)$$

где F — площадь, составляющая 1000 м^2 ; H — мощность верхней обводненной зоны, равная 400 м ; K — процент водосодержащих пород в толще карбона ($0,4$); μ — коэффициент водоотдачи, равный $0,01$; t — средняя продолжительность эксплуатации шахты (в годах).

После подстановки числовых данных получаем

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1000 \cdot 000 \cdot 400 \cdot 0,4 \cdot 0,01}{50} = 32000 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Модуль статических запасов $\mu = 1 \text{ л (с} \cdot \text{км}^2)$. Динамические запасы подземных вод вычисляем по формуле

$$Q_{\text{дин}} = 1000 \text{ т} a F, \quad (2)$$

где Q — количество просочившейся воды, $\text{м}^3/\text{год}$; t — количество осадков, выпавших за год (400 м); a — коэффициент инфильтрации ($0,2$) от слоя выпавших осадков; F — площадь, км^2 .

Подставляя эти величины в формулу (2), получаем $Q_{\text{дин}} = 1000 \cdot 400 \cdot 0,02 \cdot 1 = 8000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Модуль динамических запасов равен $0,25 \text{ л (с} \cdot \text{км}^2)$, что соответствует среднегодовому модулю грунтового стока, приведенному Б. И. Куделиным для северо-западной окраины Большого Донбасса. Следовательно, в верхней трещиноватой, наиболее водообильной зоне модуль статических запасов, а соответственно и запасы в четыре раза больше динамических.

Если учесть также водоотлив из нижней зоны, который полностью определяется статическими запасами, то удельный дебит статических запасов в общем шахтном водоотливе возрастает.

Приведенные расчеты показывают, что в шахтных водах статические запасы значительно выше динамических. Поэтому на данной стадии проектирования правильнее не расчленять шахтный водоотлив, а полностью включать его в приходную часть хозяйственного баланса, имея в виду, что такое решение принято с запасом.

Этим методом можно и должно пользоваться в условиях, когда для сравнения накоплены обширные данные.

Определить приток из трещиноватых и особенно из закарстованных пород с помощью экспериментальных работ и методом расчета практически невозможно, так как основной элемент для расчета — сечение потока — нельзя установить математически, как невозможно его точно определить и при помощи разведочных работ. Поэтому для оценки обводненности месторождений данного типа особенно ценными являются фактические данные по действующим шахтам.

Приток, определенный расчетом, тем ближе к действительному, чем детальнее учтены все природные и искусственные условия, которые могут влиять на обводнение горных выработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щеголев Д. И. Рудничные воды. М., Углетехиздат, 1948, с. 103—104.
2. Сыроватко М. В. О применении аналитического метода в горном деле. — «Горн. журн.», 1952, № 4, с. 95—107.
3. Хантуш М. С. Анализ опытных откачек из скважин в водоносных горизонтах с перетеканием. — В кн.: Вопросы гидрогеологических расчетов. М., «Мир», 1964, с. 50—85.
4. Ромм Е. С. Фильтрационные свойства трещиноватых горных пород. М., «Недра», 1966, с. 47—54.
5. Шестаков В. М. Динамика подземных вод. Изд-во МГУ, 1973, с. 52—93.

УДК 638.394/333.94

ПАСЮГА Н. П., ЗАДНЕПРОВСКИЙ В. В.

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БАССЕЙНЕ СЕВЕРСКОГО ДОНЦА

В настоящее время целесообразность комплексного и бассейнового принципов охраны вод является общепризнанной. Эти принципы заключаются в последовательном осуществлении оптимальных сочетаний разноплановых водоохранных мероприятий в пределах всего речного бассейна для удовлетворения требований всех целесообразных видов водопользования к состоянию вод и обеспечения минимально необходимых расходов рек как разумного требования охраны водной компоненты природы. Под целесообразными видами водопользования мы понимаем те виды, функционирование которых в настоящее время и перспективе оправдано исходя из общегосударственных социально-экономических интересов. Согласно П. Д. Гатилло и И. М. Филипповичу «минимально необходимый расход реки соответствует ее бытовому расходу заданной обеспеченности, поддерживающему необходимое состояние водного благоустройства ландшафта, качество и глубину воды, минимально необходимые для устойчивой жизнедеятельности водной фауны, скорости течения, не допускающие заиления и зарастания, а также режим горизонтов воды, препятствующий недопустимому понижению уровня грунтовых вод на смежных земельных угодьях» [2].

Опыта создания бассейновых водоохранных комплексов для относительно крупных и хозяйственно освоенных речных систем в нашей стране пока нет. Ожидается внедрение на наиболее загруженном участке Северского Донца (г. Славянск — с. Светличное, 100 км) первой в стране автоматизированной системы управления качеством воды, которая позволит координировать режим работы (опорожнение) существующих накопителей сточных вод пяти химических предприятий, сообразуясь с изменяющейся ассимилирующей способностью реки, для непрерывного обеспечения расчетных показателей качества воды на этом участке и нормативных показателей в створе водозабора из реки у с. Светличное [3]. Данная система, создаваемая по проекту ВНИИВО, не только не заменяет, но и предполагает существование водоохранного комплекса, для оптимизации которого она и предназначается. Планомерное внедрение и в будущем распространение на весь речной бассейн такого управляемого оптимального водоохранного комплекса позволило бы получить максимальный водоохраный эффект при наименьших приведенных затратах.

Состав и территориальная организация бассейнового водоохранного комплекса зависят от требований (нередко противоречивых) целесообразных видов водопользования и охраны вод как природного компонента в различных местах речной системы. Поэтому необходимо предварительное определение функций ее отдельных участков в ландшафтном и хозяйственном аспектах, то есть выполнение комплексного природно-хозяйственного районирования речного бассейна. Для каждого из выделенных районов затем можно подобрать взаимосвязанные комплексы водоохраных мероприятий.

Целесообразными видами водопользования в бассейне Северского Донца на современном этапе и в обозримой перспективе представляются коммунальное и промышленное водоснабжение, пригородное сельскохозяйственное орошение, рекреации, рыбное хозяйство в прудах и водохранилищах и водный транспорт в нижнем течении реки. Особые виды водопользования — неорошаемое земледелие, а также сброс сточных вод, который нельзя отнести ни к целесообразному, ни к перспективному водопользованию. Тем не менее его надо учитывать, поскольку для ассимиляции и отведения остаточных загрязняющих воду примесей требуются большие расходы речного стока, что и является основной причиной существующих водоохраных проблем в бассейне.

По мнению специалистов [1], в перспективе объем сточных вод по стране, в том числе и в бассейне Северского Донца, будет возрастать, несмотря на большой прогресс в области очистки и утилизации сточных вод. Одновременно ожидается повышение загрязняющей роли поверхностного стока с урбанизированных и сельскохозяйственных территорий, последствий евтрофирования водоемов, атмосферного и других труднорегулируемых источников загрязнения вод.

За исключением неорошаемого земледелия, все названные целесообразные виды водопользования нуждаются в устойчивом (в летнее время — повышенном) и качественном речном стоке. Предварительные расчеты водохозяйственного баланса для бассейна Северского Донца в целом показали, что безвозвратное изъятие речного стока и сброс сточных вод в последние годы соответственно в 2 и 2,5 раза превышают меженные расходы реки в замыкающем створе. Столь высокое безвозвратное водопотребление обеспечивается благодаря многолетнему регулированию стока Северского Донца и Оскола Печенежским и Краснооскольским водохранилищами и его многократному использованию. При этом «повторно» речной сток в среднем течении Северского Донца используется лишь непригодными для орошения промышленными производствами и частично идет на орошение, поскольку вода реки на этом участке чрезмерно загрязнена и засолена. Коммунальное водоснабжение, отвеча-

ющее высоким требованиям, здесь практически отсутствует, а рекреационное использование реки ограничено.

В среднем течении Северского Донца не соблюдаются и природоохранные мероприятия, касающиеся качества воды (угнетена высшая водная фауна, деградируют речные экосистемы) и расходов речного стока. На участке от г. Славянска до устья Айдара нарушаются минимально необходимые расходы речного стока, особенно остро необходимые ежегодные санитарные попуски через плотины водохранилищ в период весеннего половодья с временным затоплением поймы для заполнения водой больших депрессионных воронок. Последние образуются в результате интенсивного отбора подземных вод из водоносных горизонтов уникального Придонецкого месторождения подземных вод, гидравлически связанных с речным стоком. Осуществляемые весенние попуски недостаточны для затопления поймы, вследствие чего в летний период наблюдается инфильтрация речных и грунтовых вод в депрессионные воронки водоносных горизонтов и чрезмерное снижение их уровня, вызывающее усыхание некоторых пород деревьев в государственной водоохранной полосе Белгород — Дон, произрастающих в пределах пойменной террасы. Маловодье последних лет и некоторые проектные просчеты по Краснооскольскому водохранилищу приводят к его недонаполнению до проектных отметок и вынужденному чрезмерному забору транзитного стока Северского Донца в канал Северский Донец — Донбасс. Пониженные расходы попусков речного стока через Райгородскую водоподъемную плотину в эти годы были причиной падения меженного стока Северского Донца в створе Лисичанского водопоста до 7—8 м³/с, что меньше расхода сточных вод, поступающих в реку от Лисичанско-Рубежанско-Северодонецкого промузла.

Следует отметить, что за исключением этого промузла и некоторых менее значительных источников, основная масса загрязняющих воду примесей поступает в Северский Донец непосредственно, а по притокам; по ним же приносятся остаточные минеральные удобрения и ядохимикаты с сельскохозяйственных угодий водосбора. По некоторым притокам удельный вес сточных вод в их меженном расходе доминирует (Уды — 75%, Казенный Торец — 85%, Лугань — 60%), вследствие чего самоочистительные процессы в них подавлены и происходит лишь частичное осаждение отдельных примесей на дно русел.

В условиях бассейна Северского Донца целесообразны и перспективны следующие водоохранные мероприятия. Дальнейшее развитие систем по очистке и утилизации сточных вод и технологических отходов, а также поверхностного стока с урбанизированных территорий, обводнение рек за счет регулирования их стока и перебросок воды из других бассейнов, организация водоохраных зон и искусственное пополнение подземных вод основных эксплуатируемых месторождений

в долинах рек за счет паводочного стока, широкое проведение агролесомелиоративных мероприятий на пахотных угодьях водосборов как радикального средства предупреждения эрозии почв и выноса ее продуктов, остаточных минеральных удобрений и ядохимикатов в русловую сеть, повсеместное облесение прирусловых и приовражно-балочных полос и конусов выноса овражно-балочной сети, а также ремонт и реконструкция государственной водоохранной лесополосы Белгород — Дон.

Существенную помощь в оптимизации планирования, проектирования, а затем и эксплуатации такой поэтапно создаваемой, многоплановой и сложной природно-хозяйственной системы, какой является бассейновый водоохраный комплекс, может оказать предварительное составление современных и прогнозных структурно-территориальных схем водохозяйственных балансов на наиболее ответственные периоды гидрологического режима и водопользования, учитывающих расположение и все параметры потребностей целесообразных видов водопользования, а также требования по обеспечению минимально необходимых расходов рек бассейна в природоохранных целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородавченко И. И., Лозанский В. Р. Актуальные вопросы охраны водных ресурсов страны. — В кн.: Проблемы охраны вод. Вып. 1. Харьков, 1972, с. 5—14.
2. Гатилло П. Д., Филиппович И. М. Вопросы определения минимально необходимых расходов рек. — В кн.: Проблемы использования водных ресурсов. Минск, 1971, с. 21—36.
3. Лозанский В. Р., Белогуров В. П. Автоматизированные системы управления водоохранными комплексами. — «Гидротехника и мелиорация», 1976, № 4, с. 97—102.

УДК 628.39(477.62)

В. П. ДВОРОВЕНКО

ПОДЗЕМНЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ Г. СЛАВЯНСКА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ

Территория г. Славянска расположена в прирусловой части р. Казенного Торца. В пределах этой территории развиты в основном пермские и аллювиальные отложения.

Пермь представлена нижним отделом — славянской свитой и верхним отделом — дроновской свитой [4]. Славянская свита имеет общую мощность от 115 до 520 м. Сложена она чередующимися пластами каменной соли, ангидрита, в меньшей мере гипса, доломита, известняков и глинистых пород. Процентное содержание различных литологических групп в свите характеризуется так: каменной соли — 41%, ангидрита — 34%, глинистых пород — 12%. Как видно, содержание каменной соли в свите преобладает, мощность ее в свите колеблется

от 0,8 до 53 м. Пласты соли местами загрязнены ангидритами и аргиллитами. Гипс обычно встречается в верхних горизонтах разреза, являясь продуктом гидратации ангидрита. Мощность гипсовых прослоев — от 0,2 до 33 м.

Дроновская свита по литологическим признакам разделяется на нижнюю песчано-глинистую и верхнюю песчано-конгломератную толщу. Каждая из них характеризуется своими гидрогеологическими особенностями. Нижняя песчано-глинистая толща представлена в основном алевролитами, аргиллитами и в значительно меньшей степени — мелкозернистыми песчаниками и конгломератами. Аргиллитов и алевролитов содержится значительно меньше.

В гидрогеологическом отношении территория г. Славянска характеризуется наличием двух водоносных горизонтов: нижнего, приуроченного к пермским отложениям, и верхнего, приуроченного к четвертичным отложениям.

В славянской свите подземные воды приурочены к зоне выщелачивания пластов каменной соли, гипсов, ангидритов и доломитов [3]. Породы в зоне выщелачивания сильно трещиноваты, закарстованы, благодаря чему к ним и приурочен обильный горизонт трещинно-карстовых вод с высокой минерализацией [4]. Ниже зоны выщелачивания породы менее трещиноваты и практически безводны. Формирование подземных вод карстовой зоны происходит за счет атмосферных осадков и поверхностных вод. На возвышенной части славянского купола, где процессы выщелачивания прошли ранее и пласты каменной соли отсутствуют, коренные породы хорошо промыты и обнажены. Эти породы поглощают значительную часть атмосферных осадков и воды поверхностных водотоков. По трещинам в породах славянской свиты вода движется в виде подземного потока к долине р. Казенный Торец, выщелачивая на своем пути пласты каменной соли, гипса и ангидрита. Разгрузка подземных вод славянской свиты происходит в речной аллювий через толщу пород дроновской свиты.

Интенсивная циркуляция воды в хорошо растворимых породах соленосной толщи обуславливает наличие широких полос выщелачивания и образование рассольных горизонтов. Большое количество трещин, образовавшихся за счет осевших над выщелачиваемыми пластами, создало хорошую взаимосвязь подземных вод в зоне интенсивного водообмена.

Каменная соль в пределах территории города подвергается выщелачиванию. Большой рассолозабор до 1961 г. активизировал развитие как соляного, так и гипсового карса, вызвав провалы и провалы поверхности в г. Славянске. Образовавшиеся камеры выщелачивания заполнены рассолом или «рыхлой брекчий выщелачивания», а иногда и тем и другим.

Воды высокоминерализованные, хлоридно-натриевого типа. Минерализация их достигает от 116 до 330 г/л.

Водосодержащими породами дроновской свиты являются в основном песчаники и конгломераты. Максимальная трещиноватость песчаников и других пород наблюдается в зоне интенсивного выветривания. Водоносный горизонт в пределах славянского купола обладает свободной поверхностью, а в долине р. Казенного Торца с погружением под аргиллиты и алевролиты дроновской свиты водоносный горизонт становится напорным.

Водоносные горизонты славянской и дроновской свит гидравлически связаны и представляют собой единый водоносный комплекс. Воды этого комплекса выходят на дневную поверхность в районе г. Славянска по трещинам, образовавшимся в результате просадок и подземных обрушений.

Самый верхний водоносный горизонт приурочен к аллювиальным пескам долины р. Казенного Торца. Обычно воды аллювиальных отложений слабонапорные и взаимосвязаны с водами пермских отложений.

Такая взаимосвязь поверхностных и подземных вод обусловила и своеобразный их режим. Изучение режима в пределах территории г. Славянска началось после прекращения рассолодобычи [5].

В процессе наблюдения было установлено, что после прекращения добычи рассола уровень рассольных вод в пределах старых рассолопромыслов начал быстро повышаться — некоторым скважинам за два года на 2 м. В дальнейшем, начиная с 1964 г. повышение уровней в скважинах несколько замедлилось и к 1972 г. составляло 0,3—0,4 м в год. В связи с подъемом уровней количество самоизливающихся скважин с каждым годом увеличивается.

В течение года максимальные уровни воды по рассольному бассейну приходится на май месяц, а минимальные — на октябрь и январь. Амплитуда колебаний уровней находится в пределах 0,3—0,8 м. Подъем и спады уровней рассолов отстают от аналогичных колебаний уровней по аллювиальному водоносному горизонту на один-два месяца.

Минерализация рассольных вод перми колеблется в пределах 40—150 г/л и в среднем составляет 100 г/л. Наблюдениями установлено, что после прекращения работы рассолопромысла минерализация рассольных вод непрерывно возрастает, с 1961 по 1972 г. по большинству скважин она увеличилась в два-три раза.

Самые концентрированные рассолы приурочены к южному борту рассольного бассейна, они образуют полосу шириной около 1 км, вытянутую с запада на восток. В пределах этой полосы происходит интенсивное выщелачивание пластов каменной соли. Севернее и северо-западнее этой полосы минерализация незначительная и воды преимущественно сульфатно-гидрокарбонатного типа.

Режим грунтовых вод аллювиальных отложений зависит от режима вод р. Казенного Торца. Кривая колебания грунтовых вод вблизи реки аналогична кривой колебания уровня реки и повторяет ее более сглаженно по мере удаления от русла.

По всем скважинам, расположенным в пределах 1 км от русла реки, положение среднегодовых уровней в многолетнем разрезе почти не изменилось, в то время как по скважинам, которые находятся на территории карстующего массива, отмечается их повышение.

С прекращением добычи рассола минерализация аллювиальных вод резко возросла. Это говорит о том, что между пермскими высокоминерализованными и аллювиальными водами существует гидравлическая связь. Грунтовые воды разгружаются по левому берегу в р. Казенный Торец, повышая минерализацию ее воды.

Кроме грунтовых вод на минерализацию р. Казенного Торца сильно влияет накопитель дистиллярной жидкости ПО Химпром.

Накопитель представляет собой участок поймы площадью 110 га, ограниченный дамбой из насыпных пород в основном из суглинков и супеси. Накопитель начал функционировать с 1948 г. С тех пор он несколько раз реконструировался. В основном реконструкция сводилась к наращиванию высоты дамбы. Основным недостатком накопителя является отсутствие противofильтрационного экрана.

В течение года около 1 млн. м³ дистиллярной жидкости фильтруется в дно и борта дамбы накопителя. Эта жидкость, попадая в аллювиальные отложения, слагающие участок между накопителем и рекой, резко изменяет минерализацию грунтовых вод и вместе с ними разгружается в реку [1]. Опорожнение накопителя производится в период паводка р. Казенного Торца и зависит от объема последнего. В среднем за последние 10 лет в реку сбрасывалось 0,8—1 млн. м³ дистиллярной жидкости. Дистиллярная жидкость характеризуется высоким содержанием хлоридов (119,28 г/л), сульфатов (0,872 г/л), кальция (45,1 г/л) и натрия (27,6 г/л). За последние годы на пути фильтрационного потока дистиллярной жидкости устроена дренажная канава, назначение которой — частично перехватывать фильтрующуюся жидкость и сбрасывать ее в р. Казенный Торец.

Большое влияние на режим подземных вод и р. Казенный Торец оказывает наличие в пределах территории города озер и стоков промышленных предприятий. Самыми крупными озерами являются озеро Рапное, расположенное возле Славянского курорта, и озеро Вейсово.

Озеро Рапное имеет площадь водной поверхности 14,3 га, средняя глубина воды 2,7 м. В течение года уровень колеблется в пределах 5—20 см. По химическому составу воды хлоридно-

натриевого типа. Минерализация в течение года изменяется от 5 до 20 г/л.

Озеро Вейсово по площади в два раза меньше озера Рапного — 7,6 га. Глубина его такая же, как и Рапного, — 2,7 м. Амплитуда колебания уровня в течение года — 5—20 см. Вода хлоридно-натриевого типа с минерализацией 5—20 г/л.

Идентичность в содержании солей в воде, а также в колебании уровня говорит о том, что эти озера имеют гидравлическую связь и один подземный источник питания.

Из всех имеющихся поверхностных водоемов в пределах территории г. Славянска наибольшее изменение химического состава отмечено в водах р. Казенный Торец. Оно происходит за счет разгрузки рассольных пермских вод и поступающей в реку дистиллярной жидкости, а также недостаточно очищенных промышленных сточных вод.

В районе старого рассолопромысла в р. Казенный Торец впадает р. Калантаевка. Река Калантаевка, пересекая район старых рассолопромыслов, дренирует высокоминерализованные пермские воды. Берет начало река из оз. Слепного, вода в котором также высокоминерализована. Химический состав воды р. Калантаевка характеризуется высоким содержанием хлоридов и сульфатов. Сухой остаток в этом створе колеблется от 25 до 59,9 г/л. Река Калантаевка резко увеличивает содержание хлоридов в р. Казенный Торец.

Ниже устья р. Калантаевки значительное влияние на химический состав воды в р. Казенный Торец оказывает накопитель дистиллярной жидкости. Ниже накопителя минерализация воды в р. Казенный Торец колеблется от 2,8 до 3,5 г/л. Увеличение минерализации в этом створе происходит в основном за счет хлоридов и сульфатов.

Наличие соленых озер, выходы рассольных пермских вод в аллювиальные отложения, а также самоизлив по некоторым скважинам старых рассольных промыслов привело к засолению грунтов обширной городской территории. Растительность в пределах этой территории имеет угнетенное состояние, а на большей части и совсем отсутствует.

Такое положение придает этой части города весьма неприглядный и неблагоустроенный вид. Усугубляет положение отсутствие водоемов с чистой водой. Очевидно, для территории г. Славянска необходимо проведение специальных мероприятий.

Сбросы промышленных стоков в р. Казенный Торец должны производиться только после их полной очистки. Следует обратить особое внимание на очистные сооружения горканыализации, которые по пропускной способности и качеству очистки не удовлетворяют настоящим требованиям.

За счет фильтрации жидкости из накопителя происходит загрязнение воды р. Казенного Торца. Для уменьшения этого

влияния следовало бы разработать противofильтрационные мероприятия [2].

Для благоустройства территории г. Славянска необходимо возобновить откачку рассольных вод из старых рассолопромыслов с понижением уровня пермских вод ниже подошвы аллювиальных отложений. Откачиваемые воды можно закачивать на новых рассолопромыслах в районе с. Райгородка с целью их добогачения и использования в дальнейшем по назначению.

Поскольку территория г. Славянска сильно засоленена пермскими рассольными водами и дистиллярной жидкостью и промывка пород связана с длительным процессом рассоления, целесообразно суглинистые вскрышные породы мелового карьера у с. Райгородок завозить на территорию г. Славянска с целью ее поднятия, засыпки всех неровностей и заболоченных мест. Выполнение этих мероприятий даст возможность в кратчайший срок благоустроить городскую территорию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власовский А. Н., Кальский Е. М. Изучение движения и разгрузки загрязненных подземных вод. — В кн.: Охрана подземных вод УССР от загрязнения и истощения. Вып. 2. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 9—11.
2. Пашков Д. Н. Создание противofильтрационных экранов для охраны подземных вод от истощения и загрязнения. — В кн.: Охрана подземных вод УССР от загрязнения и истощения. Вып. 3. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 43—46.
3. Подорванов Н. С. К вопросу о водоносности S_1 и S_2 славянской свиты, залегающих ниже зоны выщелачивания. — В кн.: 2-я Геологическая конференция, «Степановские чтения», 1968, с. 151—153.
4. Подорванов Н. С., Савченко Е. А. Природа карстовых процессов в галогенных осадках донецкой перми на примере Бахмутской котловины. — «Труды совещ. по вопросам комплексного изучения режима поверхностных и подземных вод в карстовых районах». Л., Гидрометеиздат. 1969, с. 80—83.
5. Рудаков В. К., Ковалева Н. Е., Рейдерман М. И. Оценка факторов, вызывающих повышение уровня и загрязнение грунтовых вод территории г. Славянска и их устранение. — В кн.: Охрана подземных вод УССР от загрязнения и истощения. Вып. 2. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 64—68.

УДК 551.491.56

К. А. НЕМЕЦ, Ф. В. ЧОМКО

О ВЛИЯНИИ ЗАКОНОМЕРНОЙ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПЛАСТА НА ВЕЛИЧИНУ УДЕЛЬНОГО ДЕБИТА

Удельный дебит гидрогеологических скважин является одной из основных характеристик их производительности и водообильности водоносного горизонта. При соблюдении условий совершенства скважин по характеру и степени вскрытия пласта этот параметр может служить относительной [1] или приближенной абсолютной [7] оценкой водопроницаемости водоносного горизонта. Особенно удобно применять удельный дебит в качестве оценки

коэффициента водопроницаемости трещиноватых и закарстованных пород, для которых количественное определение мощности и проницаемости обводненных зон связано со значительными трудностями.

Известно, что для напорных вод теоретическая зависимость дебита скважины от понижения динамического уровня имеет линейный характер. Удельный дебит совершенной артезианской скважины определяется из соотношения

$$q = \frac{Q}{S}, \quad (1)$$

где q — удельный дебит; Q — дебит скважины; S — понижение динамического уровня.

Однако в реальной обстановке, особенно при больших понижениях, наблюдаются отклонения от этой зависимости. Они вызваны ростом входного сопротивления фильтра при увеличении скорости движения подземных вод и наличием перепада напора в стволе скважины.

Для грунтовых вод зависимость дебита от понижения динамического уровня имеет параболический характер, так как с увеличением глубины динамического уровня уменьшается мощность водоносного горизонта в прифильтровой зоне и сокращается смоченная часть рабочей длины фильтра. В этом случае удельный дебит рассчитывается по формуле:

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

где H — первоначальная мощность водоносного горизонта, остальные обозначения прежние.

Аналогична зависимость дебита от понижения динамического уровня и при откачке из совершенной скважины в напорно-безнапорных условиях.

Таким образом, в безнапорных, напорно-безнапорных и частично в напорных условиях величина удельного дебита является функцией понижения динамического уровня S и мощности водоносного горизонта H . Поэтому она не может служить строгой однозначной характеристикой обводненности пород. Однако при большой мощности водоносного горизонта и сравнительно небольшом понижении динамического уровня ($S \leq 0,2H$) с достаточной для практических целей точностью и при любом гидродинамическом режиме удельный дебит можно определять по формуле (1).

Описанные выше зависимости справедливы для водоносных горизонтов с однородными или однородно-анизотропными в разрезе фильтрационными свойствами. Между тем при решении разнообразных народнохозяйственных задач нередко встречаются пласты-коллекторы с закономерным изменением проницаемости в разрезе. Это связано либо с особенностями диффе-

ренциации осадочного материала по гранулометрическому составу (например, в толще аллювиальных образований достаточно крупных водотоков), либо с особенностями развития трещиноватости в скальных и полускальных породах (верхнемеловой водоносный горизонт в восточной части Днепровско-Донецкой впадины, где он приурочен к зоне гипергенной трещиноватости позднемеловых мело-мергельных отложений). Для них, как и для большинства других пород с жесткими связями, в зоне разгрузки и выветривания характерно закономерное уменьшение интенсивности трещиноватости (а следовательно, и проницаемости) с глубиной. Кроме этого, как правило, в приповерхностной зоне наблюдается уменьшение проницаемости, связанное с кольматацией трещин продуктами выветривания. В результате совместного действия процессов разгрузки, выветривания и кольматации фильтрационные свойства пород в разрезе изменяются по сложному закону [5, 6, 8], который может быть описан уравнением

$$K = \exp(\ln h - ah + b), \quad (3)$$

где K — коэффициент фильтрации; h — глубина исследуемой точки от кровли пласта; a и b — безразмерные коэффициенты уравнения.

В том случае, когда процесс кольматации протекает недостаточно интенсивно, что характерно для трещиноватых изверженных пород в долинах водотоков [8], где происходит разгрузка подземных вод и трещины активно промываются, изменение фильтрационных свойств водовмещающих пород с глубиной может быть описано следующей экспоненциальной зависимостью:

$$K = \exp(-a \ln h + b). \quad (4)$$

При работе скважины в безнапорных или напорно-безнапорных условиях с закономерным изменением проницаемости пласта с глубиной увеличение понижения динамического уровня приводит к последовательному осушению интервалов пород с различными фильтрационными свойствами. Вследствие этого зависимость дебита и удельного дебита от понижения динамического уровня искажается. Несмотря на практическую ценность, в литературе этот вопрос почти не освещен.

Для выяснения существенности указанных искажений была решена серия профильных задач на сеточном электроинтеграторе БУСЭ-70. По общеизвестной методике [2, 4] моделировался приток подземных вод к совершенной скважине в различных гидродинамических условиях без учета инфильтрации. Изменение проницаемости пласта в разрезе задавалось на сеточной модели по зависимостям (3) и (4), а также по линейному закону

$$K = ah + b. \quad (5)$$

Таким образом, всего исследовали три типа закономерной неоднородности пласта (рис. 1).

В процессе эксперимента на сеточной модели измеряли силу тока, пропорциональную расходу радиально-сходящегося потока при соответствующем понижении динамического уровня в моделируемой скважине. По этим данным были построены графики $Q=f(S)$, рассчитаны удельные дебиты по формулам (1) и (2) и проанализированы зависимости $q=f(S)$. Для сравнения

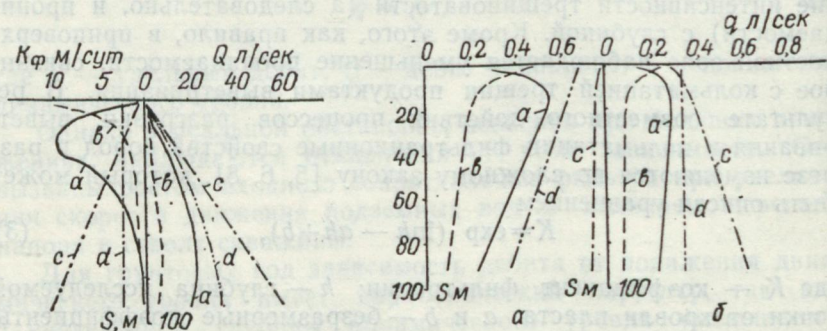


Рис. 1. Графики $Q=f(S)$ и кривые изменения проницаемости пласта в разрезе по зависимостям вида: $a - K = \exp(\ln h - ah + b)$; $b - K = \exp(-a \ln h + b)$; $c - K = ah + b$; $d - K = C = \text{const}$.

Рис. 2. Графики $q=f(S)$. Удельные дебиты рассчитаны по формулам:

$$a - q = \frac{Q}{S}; \quad b - q = \frac{Q}{(2H-S)S}$$

расчетным путем были найдены аналогичные показатели для фильтрационно однородного пласта. Из полученных зависимостей наибольший интерес представляют графики, характеризующие работу скважины в безнапорных условиях (рис. 1, 2). Их анализ позволяет сделать следующие выводы.

1. Наибольшие изменения удельного дебита в зависимости от величины понижения динамического уровня характерны для кривых a и b (соответственно зависимости (3) и (4)) при понижениях до 15 м (15% мощности пласта). Это вызвано несоответствием изменений K_{Φ} и S . По кривой a в этом интервале проницаемость резко возрастает, что вызывает увеличение удельного дебита. По кривой b значение K_{Φ} резко уменьшается и удельный дебит соответственно падает. При больших понижениях ($S > 15$ м) проницаемость по этим кривым уменьшается, но с меньшей интенсивностью и графики $q=f(S)$ приближаются к прямой. Различия в интенсивности изменения K_{Φ} четко отражаются на графиках $q=f(S)$: по кривой a проницаемость уменьшается быстрее, чему соответствует больший угол наклона графика $q=f(S)$ к оси ординат. Кривая c (изменение проницаемости по линейному закону) во всем исследуемом интер-

вале достаточно точно аппроксимируется прямой. При расчете q по формуле (1) угол наклона ее к оси ординат значительно меньше угла наклона прямой d , соответствующей графику $q=f(S)$ для однородного пласта.

2. Для грунтовых вод рассчитывать удельный дебит по формуле (2) следует в условиях фильтрационной однородности пласта или уменьшения его проницаемости вниз по разрезу. При этом в интервале $0 < S < 0,15H$ возможно занижение значения q для закона изменения проницаемости (3) завышение — для зависимости (4). В условиях увеличения проницаемости пласта вниз по разрезу для определения q используют формулу (1), поскольку эффективность оценки водопроницаемости и обводненности пласта по величине удельного дебита возрастает при уменьшении угла наклона графика $q=f(S)$ к оси ординат.

3. Для напорных вод зависимость удельного дебита от закономерной фильтрационной неоднородности пласта не установлена. В этих условиях обеспечивается получение интегральной оценки водообильности, не зависящей от особенностей развития фильтрационных свойств.

4. Анализируемые зависимости получены экспериментальным путем по методу электромоделирования, когда законы изменения проницаемости пласта в разрезе задавались в «чистом», теоретическом виде. В реальных условиях действие различных факторов придает им статистический характер, вследствие чего в каждом частном случае неизбежны их искажения. Поэтому полученные зависимости удельного дебита от закономерной фильтрационной неоднородности пласта являются предварительными предпосылками дальнейших исследований этого вопроса. Они могут приобрести практическую ценность лишь при подтверждении результатами полевых опытных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский Б. В., Самсонов Б. Г., Язвин Л. С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М., «Недра», 1973. 304 с.
2. Жернов И. Е., Шестаков В. М. Моделирование фильтрации подземных вод. М., «Недра», 1971. 224 с.
3. Жернов И. Е., Павловец И. Н. Моделирование фильтрационных процессов. Киев, «Вища школа», 1976. 192 с.
4. Лукнер Л., Шестаков В. М. Моделирование геофильтрации. М., «Недра», 1976. 407 с.
5. 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. Лебедеванская, Л. З. Леви, Г. Н. Кашковский, Б. В. Боровский, И. И. Плотников.
6. Рац М. В. Неоднородность горных пород и их физических свойств. М., «Наука», 1968. 108 с.
7. Тененбаум Л. Я., Гринбаум И. И. Упрощенный метод расчета водопроницаемости и коэффициента фильтрации пород на основе единич-

ного удельного дебита откачек. — «Разведка и охрана недр», 1965, № 2, с. 17—19.

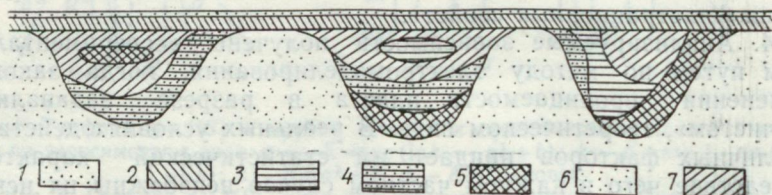
8. Чернышов С. Н. О водопроницаемости трещиноватых пород в зоне разгрузки и выветривания. — «Бюл. МОИП. Сер. геол.», 1965, № 4, с. 48—49.

УДК 624.131.4(477.54)

Г. Г. ВЕЛИКИЙ, канд. геол.-минерал. наук

ВЛИЯНИЕ ПОГРЕБЕННЫХ ОПОЛЗНЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

На Южной железной дороге имеется ряд железнодорожных участков пути, где земляное полотно устроено на склонах речных долин и балок с погребенными оползнями, вследствие чего на этих участках длительное время имеют место деформации



Схематический геологический разрез вдоль железной дороги с погребенными оползнями: 1 — балластный слой; 2 — насыпь; 3 — бурые глины; 4 — красно-бурые глины; 5 — пестрые глины; 6 — полтавские пески; 7 — лессовидные суглинки.

земляного полотна. Причины таких деформаций долгое время не были выяснены, так как погребенные оползни в рельефе не выражены и у них отсутствует самый главный морфологический признак — циркообразное углубление на склоне.

Особенно интенсивное развитие деформаций наблюдалось на участках пути, проложенных на склонах балок или речных долин, где железная дорога проходит по водоразделу двух бассейнов рек: Берестовой и Мож. Река Берестовая, впадающая в р. Орель, относится к бассейну Днепра, а р. Мож, впадающая в р. Сев. Донец, — к бассейну Дона. У с. Новая Водолага протекает небольшая р. Водолажка, впадающая с правой стороны в р. Мож. Для устройства железнодорожного пути в этом месте был использован правый склон балки Лубяной левого притока р. Водолажки. Вершина балки Лубяной почти сходится на водоразделе с глубокой балкой бассейна р. Берестовеньки.

Железнодорожный путь по склону балки Лубяной проходит в начале склона насыпями, а в тех местах, где имеются высту-

пы склона, — выемками. В тех местах, где на склоне возведены насыпи, наблюдаются деформации земляного полотна.

В геологическом строении склона балки Лубяной принимают участие следующие породы (рисунок). В подошве склона выходят на дневную поверхность мелко-зернистые пески полтавской серии, видимая их мощность 5,0—7,0 м. Полтавские пески перекрыты пестрыми глинами нижнеплиоценового возраста. Эти глины, лежащие на границе между белыми кварцевыми песками и красно-бурыми глинами среднего плиоцена, состоят из пестрых, вязких, сравнительно пластичных глин, окрашенных в различные цвета, между которыми преобладают серый (в нижней части разреза), зеленоватый и синий.

Мощность пестрых глин достигает 7—5 м. Пестрые глины перекрывают красно-бурые глины яркой окраски, мощность которых составляет от 3,0 до 3,5 м. Выше красно-бурых глин залегают бурые, коричневато-бурые глины мощностью от 1,0 до 1,6 м верхнего плиоцена. Выше этих глин залегают четвертичные отложения лессовидных суглинков делювиального происхождения мощностью 10,5—12,0 м. Главную роль в развитии деформационных процессов играют красно-бурые и пестрые глины.

Лабораторные испытания физико-механических и водных свойств грунтов показали следующее (таблица).

Физико-механические и водные свойства грунтов

№ п/п	Наименование пород	Естественная влажность, %	Пористость, %	Удельный вес	Объемный вес скелета	Объемный вес при естественной влажности	Объемный вес при полном насыщении	Пластичность по Аттербергу, %		
								Верхний предел	Нижний предел	Число пластичности
1	Лессовидный суглинок	20,0	38,48	2,77	1,33	1,64	1,75	38,0	22,0	16,0
2	Коричневато-бурые глины	32,0	50,92	2,73	1,34	1,78	1,35	51,0	20,0	31,0
3	Красно-бурые глины	32,5	51,13	2,66	1,30	1,59	1,71	47,0	18,0	29,0
4	Пестрые глины	21,7	51,7	2,7	1,24	1,52	1,78	48,5	18,0	27,0

Как видно из таблицы, естественная влажность лежит в пределах нижней и верхней границ пластичности, что придает глинам при изменении консистенции неустойчивое состояние.

На склоне балки Лубяной развит грунтовый водоносный горизонт, который приурочен к нижней части толщи четвертичных отложений. Водоносный горизонт залегает на коричневатобурых глинах, мощность его не превышает 0,75—1,0 м. Местами грунтовые воды выклиниваются на склоне балки, образуя источники с небольшим дебитом.

Склон балки Лубяной характеризуется углом наклона в 8—10° и обращен в сторону северо-запада.

Развитие оползневых процессов на склоне происходило, по всей вероятности, в то время, когда формировалась сама балка, по которой устремлялись значительные водные потоки, поступавшие с возвышенных участков. Такие условия могли быть созданы только в днепровско-лихвинскую эпоху, когда климат был влажный. В последующую валдайскую эпоху (во вторую ее стадию) склоны балки подверглись размыву и уположению, в результате чего внешние признаки оползней исчезли, а под мощным делювиальным покровом остались погребенные оползневые ложа, заполненные древними оползшими глинистыми и суглинистыми породами.

Во время развития оползней в валдайское время смещение земляных масс на склонах происходило с глубоким выпаживанием полтавских песков, эти углубления (ложа оползней) заполнялись оползневыми глинистыми породами. Поверхность скольжения, по которой смещались земляные массы, везде выходит на уровне боровой террасы валдайского возраста. Следовательно, развитие оползневых процессов происходило одновременно с формированием боровой террасы, т. е. в валдайское время во вторую его стадию.

Впоследствии делювиальные процессы сгладили внешние морфологические признаки оползней, прикрыв оползневые глинистые блоки, в которых до сих пор и сохранилось чередование первоначального напластования.

На рисунке приведен геологический разрез вдоль одного из участков пути, проложенного на склоне, где погребены породы прежних оползней.

На некоторых склонах было выявлено до шести таких погребенных оползней почти одинаковых размеров, расположенных подряд на протяжении 1,5 км. Это говорит о том, что смещение земляных масс происходило одновременно по нескольким оползней, т. е. сериями.

Устройство железнодорожного пути нарушило естественное равновесие склона. В тех местах, где в пределах склона были сооружены насыпи, создались дополнительные нагрузки, на которые накладывалось динамическое воздействие подвижного состава, что способствовало неравномерному уплотнению пород в основании насыпей, вызывавшему их деформацию. А в тех местах, где были устроены выемки, подрезавшие более пологий

естественный склон, на их откосах развивались оползневые процессы.

Деформации насыпей сводились к просадкам и смещениям небольших участков низового откоса насыпей, возведенных на склонах. Эти нарушения наблюдаются в основном весной и осенью, т. е. в периоды максимального выпадения атмосферных осадков, которые через лёссовые суглинки проникали к красно-бурым и пестрым глинам, изменяли их пластичные свойства, что в свою очередь при динамическом воздействии подвижного состава приводило к неустойчивости железнодорожного пути.

Против таких деформаций на дорогах длительное время применялись контрфорсы, а в последнее время наиболее дешевой способ — устройство земляных подпорных призм (контрбанкетов) из местного грунта.

В связи с тем что на дороге ведутся инженерно-геологические исследования трассы для вторых путей, которые будут проложены на склонах с аналогичным геологическим строением и гидрогеологическими условиями, необходимо обратить серьезное внимание на особенности таких склонов и заранее предусматривать и разрабатывать противодеформационные мероприятия.

УДК 551.494

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

ОПОЛЗНЕВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ВДОЛЬ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ТРАССЫ КАНАЛА ДНЕПР—ДОНБАСС (II ОЧЕРЕДЬ)

В административном отношении район трассы приурочен к югу Харьковской и северу Донецкой областей. Оползневые явления в двухкилометровой полосе вдоль трассы канала зафиксированы на участке от пос. Семеновка (долина реки Сухой Торец) до пос. Октябрьский (долина реки Казенный Торец).

Приуроченность оползней к данному участку обусловлена особенностями его геологического строения. В частности, для оползневых участков характерно наличие в разрезе глин миоцен-плиоценового возраста, развитых преимущественно на водораздельных участках. Это темно-серые, пестрые с голубовато-серыми и красно-бурыми разводами «пестроцветные» или «красно-бурые» глины. Они залегают на серых мелкозернистых песках полтавской свиты и перекрываются четвертичными суглинками и глинами. Мощность миоцен-плиоценовых глин составляет в среднем 10—15 м.

По долинам рек и по балкам эти глины частично размыты. В результате на склонах кровля глин представляет собой слабо наклонную поверхность (под углом 9—12°) с направлением па-

дения в сторону современного базиса эрозии, что существенно сказывается на формировании оползней.

Водоносными в пределах рассматриваемого участка являются отдельные прослой и линзы опесчаненных суглинков четвертичного возраста и пески полтавской свиты. Более глубокие водоносные горизонты не оказывают влияния на оползнеобразование. В целом водоносность толщи невелика. Дебиты родников из полтавских песков составляют 0,01—0,14 л/сек; водоносность четвертичных суглинков проявляется в основном в заболачивании склонов на контакте с пестроцветными глинами, здесь фиксируется большое количество мочажин, реже — родников с дебитами до 0,1 л/сек.

В пределах 73-километрового участка трассы канала зафиксировано 18 оползней. В основном это оползни одиночного типа; консеквентные, современные, первого порядка, циркообразные. Реже по верховьям оврагов встречаются сдвоенные оползни.

Для изученных оползневых склонов характерно следующее:

1. Наличие в разрезе «пестроцветных» глин, перекрытых четвертичными суглинками.
2. Увлажнение пород склона грунтовыми водами, заболачивание поверхности оползня в виде отдельных мочажин и родников.
3. Уклон земной поверхности превышает 7° , уклон кровли «пестроцветных» глин — более 3° .
4. Наличие в подошве оползневого массива постоянного водотока, частично подрезающего склон.

Основная причина деформаций склона — увлажнение четвертичных суглинков, особо интенсивное на контакте с пестроцветными глинами, и подрезка склона водотоками, как следствие этого наблюдается оползание толщи суглинков по поверхности глин с формированием отдельных блоков, уступов и террас.

Морфология оползневых участков достаточно сложна. Обычно выделяется ряд блоков, частично запрокинутых, задернованных. Поверхность их бугристая, изрезанная промоинами. Размеры бровок срыва колеблются от 25 до 350 м.

При оползании происходит частичное перемятие суглинков в пределах приконтактной зоны с глинами. По монолитам, отобраным в этой зоне, отмечалось бесструктурное состояние грунта.

Пестроцветные глины характеризуются достаточно прочными структурными связями; сцепление достигает $0,27—0,33 \text{ кг/см}^2$, коэффициент внутреннего трения составляет $0,25—0,44$. В единичном случае по монолиту глины, отобранному в приконтактной зоне, отмечена интенсивно увлажненная трещина с наличием глинистых примазок типа «глинки трения». Этот факт свидетельствует о возможных подвижках в поверхностной зоне «пестроцветных» глин.

По оползням, имевшим наименее крутые откосы до оползания, были проведены расчеты устойчивости склонов при зало-

жении в расчет прочностных характеристик, полученных по стандартной методике испытаний грунтов на сдвиг. Реальные оползневые объекты до сползания имели коэффициенты устойчивости >1 .

Для уточнения прочностных характеристик пород, слагающих оползневые склоны, испытывали грунты на сдвиг как в полевых, так и в лабораторных условиях. Подготавливали образцы к испытаниям на стационарных приборах конструкции Маслова—Лурье в условиях свободного набухания грунтов при замачивании в течение 10—15 суток. Также были проведены опыты на сдвиг по «заранее подготовленной поверхности» (контакт суглинок+глина). В поле были определены прочностные характеристики оползающих грунтов с помощью прибора П9С и сдвигомера-крыльчатки СК-8. При этом значения коэффициента внутреннего трения и сцепления оказались несколько ниже расчетных, полученных по стандартной методике испытаний. Однако используя найденные значения при расчетах, получали коэффициент устойчивости >1 .

Указанное обстоятельство позволяет сделать вывод о неполном учете всех природных факторов, определяющих устойчивость откосов в данном районе. Несомненное влияние оказывают деформации ползучести пород склона, локальные нарушения устойчивости, поступательное развитие деформаций. В связи с этим для прогноза оползнеобразования вдоль трассы канала рекомендуем метод инженерно-геологических аналогий. Оползнеопасными следует считать склоны с уклоном поверхности $>7^\circ$ при наличии в разрезе обводненных «пестроцветных» глин с наклоном кровли последних $>3^\circ$.