

✓ К-14038
П 302545

ВЕСТНИК

ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 212

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ
Выпуск 12

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 212

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

ВЫПУСК 12

Основан в 1970 г.

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

1981

26.3+26.8
УДК 551:453

Геология и география Левобережной Украины, вып. 12. — Вестн. Харьк. ун-та, № 212. — Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1981. — 93+4 с.

В вестнике рассмотрены вопросы стратиграфии, литологии, геохимии, поисков строительных материалов, гидрохимии и охраны подземных вод, физической, экономической и мелиоративной географии.

Для научных работников, специалистов и студентов. Списки лит. в конце статей.

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

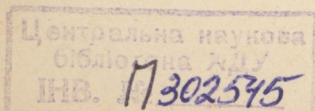
Печатается по решению Ученого совета геолого-географического факультета Харьковского университета (протокол № 5 от 29 февраля 1980 г.).

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

Редакция естественнонаучной литературы

В $\frac{20700-026}{M(226)04-81}$

© Харьковский государственный университет, 1981



ЛИТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

УДК 551.79(477)

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

К ИСТОЛКОВАНИЮ НОВОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ ПЛЕЙСТОЦЕНА УКРАИНЫ

Сложность событий четвертичного периода лишь условно укладывается в наши представления о стратиграфии четвертичной системы, и поэтому привлечение каждого нового метода исследований приводит к открытию новых или недостаточно учитывавшихся фактов и к усложнению стратиграфических схем. В то же время увеличение числа используемых независимых методов повышает надежность сопоставлений, в чем мы убедились, привлекая данные исследований ископаемых следов многолетней мерзлоты для доказательства применимости к лессам Украины стратиграфической шкалы северо-запада Русской равнины [1].

Усложнение схем вполне естественно, так как они учитывают лишь какую-то часть наиболее значительных изменений физико-географических условий, множественность побудительных причин для которых наглядно вытекает из сравнения стратиграфических схем с кривой солярного климата, вычисленной М. Миланковичем, Б. Эберлом и недавно пересчитанной Ш. Г. Ша-раф и Н. А. Будниковой. Некоторые соображения о земных факторах изменений климата высказаны нами ранее [2].

Сопоставление с кривой солярного климата и использование определений «физического» возраста [3] еще не дают настолько надежных данных для стратиграфии, чтобы заменить собственно геологические определения «относительного» возраста. Следует ожидать еще очень значительных изменений стратиграфической шкалы антропогена, а также с неравнозначностью вновь открываемых событий.

В 1967 и 1968 гг., используя палеопедологический метод, М. Ф. Веклич обосновал новую стратиграфическую шкалу антропогена Украины [4]. Ее отличительные черты: 1) более дробное расчленение субэаральных отложений и применение к ним географических названий, дополняющих названия лессовых горизонтов, данные В. И. Крокосом [5] в 1934 г.; 2) равноценность новых горизонтов лессовидных суглинков и ископаемых почв и ранее установленных и тем самым соответствие отдельным оледенениям и межледниковьям; 3) сопоставимость

Стратиграфия плейстоцена Украины

Индекс	Область оледенений	Субаральные отложения	Речные и морские террасы
Q _{IV}	Голоцен	Современная почва, лесс на развалинах Ольвии Тимоновская почва (3)*	Перстративный и инстративный аллювий поймы, современные и древне-черноморские отложения
Q _{III} ⁴	Стадии сальпауселья Аллерд Карельские стадии	Ярославский криоген (3), лесс Роксоланская почва Причерноморский (2)-алтыновский (3) лесс Криоген	Констративный аллювий боровой террасы с мерзлотными смятиями и «ледяными» клиньями, новозвксинская трансгрессия, несколько стадий
Q _{III} ³	Онегозерский межстадиал	Дофиновская (2)-трубчевская (3) почва	Максимум новозвксинской регрессии
Q _{III} ²	Осташковское оледенение.	Бутский (1)-деснинский (3) лесс Владимирский криоген (3)	Перстративный и инстративный аллювий боровой террасы, сурожская терраса
Q _{III} ¹	Мологошкенинское (мглинское) межледниковье.	Витачевская (2)-брянская (3) почва	
Q _{II} ²	Оршанское (калинское) оледенение, главные стадии.	Удайский (1)-хотилковский (3) лесс Смоленский криоген (3)	Констративный аллювий трубежской террасы с мерзлотными смятиями
Q _{II} ¹	Верхневолжский межстадиал.	Прилукская (2)-крутицкая (3) почва.	
Q _I ¹	Первая стадия оршанского оледенения.	Тясминский (2)-внутримезинский (3) лесс Криоген	
Q _I ⁰	Микулинское межледниковье.	Кодакская (кайдакская 2)-салынская (3) почва	Перстративный и инстративный аллювий трубежской террасы, карагатская терраса

Верхнечетвертичное (неоплейстоцен)

$Q_{II}^4 dn$	Днепровское (московское) оледенение	оледенение Днепровское (московское) оледенение Криоген	лесс (1) -ярмо-Потайловская (2) -тамбовская (3) почва	Флювиогляциал Белопольско-чупаховской террасы, тоже и констративный аллювий перемыско-черкасской террасы с мерзлотными смятиями
$Q_{II}^3 od$	Первая стадия оледенения	днепровского Ореельский Криоген	Ореельский (1) лесс	
$Q_{II}^2 don$	Одинцовское межледниковье	(рославльское) Завадовская ва	(2) -роменская (3) почва	Перстративный и инстративный аллювий перемыско-черкасской террасы, узуларская терраса
$Q_{II}^1 th$	Донское (днепровское) оледенение	Тилигульский Криоген	(1) -орчикский (3) лесс	Флювиогляциал, констративный аллювий градижской террасы, древнеэвксинская (каспийская) терраса
$Q_1^4 ok$	Лихвинское межледниковье	Лубенская ва, торф Крукеничей	(2) -сенжарская (3) почва	Перстративный и инстративный аллювий градижской террасы, аллювий древнеэвксинской террасы
Q_1^3	Окское (краковское) оледенение	Орлеанское оледенение	(1) -хорольский (3) лесс, граница Криоген	Констративный аллювий гуньковской террасы с мерзлотными смятиями, флювиогляциал, верхнечаудинские слон
Q_1^2	Межледниковье	Мартоношская почва	(2) -запорожская (3) почва	Перстративный и инстративный аллювий гуньковской террасы.
Q_1^1	Варяжское оледенение?	Приазовский Доледниковье	(2) -токмакский (3) лесс	Нижнечаудинские, платовские слон
		Широкинская почва	(2) -уруфская (3) почва	

* (1) названия, данные В. И. Крокосом; (2) то же М. Ф. Векличем; (3) то же А. А. Велчко.

Среднечетвертинное (мезоплейстоцен)

Нижнечетвертинное (эоплейстоцен)

с унифицированной стратиграфической шкалой района оледенений Европейской части СССР; 4) двучленное деление аллювия речных террас (нижний член соответствует межледниковью и формируется при углублении русла, а верхний — оледенению и накоплению аллювия на всей поверхности террасы); 5) попытка отыскания террас, соответствующих новым подразделениям почв и лессов и применения названий террас по замещаемым аллювием горизонтам; 6) связь прибрежно-морских террас с эвстатическими повышениями уровня океана.

Аналогичная попытка детализации стратиграфии плейстоцена юга Европейской части СССР методами палеопедологии и палеокриологии [6, 7], а также с использованием совершенно новых географических названий. Сопоставим обе шкалы, отдавая предпочтение названиям, защищенным правилом приоритета, чтобы ограничить применение синонимов.

Новые стратиграфические шкалы в отношении субаэральных отложений опираются на безусловно объективные наблюдения, но некоторые выводы, сделанные на основании их, кажутся нам ошибочными из-за неравноценности наблюдаемых фактов, подобно тому, как это сделано в работе [3, с. 63]. Нам представляется вполне возможным иначе увязать большинство новых наблюдений с данными по области оледенений Европейской части СССР.

Соответственно решению второй конференции АИЧПЕ 1932 г., установившей трехчленное деление плейстоцена и стратотипы границ нео- и мезоплейстоцена в пределах Европейской части СССР, средний отдел начинается лихвинским межледниковьем и заканчивается днепровским оледенением, верхний отдел начинается микулинским межледниковьем и карангатской трансгрессией, соответственно кодакской почвой. Учитывая гиперсональный характер дофиновской, прилукской и потягайловской почв и незначительное развитие на севере Украины причерноморского, тясминского и орельского лессов (последний [8, с. 170] выделен по ошибке), а также установленную Н. И. Дмитриевым [8, 9] разновозрастность Днепровского и Донского ледниковых языков, стратиграфия украинского плейстоцена может быть представлена в следующем виде (см. таблицу).

Причерноморский и тясминский лессы в отличие от установленных ранее имеют максимальную мощность на юге, а не у северной границы распространения и в какой-то мере являются аналогами «теплых» лессов В. А. Обручева. Разрез в Роксоланах [10, с. 21—27, рис. 4] с радиоуглеродными датами подтверждает существование голоценового и современного лесса, установленного в 1913 г. П. Ф. Бараковым [11] на развалинах Ольвии. Эти даты причерноморского лесса и дофиновской почвы всех разрезов показывают их принадлежность к карельским стадиям и онегозерскому (сомнинскому) межстадиалу, роксо-

ланской почвы [10, с. 25] к аллереду и покрывающего ее лесса к стадии сальпауселья.

Дофиновская почва на севере Украины слабо развита и замещается горизонтом оглеения, деформирована мерзлотными процессами. Прилукская почва явно гиперзональна, многослойна, скорее представляет педолит [12] и формировалась одновременно с накоплением лессовой пыли в условиях холодной сухой степи. В средней полосе Левобережной Украины мы видели эти горизонты только в древних ложбинах.

Учитывая положение днепровского оледенения в конце мезоплейстоцена, к последнему надо отнести завадовскую почву, тилигульский лесс — аналог донского оледенения, и лубенскую почву — аналог лихвинского межледниковья. В таком случае мы получаем в одинцовское — завадовское время условия, аналогичные таковым мологосексинского межледниковья и витачевской почвы и сравнительно сходную с кодакской картину влажного межледниковья в лихвинское — лубенское время.

Эоплейстоцен следует ограничить сульским и приазовским лессами, мартоношской и широкинской почвами, и таким образом, отпадет несоответствие международной схеме, по которой отделы четвертичной системы начинаются межледниковьями, а не оледенениями, как в схеме М. Ф. Веклича [4].

Приведенная схема стратиграфии неоплейстоцена хорошо подтверждается строением речных террас Среднеднепровья: пойма имеет голоценовый возраст, боровая терраса формируется в мологосексинское межледниковье, т. е. одновременно с витачевской почвой и покрывается констративным аллювием до конца оледенения, трубежская терраса врезается в микулинское—кодакское время и покрывается констративным аллювием в первую и вторую фазы оршанского оледенения. Выделение террасовых уровней, соответствующих прилукскому и дофиновскому потеплениям невозможно.

Две неоплейстоценовые трансгрессии Черного моря — карангатская и сурожская соответствуют микулинскому — кодакскому и мологосексинскому — витачевскому межледниковьям и гляциоэвстатическим трансгрессиям.

Узунларская терраса — древнейшая межледниковая — соответствует одинцовскому межледниковью и завадовской почве. Ее эвригалинная фауна проникла в Черное море из Средиземного вслед за регрессией и осолонением древнеэвксинского бассейна, вызванным возникновением проливов.

Древнеэвксинский бассейн с каспийской — раннехазарской фауной — последний проточный озерный бассейн, дренировавший во время донского (заальского, самаровского) оледенения огромные пространства Сибири, Средней Азии и Восточной Европы. Сток вод из Каспийско-Черноморского бассейна происходил в Средиземное море, уровень которого был более чем на 100 м ниже современного, что способствовало сильному

углублению Босфора и Дарданелл, бывших до этого речными долинами. Предшествующие две бакинско-чаудинские, апшеронско-гурийская, ачкагыльско-куяльницкая, киммерийская и понтическая трансгрессии были озерными. Последние из них соответствовали древнейшим оледенениям Альп, Кавказа и, может быть, северо-запада Европы.

Признание роли палеопедологических и палеокриологических исследований внеледниковых районов открывает большие возможности для более дробного расчленения четвертичных отложений и более глубокого познания условий их формирования, истории и палеогеографии обширных пространств суши.

Список литературы: 1. Ремизов И. Н. Ископаемые следы вечной мерзлоты и их значение для стратиграфии четвертичных отложений Украины. — В кн.: Природные ресурсы Левобережной Украины и их использование. — Материалы межвед. науч. конф. — Харьков, 1961, т. 1, с. 217—222. 2. Ремизов И. Н. К вопросу о нижней границе и основных подразделениях четвертичной системы. — В кн.: О нижней границе четвертичного периода (INQUA). — Киев: Наук. думка, 1973, с. 72—75. 3. Зубаков В. А., Кочегура В. В. Хронология новейшего этапа геологической истории СССР. — В кн.: Хронология плейстицена и климатическая стратиграфия. — Л.: Изд-во Географ. общ. СССР, 1973, с. 39—73. 4. Веклич М. Ф. Стратиграфия лессовой формации Украины и соседних стран. — Киев: Наук. думка, 1968, 236 с. 5. Крокос В. И. К вопросу о номенклатуре четвертичных отложений Украины. — Докл. АН СССР, 1934, т. 2, вып. 8, с. 500—506. 6. Величко А. А., Морозова Т. Д. Особенности строения средне- и нижне-плейстоценовых ископаемых почв на Русской равнине. — В кн.: Геология и фауна нижнего и среднего плейстоцена Европы. — М.: Наука, 1972, с. 188—200. 7. Величко А. А. Проблемы корреляции плейстоценовых событий в ледниковой, перигляциально-лессовой и приморской областях Восточно-Европейской равнины. — В кн.: Проблемы региональной и общей палеогеографии лессовых и перигляциальных областей. — М.: Наука, 1975, с. 7—26. 8. Дмитриев Н. И. О стратиграфии лессовых пород Среднеднепровья и соотношении лессовых и моренных горизонтов. — В кн.: Лессовые породы Украины: Тр. ин-та геолог. наук АН УССР. Сер. геоморфологии и четвертичной геологии, вып. 1. Киев, 1957, с. 168—179. 9. Дмитриев Н. И. О возрасте Днепровского и Донского ледниковых языков. — Уч. зап. Харьк. ун-та, т. 26, Зап. НИИ геологии, т. 9. — Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1948, с. 90—95. 10. Путеводитель VIII международ. симпозиума по лессовым породам (Киев — Одесса, 4—12 октября 1976 г.). Под ред. В. Г. Бондарчука. — Киев: Наук. думка, 1976. 72 с. 11. Бараков П. Ф. Эоловые наносы и почвы на развалинах Ольвии. — Почвоведение, 1913, т. XV, № 4, с. 105—122. 12. Веклич М. Ф. Палеопедология — наука о древнем почвообразовании. — В кн.: Палеопедология. Палеогеографические исследования. Киев: Наук. думка, 1974, с. 3—14.

Поступила в редколлегию 25.01.80.

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

К ЛИТОЛОГИИ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ВЕРХНЕГО КАРБОНА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА

Глинистые породы карбона Донбасса в литолого-фациальном отношении изучались в основном в пределах продуктивной толщи [4, 5, 7, 9 и др.]. Глинистые породы верхнекаменноугольного возраста, особенно их минералогия исследовались в Восточном Донбассе [8, 10, 11] или в области, переходной от Донбасса к Днепровско-Донецкой впадине [2, 3, 6]. Непосредственно на территории юго-западной части бассейна такие исследования не проводились. Между тем аргиллиты являются одной из основных частей почти трехкилометровой толщи верхнекаменноугольных отложений и составляют почти третью часть всей мощности разреза.

Детально изучать верхнекаменноугольные аргиллиты необходимо, поскольку они являются прекрасным сырьем для производства кирпично-черепичных изделий. Краснобурые их разности могут быть использованы как красковое сырье. Низкая степень метаморфизма аргиллитов (фактически глин) позволяет широко разрабатывать их почти на всей площади распространения вмещающих пород. Запасы аргиллитов практически неисчерпаемы.

Изучение вещественного состава и фациальных особенностей глинистых пород обуславливается также широким участием последних в строении толщ, перспективных на газ в пределах северной и северо-западной окраин Донбасса. Эти же данные необходимы для решения ряда важных теоретических вопросов.

Изучено 10 опорных разрезов (см. таблицу). Количество глинистых пород в разрезе (%) и латерально колеблется сравнительно в небольших пределах. Минимальные содержания приурочены к юго-восточной части Кальмиус-Торецкой котловины (близко к Главной антиклинали при направлении изолиний примерно параллельно ее оси). Это позволяет предположить, что в области заложения Кальмиус-Торецкой и Бахмутской котловин чаще создавались условия, благоприятные для накопления там аргиллитов, по сравнению с областью заложения Главной антиклинали. Некоторое смещение контура наименьшего содержания глинистых пород к юго-западу от антиклинали объясняется направлением разгрузки большинства аллювиальных потоков, проходивших в позднем карбоне преимущественно по юго-восточному крылу Кальмиус-Торецкой котловины. То же можно сказать об известняках, что свидетельствует о проявлении к концу карбона конседиментационных признаков.

Содержание глинистых пород в разрезе, %

Район	C ₁	C ₂	C ₃	C ₃
Западное крыло Кальмиус-Тореской котловины	28,8	49,9	25,1	36,5
Юго-западная часть Кальмиус-Тореской котловины	28,2	36,3	?	32,2
Юго-восточная часть Кальмиус-Тореской котловины	21,6	13,3	15,8	16,9
Южное крыло Главной антиклинали	22,1	19,8	16,4	19,4
Западное замыкание Главной антиклинали	29,0	25,0	23,7	25,9
Юго-восточная часть Бахмутской котловины	34,3	20,6	31,1	28,7
Дружковская антиклиналь	30,3	16,5	21,2	29,3
Корульский купол	36,9	35,1	27,9	33,3
Петровский купол	36,6	33,2	45,8	38,5
Терновское поднятие	37,6	26,3	41,0	35,0

Отмечается также некоторое уменьшение процентного содержания глинистых пород к концу карбона, что связывается с сокращением лагунно-морских обстановок.

По условиям образования выделяются глинистые породы морского и прибрежно-морского фациального облика, а также резко отличные от них и реже встречаемые отложения речных разливов и опресненных застойных водоемов-озер. Аргиллиты мощностью от нескольких сантиметров до десятков метров (в среднем 15—40 м) залегают среди обломочных или карбонатных пород, образуя с ними постепенные переходы.

Морские аргиллиты однородны, хорошо отсортированы, не имеют отчетливой слоистости. Они весьма известковисты, содержат разнообразную фауну и конкреции. Аргиллиты переходных фаций характеризуются горизонтальной или слегка волнистой слоистостью и большим количеством алевритовой примеси. Содержание фаунистических остатков в них существенно сокращается, а параллельно увеличивается количество мелкого обугленного растительного детрита.

Аргиллиты пойм обычно сильно запесочены, имеют горизонтально-волнистую или линзовидную слоистость и остатки растений плохой сохранности. Они постепенно переходят в аргиллиты застойных водоемов-озер, также представленные плохо сортированным алевро-пелитовым материалом с большим количеством корневых растительных остатков и конкреций.

Аргиллиты болотных фаций C₃ отличаются от аналогичных пород C₂ (схожесть наблюдается только в свите C₃¹): они меньше переработаны корнями растений и мощности их резко сокращены. При заливании обводненных торфяных болот образывались слабоуглистые горизонтально-слоистые аргиллиты, содержащие в большом количестве растительные остатки хоро-

шей сохранности. В отличие от пород аналогичных фаций C_2 они содержат меньшее количество углистых частиц и имеют серую окраску.

Преобладающий цвет верхнекаменноугольных аргиллитов темно-серый до черного, хотя в нижней части появляется и кварху становится все более распространенной красно-бурая окраска. В свите C_3^1 , например, пестроцветные аргиллиты составляют уже 60% от общего их количества. Характерно, что в крайне западных разрезах первые пестроцветы обнаруживаются еще в верхней части свиты C_2^7 , в районе замыкания Главной антиклинали нижняя граница их появления перемещается в свиту C_3^1 , а в Бахмутской котловине, в районе г. Дебальцево, они отмечаются впервые лишь в свите C_3^2 . Химический состав серых и красно-бурых аргиллитов отличается лишь по содержанию окислов Fe. Если в серых аргиллитах окисное Fe присутствует в количестве 2—2,5%, то в красноцветных содержание его достигает 4—4,5%. Различные оттенки серых окрасок аргиллитов зависят от количества углефицированного растительного детрита и тонкоперетертых чешуек слюды, расположенных параллельно напластованию. Такая окраска присуща в основном породам морского и прибрежно-морского генезиса, а также осадкам болот.

Среди других окрасок различается так называемая пестроцветная, обусловленная сложными взаимопереходами красно-бурых, темно-зеленых и даже иссиня-черных цветов. Тесно связанная с красноцветной, пестроцветная окраска пород характеризует смену окислительных и восстановительных условий осадконакопления.

В текстурном отношении глинистые породы делятся на слоистые и массивные. Первые выделяются по наличию прослоек алевроитового обломочного материала и чешуек слюды, а также по слоистому расположению фауны и обугленного или пиритизированного растительного детрита. Массивные аргиллиты обычно представлены хорошо отсортированными разностями. При выветривании они распадаются на мелкие остроугольные кусочки, а в свежем состоянии при ударе молотком дают раковистый излом.

В глинистых породах нижней части разреза часто отмечаются карбонатные и сульфидные конкреции. Вверх по разрезу количество их резко уменьшается.

Результаты изучения глинистых пород в шлифах позволили выделить аргиллиты пелитовой и алевро-пелитовой структур. Гранулометрические анализы показали, что чистые разновидности глинистых пород с малым процентным содержанием песчаных и алевроитовых частиц встречаются сравнительно редко. Обычно преобладают глинистые породы с добавками мелко-алевритового материала, количество которого варьирует

в значительных пределах. В результате обработки большого числа granulометрических анализов установили следующее среднее содержание фракций: более 0,25 мм—0,3%; 0,25—0,05 мм — 3,2%; 0,05—0,01 мм—13,5%; менее 0,01 мм—83,0%. Серые аргиллиты отличаются от красноцветных меньшим содержанием в них алевритовой примеси. Относительно меньшее содержание в красноцветных аргиллитах пелитового материала а следовательно, и худшая сортированность, не носит случайного характера. Прогрессирующее распространение красноцветности пород свидетельствует о сокращении к концу карбона обстановок с устойчивой механической дифференциацией обломочного материала.

При изучении частиц размером от 0,01 до 0,25 мм в иммерсионных жидкостях в легкой фракции наблюдались кварц, мелкие обломки кремнисто-слюдистых пород, чешуйки слюды, значительно реже — полевые шпаты. В тяжелой фракции, содержащейся в аргиллитах в 0,005—0,01%, преобладают пирит, циркон, рутил, турмалин, ильменит, лейкоксен, сфен, апатит и хромшпинелиды. Из аутигенных минералов в аргиллитах отмечены железисто-магнезиальные карбониты, количество которых вверх по разрезу уменьшается. В этом же направлении сокращается и содержание органики.

Минералогический состав тонкопелитовой фракции (менее 0,001 мм), выделенной из пород отмучиванием, определялся термическим и рентгеновским методами [1]. При этом установлен хлорит-каолинит-гидрослюдистый ее состав. Доминирующим минералом в смеси является гидрослюда (50—70%). Каолинит всегда содержится в несколько меньшем количестве. Постоянно по разрезу присутствует магнезиальный или магнезиально-железистый хлорит (до 15%). В свите C_3^3 Красноармейского района появляется монтмориллонит, количество которого увеличивается вверх по разрезу. Из неглинистых минералов в тонкопелитовой фракции рентгенографически всегда обнаруживается большая или меньшая примесь кварца, сидерита, иногда гидрогетита и полевых шпатов.

Список литературы: 1. *Борисенко Ю. А., Прохоров И. Г.* Характеристики глинистых пород верхнего карбона юго-западной части Донбасса. — В кн. Вторая геол. конф. «Луганские чтения». Луганск, 1965. Тез. докл., 1966 с. 105—106. 2. *Карпова Г. В.* О глинистых минералах араукаритовой свиты Донбасса и их значении для характеристики фаций. — Докл. АН СССР 1957, т. 114, № 6, с. 1294—1296. 3. *Карпова Г. В.* Глинистые минералы и их эволюция в терригенных отложениях. — М.: Недра, 1972. — 173 с. 4. *Кучеренко М. Т.* Характеристика глинистых пород среднего карбона западных районов Донбасса. — Геол. журн., 1961, т. 21, вып. 5, с. 30—38. 5. *Липковская А. В.* Глинистые породы каменноугольных отложений Донецкого бассейна. — Матер. по геол. и гидрогеол., 1947, сб. 4, с. 41—53. 6. *Ливин С. В., Долуда М. Е.* Литолого-минералогическая характеристика глинистых пород верхнего карбона области, переходной от Донбасса к Днепровско-Донецкой впадине. — Литология и полезные ископаемые, 1964, № 1 с. 113—118. 7. *Логвиненко Н. В.* Литология и палеогеография продуктивных

толщи Донецкого карбона. — Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1953. — 435 с. 8. *Нырко* А. А. О гидрослюдах каменноугольных отложений Донецкого бассейна. — Минералогический сб. Львовск. ун-та, 1973, № 27, вып. 4, с. 350—353. 9. *Седлецкий И. Д.* К минералогии глинистых отложений карбона Донецкого бассейна. — Вопросы петрографии и минералогии. Изд-во АН СССР, 1953, т. 2, с. 123—134. 10. *Седлецкий И. Д., Гришина Е. А., Куценко А. Е.* Коллоидно-дисперсные минералы глинистых отложений карбона на юго-восточной части Донецкого бассейна. — Уч. зап. Ростовск. ун-та, 1954, т. 23, вып. 5, с. 9—23. 11. *Шамрай И. А., Джумайло В. И.* Фациальные типы глинистых пород среднего и верхнего карбона в восточном Донбассе. — Уч. зап. Ростовск. ун-та, 1954, т. 23, вып. 5, с. 33—44.

Поступила в редколлегию 26.11.79.

УДК 553.64:551.735(477.61/62)

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

ФОСФОРНОСНОСТЬ КАРБОНА ДОНБАССА

Фосфор — один из основных биогенных элементов, в чем и заключается главная причина разнообразных форм превращения его при биохимических процессах в различных фациальных условиях. В итоге эти процессы приводили к осаждению фосфора в морских осадках и при благоприятных условиях к накоплению фосфоритов. Отдельные моменты этой общей схемы требуют уточнения для различных пород и регионов. Пути миграции и детали осаждения Р в древних бассейнах, а в зависимости от них и обогащенность фосфором различных литологических типов пород и фаций изучены еще недостаточно. Интересно проследить распределение Р в таких полифациальных отложениях, как карбон Донбасса.

Основным источником Р являлись разнообразные породы области сноса. Палеогеографические построения предусматривают их значительную неоднородность [1]. Судя по обломочной части терригенных пород размывались эффузивы, докембрийский комплекс изверженных и метаморфических пород, коры выветривания, а также осадочные породы, перекрывавшие их во время трансгрессий, т. е. породы, содержащие в среднем первые десятые доли процента P_2O_5 . При разрушении пород области сноса определенная часть Р растворялась и мигрировала в виде фосфорных кислот. Меньшая часть оставалась в составе обломочных зерен апатита и транспортировалась механическим путем. Апатит обладает малой устойчивостью к истиранию и воздействию кислот. При выветривании и переносе он постепенно измельчался и растворялся в слабо кислой среде. Растворенный в воде Р потреблялся морскими микроорганизмами, входил в состав скелетных частей рыб, конодонтов, раковин, благодаря чему осуществлялась его дальнейшая миграция. Отмирающие организмы увлекали Р в осадок, а процессы диагенеза способствовали его дальнейшему перераспределению.

Сведения о фосфорноносности терригенно-глинистых пород карбона Донбасса весьма скудны, так как определение Р в них химическим путем проводилось редко. Собранные из разных источников анализы пород C_2-C_3 свидетельствуют о том, что разница в средних содержаниях P_2O_5 в различных по гранулометрии породах незначительна. Лишь пестроцветные породы в среднем наполовину беднее фосфором в сравнении с сероцветными (табл. 1).

Таблица 1

Содержание P_2O_5 в каменноугольных породах Донбасса, %

Породы и фации	Возраст	Число анализов	Среднее содержание	Пределы колебаний
Песчаники серые	C_2-C_3	11	0,20	0,01—0,39
Алевролиты серые	C_2-C_3	38	0,09	0,02—0,39
Аргиллиты серые	C_2-C_3	146	0,14	0,01—0,75
Песчаники бурые	$C_3-R_{кч}^I$	8	0,10	0,07—0,22
Аргиллиты красные	$C_3-R_{кч}^I$	19	0,08	0,03—0,25
Аргиллиты зеленые	$C_3-R_{кч}^I$	11	0,07	0,03—0,12
Аргиллиты морские глубоко-водные	C_2	42	0,18	0,08—0,31
Аргиллиты лагунные, переходные	C_2	29	0,17	0,08—0,29
Аргиллиты болотные	C_2	22	0,13	0,01—0,39
Аргиллиты лагунные (кровля угля)	C_2	11	0,06	0,03—0,17
Аргиллиты болотные (прослой в угле)	C_2	7	0,03	0,02—0,06
Аргиллиты болотные (почва угля)	C_2	22	0,05	0,01—0,18
Известняки и доломиты	$R_{кч}$ верх. ч.	15	0,02	0,01—0,03
" "	$R_{кч}$ нижн. ч.	27	0,14	0,01—0,92
" "	C_1	7	0,13	0,06—0,20
" "	C_2	16	0,19	0,02—0,53
" "	C_3	26	0,15	0,01—0,39
" "	C_4	88	0,12	0,01—1,28
" "	C_5	95	0,11	0,01—0,73
" "	C_6	15	0,14	0,01—0,40
" "	C_2-C_1	13	0,15	0,02—0,40
" "	C_1	17	0,07	0,01—0,21

Для выяснения величины вклада обломочного апатита в общую фосфорноносность терригенных пород данные минералогических анализов пересчитаны на содержание P_2O_5 по отношению ко всей породе. Результаты пересчета показали, что P_2O_5 апатитов составляет в среднем всего 0,2% общего количества этого соединения в песчаниках и алевролитах. Распределение обломочного апатита подвержено небольшим колебаниям в зависимости от гранулометрического состава, возраста пород и места отбора и не может существенно влиять на результаты дальнейших расчетов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание P_2O_5 в акцессорных апатитах из пород C_3 Донбасса
(в % по отношению ко всей породе)

Породы	Число анализов	Среднее содержание
Песчаники крупнозернистые	47	3.10 ⁻⁴
Песчаники среднезернистые	39	6.10 ⁻⁴
Песчаники мелкозернистые	59	3.10 ⁻⁴
Алевролиты	53	6.10 ⁻⁴
Песчаники и алевролиты	205	4.10 ⁻⁴
" "	62	6.10 ⁻⁴
" "	39	2.10 ⁻⁴

Таблица 3

Содержание P_2O_5 в карбонатных конкрециях, % [3, 7]

Возраст	Фации вмещающих пород	Число анализов	Среднее содержание	Пределы колебаний
C_2	Морские	19	0,44	0,05—0,79
C_2	Переходные	20	1,86	0,13—3,44
C_2	Болотные	3	0,56	0,45—0,69
C_2	Болотные, связанные с углем	22	0,13	0,02—0,28
C_2^7	Морские	29	0,66	0,06—2,20
C_2^7	Переходные	16	0,32	0,07—0,46
C_2^7	Болотные	8	0,34	0,04—0,87
C_2^7	Морские	19	?	0,19—2,15
C_2^7	Переходные			0,22—2,10
C_2^7	Болотные			0,09—0,18

Распределение P_2O_5 в аргиллитах различных фаций свидетельствует, что восстановительные условия болот не способствовали закреплению его в осадке (табл. 1). Главная причина указанного явления, по-видимому, заключалась в достаточно хорошей миграционной способности Р, что приводило к концентрации его в конкрециях с содержаниями в 2—10 раз большими, чем во вмещающих породах (табл. 3) [3]. Карбонатные конкреции из пород различных фаций обогащены Р в различной степени, причем обогащение это связывается с повышенным содержанием сидерита. Конкреции из морских и болотных фаций C_2 менее обогащены P_2O_5 , чем конкреции из переходных фаций [3]. Приведенные данные для C_2 не согласуются с анализами карбонатных конкреций из свиты C_2^7 , где отмечается повышенное содержание P_2O_5 и в морских фациях [7]. По разрезу количество Р в карбонатных конкрециях колеблется в пределах десятых долей процента и существенно не меняется за исключением свиты C_2^3 (0,13%) [3], что связано с уменьшением фосфорносности пестроцветных пород, получивших здесь большее развитие.

По данным 598 анализов известняков из различных районов Донбасса установлено незначительное колебание содержания P_2O_5 по разрезу, %: C_1 —0,05, C_2 —0,06, C_3 —0,04 [4]. Лишь 32 анализа (5% от общего числа) содержали повышенные количества P_2O_5 (среднее 0,22%). Было указано на существование прямой связи между содержаниями Р и нерастворимого остатка. Новые данные, даже с учетом сотни опубликованных анализов [4], не согласуются с изложенными выводами. Оказалось, что P_2O_5 в карбонатных горизонтах содержится почти вдвое больше, чем установлено ранее (табл. 1). Это примерно соответствует его концентрации в песчано-глинистых породах. Резкое уменьшение фосфорноности доломитов отмечается только в верхней части свиты $P_1^{кч}$.

В карбонатных породах заметно проявляется фациальная приуроченность распределения P_2O_5 : 0,4—0,2% в шламовых и детритовых разностях, содержащих обломки криноидей, двустворок и брахиопод; 0,2—0,1% в фораминиферовых разностях; наименьшее количество 0,1—0,06% в водорослевых или микрозернистых известняках без органических остатков. Заметная роль в таком распределении, по-видимому, принадлежит конодонтам, зубам рыб и другим скелетным частям фосфатного состава, которые чаще встречаются в карбонатных горизонтах первых двух типов.

Низкие концентрации не позволили установить связи между содержаниями P_2O_5 и других компонентов в карбонатных и песчано-глинистых породах (коэффициенты корреляции — 0,06—0,23). Это характерно и для конкреции [3]. Не удалось также увязать фосфорноность аргиллитов с Са не связанным углекислотой.

Наименьшей фосфорноностью отличаются угли. Согласно данным 700 анализов углей различных марок [6], пересчитанных для сравнения на P_2O_5 , среднее содержание последнего составляет 0,05% при колебаниях 0,005—1,08%, что примерно равно содержанию в породах почвы и кровли углей. Следует подчеркнуть, что у половины угольных проб количество P_2O_5 0,01—0,03%. Считается, что большая часть Р сосредоточена в минеральной части угольной массы, однако количество золы не коррелируется с содержанием в ней Р. Не установлена также связь между количеством Р и отдельных компонентов золы.

О латеральном распределении Р в углях и известняках можно судить лишь по суммарным данным по районам, так как по отдельным пластам существенные отличия проявляются нечетко. Чем ближе район расположен к предполагаемой области сноса, тем выше среднее содержание P_2O_5 . Например, по суммарным данным угольных пластов: Донецко-Макеевский район — 0,12%, Торезско-Снежнянский — 0,06%, Центральный — 0,04%, Краснодонский — 0,03%, Алмазо-Марьевский и Лисичанский — 0,02% [6]. Проверить эту зависимость на песчано-гли-

нистых породах не удалось из-за малого количества проб. Кроме того, суммарные данные для этих пород нивелируются их фациальными особенностями.

В связи с тем, что Р химическим путем определяется редко, мы попытались использовать спектральный анализ для установления распространенности фосфорсодержащих пород. К сожалению, он оказался мало пригодным для этих целей из-за довольно слабой чувствительности. Им удается полуколичественно фиксировать десятые и лишь иногда сотые доли процента. Тем не менее, указанные пределы определяемых концентраций могут быть использованы для выявления повышенных содержаний Р в карбоне Донбасса. Так, в С₃ Корульского купола спектральным анализом зафиксировано 11% проб (из общего числа 617) с повышенной концентрацией Р, а в аналогичном разрезе Петровского купола — 23% из 850 проб, в то время как в районах открытого Донбасса Р спектроскопически отмечен в единичных пробах. Постепенное уменьшение количества проб с повышенным содержанием Р вверх по разрезу в аргиллит-алевролитовых породах вероятнее всего связано с развитием пестроцветов при усиливающейся аридизации климата (табл. 4).

Таблица 4

Количество проб с повышенным содержанием Р из С₃ Петровского купола, %

Возраст	Песчаники	Алевролиты	Аршллиты	Известняки	Среднее
С ₃	11	28	22	8	20
С ₂	11	33	33	5	23
С ₁	4	66	35	?	36

Указания на то, что конкрециенность в карбоне Донбасса тесно связана с угленосностью, предполагает существенное уменьшение количества конкреций к периферии региона и к верхней части разреза [3]. Естественно предположить, что Корульский и Петровский купола в этом отношении не отличаются от других окраин Донбасса, а раз так, то и повышенная фосфоронность здесь может быть объяснена не большей конкрециенностью, а особенностями фациальных условий. Консидентационное развитие в С₃ куполов на северо-западной окраине Донбасса вероятно было причиной накопления мелководных или переотложенных и обогащенных фосфатами осадков [2]. Место их определено по спектральным анализам в нескольких скважинах (№ 7064, 7065, 7067 и др.): интервалы Р₆¹ — Р₆, Р₄ — Р₃, Р₁¹ — Р₁, О₇¹ — О₇, О₄⁵ — О₃, N₅¹ — N₃². Интересно, что некоторые песчаники С₃, Краснооскольского купола имеют аномально высокие содержания тяжелой фракции в минералогических пробах. Пересчет этих анализов на Р₂О₅ дал значения 0,01—0,15%.

Не исключена возможность обогащения указанных отложений фосфатами вулканического происхождения [5].

Ввиду низких концентраций не удается установить форму вхождения [P] в определенные минеральные виды (за исключением обломочных зерен апатита и органических остатков). Большая часть P по-видимому накоплялась в виде примеси коллофана (скрытокристаллического фосфата) к основной массе породы. Логнормальное распределение P_2O_5 в различных породах подтверждает приуроченность P к одному минеральному виду.

Таким образом, можно сделать выводы.

1. В карбоне Донбасса отсутствует связь между концентрацией P и гранулометрическим спектром отложений, т. е. проявляется так называемое неупорядоченное распределение, указывающее на слабую дифференциацию вещества. Среднее содержание P_2O_5 в различных породах в общем соответствует среднему содержанию в осадочных породах (0,2%).

2. Основная масса P выносилась из области сноса в растворах или в виде обломочного апатита. Роль последнего в общем балансе P в породах незначительна. По суммарным данным большее количество P связано в осадках, находившихся ближе к области сноса.

3. Концентрация P в морских и переходных фациях гумидного климата примерно одинакова. Заметно уменьшается она при существенно восстановительных или окислительных условиях осадконакопления (болотные фации и пестроцветы), что позволяет использовать степень обогащенности пород P в качестве и дополнительного индикатора указанных обстановок. Обогащение P карбонатных пород в значительной степени происходило за счет скелетных частей морских организмов.

Список литературы: 1. *Борисенко Ю. А.* Количественные взаимоотношения составных частей обломочных пород верхнего палеозоя Донбасса. — Вестн. Харьк. ун-та, № 184. Геология и география Левобережной Украины, вып. 10. — Харьков: Вища школа, 1979, с. 6—10. 2. *Борисенко Ю. А., Макаров И. А., Майданович И. А.* Особенности конседиментационного развития складчатых и солянокупольных структур северо-западной окраины Донбасса. — Геол. журн., 1974, т. 34, вып. 3, с. 135—141. 3. *Зарицкий П. В.* Минералогия и геохимия диагенеза угленосных отложений. Ч. 1: — Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1970. — 224 с. 4. *Зильберминц В. А., Маслов В. П.* К литологии каменноугольных известняков Донецкого бассейна. — Тр. ин-та прикл. минералогии и металлургии, 1928, вып. 35. — 215 с. 5. *Карпова Г. В., Шевякова Э. П.* Вулканогенный материал в осадочных и осадочно-вулканогенных формациях Большого Донбасса. — В сб.: Осадочные и осадочно-вулканогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые. — Киев: Наук. думка, 1975, с. 123—137. 6. Приложение к выпуску 5 геолого-химической карты Донецкого бассейна. — Харьков: Укргостоптехиздат, 1941. — 384 с. 7. *Рудометов Б. П.* Угленосность и условия накопления отложений свиты S_1^7 западной части Донецкого бассейна. — Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук, 1969. — 18 с.

Поступила в редколлегию 23.11.79.

П. В. ЗАРИЦКИЙ, д-р геол.-минерал. наук,
В. П. СУББОТИН

МЕЖУГОЛЬНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ПРОСЛОИ (ТОНШТЕЙНЫ) ДОНБАССА И ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ

В литературе, посвященной изучению специфических межугольных прослоев — тонштейнов, наименее освещены их физико-механические свойства и особенности.

Для характеристики физико-механических и некоторых других свойств использованы результаты лабораторного изучения 142 образцов тонштейнов, отобранных в 18 угольных пластах всех трех отделов карбона в Красноармейском, Донецко-Макеевском и Чистяково-Снежнянском угленосных районах Донбасса, а также полевых наблюдений.

1. Размокаемость. Как правило, обычные (каолинитовые) тонштейны в воде не размокают, хотя иногда в воде распадаются на мелкие остроугольные или уплощенные кусочки. В трех редких случаях, когда прослой тонштейна сложен нацело монтмориллонитом [1] или средняя их часть смешанослойной монтмориллонит-гидрослюдистой фазой [2], они даже в условиях обводненных горных выработок шахт размокают с набуханием и образованием пластической массы.

2. Влажность колеблется в пределах 0,52—8,86%, однако влажность половины образцов — до 3%, 71% — до 4%, в Чистяково-Снежнянском районе — до 2%, образцов из нижнего карбона — до 1,2%.

3. Влажность водонасыщения всегда, естественно, несколько выше влажности образцов в воздушно-сухом состоянии. Минимальная разность между этими показателями 0,08%, максимальная — 1,49%, при средней — 0,41%, что свидетельствует в целом о низкой пористости этих пород.

4. Пористость укладывается в пределы: 0,79—19,24%. При этом треть образцов характеризуется низкой пористостью — до 5%, другая треть — 5—10%, остальные — более 10%. Наблюдается четкая корреляция между пористостью и разностью влажности водонасыщения и влажности.

5. Объемная масса колеблется в пределах: 2,0—2,67 г/см³, причем для большинства изученных образцов (74,1%) характерны пределы 2,3—2,67 кг/см³.

6. Удельная масса укладывается в пределы: 2,09—2,89 г/см³, причем большинство образцов (95,2%) характеризуется удельной массой 2,45—2,89 г/см³. Вариации удельной и объемной массы объясняются неодинаковым содержанием легкого углестого вещества, аутигенных карбонатов, сульфидов, неодинаковой пористостью.

7. **Предел прочности.** Основная масса образцов испытывалась при сжатии в естественном сухом состоянии. Пределы прочности оказались весьма широкими: 2—787 кгс/см². Более половины образцов (54%) характеризуются пределом прочности до 300 кгс/см². Более высокая прочность при сжатии остальных образцов объясняется цементирующим влиянием аутигенных образцов минералов (кварц, карбонаты, сульфиды) и структурно-текстурными особенностями. Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии (11 обр.) в каждом конкретном случае оказался существенно ниже (вариации от 159 до 587 кгс/см²), чем для тех же образцов в сухом состоянии. Установлены также весьма низкие пределы прочности тонштейнов (3 образца) при растяжении по сравнению с прочностью их при сжатии (соответственно 54 и 431, 13 и 321, 13 и 387 кгс/см²).

По сумме перечисленных признаков тонштейны заметно отличаются от обычных терригенных пород карбона (аргиллитов, алевролитов, песчаников), слагающих кровлю и почву угольных пластов или образующих межугольные прослои. Добавим к этому, что тонштейны определенно отличаются от этих пород и малой твердостью (чертятся ногтем), обычно более светлыми окрасками с буроватым оттенком. Знание всех этих свойств тонштейнов и умение определять некоторые из них в полевой обстановке облегчает идентификацию тонштейнов и тем самым использование их при решении ряда практических вопросов угольной геологии [3].

Список литературы: 1. *Брайловская М. С.* О бентонитовом горизонте в угольных пластах отложений среднего карбона на площади Петриковского месторождения Западного Донбасса. — Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование. Т. 2, ч. 2. — М.: Недра, 1973, с. 79—83. 2. *Зарицкий П. В.* Необычный тонштейн из пласта угля n_1 верхнего карбона Донецкого бассейна. — Докл. АН УССР. Сер. Б, 1979, № 2, с. 87—90. 3. *Зарицкий П. В.* Каолиновые прослои в угольных пластах Донецкого бассейна и их коррелятивное значение. — Осадконакопление и генезис карбона углей СССР. — М.: Наука, 1971, с. 151—162.

Поступила в редколлегию 09.01.80

УДК 550.4:551.4(477.61/62)

Л. В. ЛАПЧИНСКАЯ, Н. Е. ЖУРАВЕЛЬ, Е. А. ВУГАЕВА

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ КРАСНОПОПОВСКОЙ СТРУКТУРЫ (СЕВЕРНЫЙ ДОНБАСС)

По сравнению с хорошо изученными районами Казахстана, Урала, Средней Азии, юга Западной Сибири ландшафтно-геохимические особенности Северо-Востока Украины исследованы недостаточно. На протяжении 1972—1979 гг. сотрудники кафедры общей геологии и палеонтологии Харьковского университета

та изучали геохимические свойства площади Краснопоповского подземного хранилища газа (ПХГ), расположенного на юго-западе Ворошиловградской области в нижнем течении реки Красной.

По особенностям водной миграции в горизонте А почв Краснопоповского ПХГ можно выделить четыре класса элементарных геохимических ландшафтов [4].

1. Кальций класс (Ca^{2+}) — элювиальные, трансэлювиальные, элювиально-аккумулятивные элементарные ландшафты степных водоразделов и склонов.

2. Карбонатно-глеевый класс Ca^{2+} — Fe^{2+} — трансэлювиальные, трансупераквальные пойменных лугов и болот.

3. Кислый класс (H^-) — неэлювиальные элементарные ландшафты сосновых лесов песчаных надпойменных террас р. Красной.

4. Кислый-глеевый класс (H^- — Fe^{2+}) — неэлювиальные аккумулятивные элементарные ландшафты болотных урочищ высоких песчаных террас р. Красной.

Важнейший показатель геохимических процессов в элементарных ландшафтах — распределение веществ по профилю почв (2, 5). В табл. 1 приведены для генетических горизонтов исследуемых почв элювиально-аккумулятивные коэффициенты ($K_{эа}$), рассчитанные по отношению концентрации микроэлемента в материнской породе к его концентрации в генетическом горизонте.

Почвы элементарных ландшафтов Ca^{2+} -класса, представленные черноземами обыкновенными среднегумусовыми, характеризуются накоплением в горизонте А элементов Mn , Cu , Co , Ni . В горизонте В интенсивно накапливаются B , Ba , Cr , Ti , Sr , Ni .

Для почв супераквальных элементарных ландшафтов Ca^{2+} — Fe^{2+} -класса, представленных лугово-черноземными и лугово-болотными почвами, отмечены наибольшие различия $K_{эа}$ по генетическим горизонтам. Наиболее высокое значение $K_{эа}$ для B , Mn , Co , Ba , Cr , Sr , V отмечены в горизонте АВ. В горизонте А аккумулируются B , Cu , Cr , Ni .

Почвы неэлювиальных элементарных ландшафтов H^- и H^- — Fe^{2+} классов (дерново-песчаные слабоподзолистые и торфяно-подзолистые), характеризуются наименьшей дифференциацией $K_{эа}$. Наиболее беден микроэлементами горизонт A_2 , из которого выносятся B , Mn , Cu , Cr , Co , Ti , Ba , Sr .

В горизонте A_1 этих почв отмечены концентрации B , Mn , Cu , Cr , Ba , V , Ni , Sr , а в горизонте B — Mn , Cu , Cr , Ti , Ba . В общих чертах распределение микроэлементов по профилю почв Краснопоповской структуры отражают общие морфологические особенности почв Украины [1].

Геохимическое изучение почв элементарных ландшафтов долины р. Красной показывает, что наибольшее влияние

Таблица 1

Распределение элювиально-аккумулятивных коэффициентов (Кэа)
по профилю почв Краснопоповской структуры

Тип почв	Индекс генетических горизонтов	B	Mn	Cu	V	Ni	Cr	Co	Ti	Ba	Sr	PH
Черноземы обыкновенные, средне гумусовые	A	1,15	1,35	1,66	0,63	1,10	1,0	1,15	0,66	0,83	1,0	6,5
	AB	1,25	0,89	1,10	0,80	0,80	1,25	0,95	1,25	1,0	1,10	7,0
	B	1,33	1,05	0,75	0,90	1,20	1,10	1,0	1,70	1,6	1,33	8,1
(n=10)	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7,5
Лугово- черноземные почвы	A	(0,003*)	(0,08)	(0,0025)	(0,01)	(0,004)	(0,007)	(0,0015)	(0,45)	(0,07)	(0,025)	
	AB	1,20	1,05	2,05	0,61	1,15	1,10	1,10	0,9	1,15	1,0	6,6
	B	1,09	2,40	1,20	1,10	0,90	1,10	1,33	1,02	1,33	1,15	7,0
(n=8)	1	1,05	0,25	1,05	0,80	0,90	1,0	0,90	1,10	1,01	1,0	7,0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7,0
	C	(0,0015)	(0,12)	(0,0008)	(0,0015)	(0,0017)	(0,006)	(0,001)	(0,27)	(0,02)	(0,018)	
Дерново-песчаные, слабоподзоли- стые	A ₁	1,10	1,40	1,10	1,20	1,20	1,05	1,0	0,8	1,10	1,05	5,6
	A ₂	0,50	0,40	0,85	1,00	1,05	0,63	0,9	0,5	0,85	0,90	5,0
	B	0,85	2,10	1,05	1,00	1,00	1,10	1,0	1,2	1,10	0,95	7,2
(n=25)	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7,0
		(0,001)	(0,01)	(0,0004)	(0,0005)	(0,0012)	(0,0016)	(0,0009)	(0,02)	(0,01)	(0,008)	

* Примечание: Содержание элемента в материнском горизонте в %.

Распределение коэффициентов биологического поглощения (КБП)
в растительных ассоциациях Краснопоповской структуры

Растительная ассоциация	Коэффициент биологического поглощения (КБП)															
	B	Al	Si	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Sr	Zr	Ba	Fe	Pb
Дубово-ясеневно-кленовая (элювиальные и транс- элювиальные э. л.)	7,7	0,6	0,4	6,1	0,4	0,7	0,8	1,5	0,8	1,0	1,0	1,5	0,1	0,2	1,1	0,6
Злаково-разнотравная (элювиальные и транс- элювиальные э. л.)	2,7	0,9	0,5	11,4	0,2	0,5	0,2	1,2	0,7	0,7	1,5	1,8	0,2	1,7	1,3	1,5
Разнотравно-луговая и лугово-болотная (транс- супераквальные э. л.)	2,7	0,3	0,35	11,9	0,09	0,5	0,2	25,0	1,0	1,4	4,0	2,4	0,3	0,2	2,7	1,0
Сосново-вейниково-осо- ковая (неэлювиальные элементы ландшафта)	5,6	5,2	0,35	23,1	0,3	8,0	4,0	200	1,2	1,0	8,0	2,0	0,2	1,2	15,0	3,7
Березово-ольховая бо- лотная (неэлювиаль- ные-аккумулятивные э. л.)	5,1	1,1	0,5	12,5	0,3	8,0	7,0	28	1,2	1,4	5,0	1,4	0,2	1,0	5,0	1,3

в распределении микроэлементов по профилю оказывают геохимические барьеры [3, 4].

Гумусовые горизонты А всех типов обогащены биофильными элементами В, Мп, Сu, Со, которые попадают сюда с опадом листьев и трав и обуславливают наличие биогеохимического барьера.

В иллювиальном горизонте Вк черноземов и дерново-песчаных почв отмечается щелочной барьер ($pH=8$), на котором осаждаются: Ва, В, Sr, Ti, Ni.

В горизонтах АВ и ВС лугово-черноземных и дерново-песчаных почв, геохимические условия которых определяют глеевые воды, отмечен окислительно-восстановительный (глеевый) барьер, приводящий к осаждению в этих горизонтах Мп, Сu, Ва, Ti, Cr. Относительно слабая дифференциация Кэа в почвах дерново-песчаных неозювиальных ландшафтов объясняется бедностью материнских кварцевых песков микроэлементами. Химический состав живого вещества ландшафта является важным систематическим признаком последних [4]. Чтобы определить биологическое поглощение микроэлементов в растительных ассоциациях, рассчитали коэффициенты биологического поглощения (КБП) на основе соотношения концентрации микроэлемента в растении к его содержанию в почве [3, 4]. Анализируя табл. 2, отметим что колебания КБП могут изменяться от 10п до Оп, что указывает на значительное накопление некоторых элементов (В, Са, Мп, Sr) и на присутствие элементов слабого биологического захвата (Si, Ti). Отмечается избирательная аккумуляция многих элементов по растительным ассоциациям, так, степные ассоциации интенсивно накапливают В, Са, Мп, Sr, Fe, лесные — V, В, AL, Са, Cr, Мп, Ni, Со, Сu, Ва, Fe, Bb, Sr, луговые — В, Са, Со, Мп, Fe, Pb, Ni, Sr, Сu.

Таким образом, можно сделать выводы, что геохимические показатели элементарных ландшафтов Краснопоповской структуры контрастны. Это определяется неоднородностью литологии и различными условиями увлажнения. Распределение микроэлементов по профилю почв зависит от типа почв и определяется геохимическими барьерами. В растительных ассоциациях Краснопоповской структуры интенсивно накапливаются Са, Мп, Сu, В, Со и другие элементы. Отмечается избирательное накопление химических элементов по растительным ассоциациям.

Список литературы: 1. Атлас почв Украинской ССР/Под ред. Н. К. Крупского. — Киев: Урожай, 1979. 152 с. 2. Геохимическое исследование метаболизма в геосистемах/Под ред. В. А. Сытко. — Новосибирск. Наука, 1977. 150 с. 3. Перельман А. И. Биокосные системы земли. — М.: Наука, 1977. 350 с. 4. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. — М.: Высшая школа, 1975. 350 с. 5. Розапов Б. Г. Генетическая морфология почв. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. 200 с.

Поступила в редколлегию 30.01.80.

А. В. ИЛЬЮХИНА, канд. геол.-минерал. наук,
В. Н. ГОРСТКА, канд. геол.-минерал. наук

К ВОПРОСУ О ДРЕВНИХ ПОРОДАХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Ряд работ [1—3], посвященных вопросам геотектонической и генетической интерпретации глубинных зон Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ), содержат сведения о минералого-петрографическом и петрохимическом составе пород фундамента северо-западной, юго-восточной и центральной частей впадины. Сделаны выводы о генетической и возрастной аналогии комплексов фундамента впадины и Украинского кристаллического щита. Несмотря на это наши знания о вещественном составе фундамента ДДВ далеко неполны. Значительный интерес представляет скважина Михайловская-100, вскрывшая породы фундамента мощностью 622 м. Она была заложена в южной приобортовой части ДДВ с целью поисков нефти и газа в нижнекаменноугольных и девонских отложениях. Скважиной вскрыта мощная толща (более 3500 м) осадочных пород фанерозоя. С глубины 3828 м и до 4450 м, т. е. до забоя скважины наблюдаются кристаллические породы, представленные в основном интенсивно измененными, катаклазированными гранитоидами. В большинстве своем породы относятся к ряду нормального гранита. Определить их более точную классификационную принадлежность не представляется возможным в связи с их измененностью и катаклизом. Это розовато-зеленые неравномерно-зернистые породы, состоящие из кварца, плагиоклаза, микроклинперита и биотита. Местами количество кварца уменьшается и по своему составу порода приближается к гранодиориту. Как уже отмечалось, все минералы сильно изменены и катаклазированы. Зерна кварца обладают волнистым угасанием, а в местах интенсивного катаклаза раздроблены и сцементированы эпидот-хлоритовым агрегатом.

Плагиоклаз эпидотизирован, в зонах интентивного катаклаза его двойники изогнуты, а часто даже разорваны. Микроклинперит серицитизирован. Биотит сохраняется только в единичных шлифах, в большинстве же случаев он замещен хлоритом, который вместе с эпидотом придает зеленую окраску всей породе. Аксессуарные минералы представлены апатитом и рудными минералами. В качестве вторичного минерала, кроме упомянутых эпидота, хлорита и серицита, почти повсеместно наблюдается кальцит, который часто выполняет трещины. Структуры пород катакластические, реже бластогранитовые, часто с элементами диаблестических.

В интервале 4302—4313 м среди описанных выше пород наблюдаются темно-зеленые мелкозернистые диабазы, состоящие

из сильно хлоритизированного моноклинного пироксена и плагиоклаза. В диабазах присутствуют единичные зерна кварца. Как вторичный минерал повсеместно наблюдается кальцит. В диабазах хорошо выражены офировые структуры.

Породы, сходные с описанными в скважине Михайловской-100, упоминаются в работах [4, 5], где отмечается, что катаклазиты и милониты встречаются в различных частях ДДВ и имеют локальное распространение. Отмечается приуроченность катаклазитов и милонитов к субширотным разломам, отделяющим впадину от УКЩ.

Судя по имеющимся данным о районировании кристаллического фундамента ДДВ [2], комплекс микроклиновых гранитов, гранодиоритов и пегматитов характерен для Орехово-Павлоградской зоны глубинных разломов, имеющих субмеридиональное простирание. Согласно этим данным они имеют абсолютный возраст 1800—2300 млн. лет (PR_1 — PR_2).

Список литературы: 1. *Ткачук Л. Г., Хоменко В. А., Рябоконь С. М.* О петрографическом составе кристаллического фундамента ДДВ. — Геол. журнал 1973 г. № 33, вып. 6, с. 64—72. 2. *Шевякова Э. П., Индутный В. Ф.* Петрохимические особенности кристаллических пород фундамента Днепровско-Донецкой впадины. — Киев: Наук. думка, 1978. — 153 с. 3. *Усенко И. С.* Фундамент Днепровско-Донецкой впадины. — В кн.: Геологическое строение и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины у северо-западной окраины Донбасса. — Киев: Изд-во АН УССР, 1954, с. 35—52. 4. *Семеновко Н. П.* Парагенетический анализ и систематика метаморфических пород. — Киев: Изд-во АН УССР, 1954. — 60 с. 5. *Шевяксова Э. П.* Породы кристаллического фундамента юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины и юго-западных окраин Донбасса. — В кн.: Природные и трудовые ресурсы левобережья Украины и их использование. Ч. 2. — 1973, т. 12, с. 83—89.

Поступила в редколлегию 14.12.79.

УДК 550.42:549.514.53(477)

В. Г. КОСМАЧЕВ, канд. геол.-минерал. наук,
Н. М. ЖУК

К ХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ НЕКОТОРЫХ МАГМАТОГЕННЫХ ОПАЛОВ УКРАИНЫ

Спектральному анализу были подвергнуты опалы пегматитов Волыни, а также гиалиты и опалы, связанные с постмагматическим замещением преимущественно средних вулканитов Закарпатья. Обоснование магматогенной природы этих опалов имеется в ряде работ [1—4]. Анализы выполнены на спектрографе СТЭ-1 с последующим фотометрированием спектров проб и эталонов. Это позволило получить приближенные количественные содержания Al, Fe, Ca, Mg, и визуальным сравнением интенсивности почернения линий других элементов на спектрах проб и эталонов по принципу полуколичественного определения

Массовая доля некоторых химических элементов-примесей в магматогенных опалах Украины

Характеристика образцов	Месторождение	Химические элементы, %										
		Al	Fe	Mn	Ti	Ca	Mg	Ba	Cu	Zn	Zr	Y
I	Светло-желтый опал	0,14	0,10	0,002	0,0050	0,015	0,010	0,012	0,0005	0,008	0,0080	0,0020
	Черный опал с сорг	0,06	0,15	0,001	0,0025	0,020	0,020	0,010	0,0004	0,008	0,0080	0,0025
II	Имтичево	0,10	0,08	0,010	0,0025	0,090	0,030	0,015	0,0003	0,006	0,0020	—
	Гиалит	0,17	0,60	0,005	0,0150	0,100	0,020	0,025	0,0015	0,006	0,0032	0,0012
	Гиалит	0,20	0,17	0,005	0,0150	0,050	0,020	0,050	0,0010	0,008	0,0020	0,0025
	Белый опал	0,19	0,7	0,006	0,0100	0,040	0,020	0,015	0,0025	0,006	0,0063	0,0032
	Белый опал	0,15	0,2	0,001	0,0010	0,020	0,020	0,025	0,0008	0,010	0,0010	0,0032
III	Зеленые опалы с преобладающей примесью нонтронита	0,08	2,0	0,032	0,0010	0,009	0,030	0,010	0,0015	0,006	0,0015	0,0010
	Оноковцы	0,06	0,5	0,004	0,0008	0,007	0,015	0,012	0,0008	0,006	0,0015	0,0010
	Каменница	0,15	0,4	0,004	0,0020	0,020	0,020	0,010	0,0006	0,006	0,0020	0,0010
	Каменница	0,04	3,6	0,100	0,0015	0,010	0,010	0,010	0,0032	0,005	0,0020	0,0015
	Коричневато-бурые опалы с преобладающей примесью гидроокислов железа	0,05	1,6	0,008	0,0008	0,017	0,010	0,008	0,0015	0,006	0,0008	0,0020
	Рокосово	0,10	4,4	0,150	0,0020	0,020	0,025	0,015	0,0003	0,008	0,0020	0,0015
	Оноковцы	0,06	4,0	0,150	0,0008	0,030	0,025	0,008	0,0010	0,008	—	0,0032
	Оноковцы	0,04	0,6	0,003	0,0005	0,010	0,010	0,010	0,0003	0,006	0,0008	0,0015

Примечание. — опалы пегматитов Воляни; II — гиалиты Закарпатья; III — опалы, связанные с унгва-ритизацией андезитов и андезитовых туфов Выгорлат-Гутинской гряды Закарпатья.

(таблица). Кроме указанных в таблице установлены следующие химические элементы: V — в опалах из измененных средних вулканитов — 0,01—0,025%, в остальных опалах — около 0,001%; Be — в образцах из пегматитов — 0,0005—0,001%, в остальных — около 0,0003%; вблизи порога чувствительности анализа во всех пробах установлены Nb, Ta (0,001—0,003%), Co, Ni, Pb, В (около 0,001%), Tl (0,0004—0,0006%), следы Mo, Bi, Ag. Полученные результаты спектрального анализа вполне удовлетворительно согласуются с опубликованными данными по опалу пегматитов Воьлини (11 анализов [1, 2]) и отличаются более низкими значениями содержания ряда элементов от анализов трех унгваритов, приведенных в работе [5].

Анализ имеющихся данных (с учетом опубликованных материалов [1, 2]) свидетельствует о том, что различные химические элементы неодинаково распределены в опалах магматогенных месторождений, так что с определенной условностью их можно группировать следующим образом.

1. Химические элементы, для которых характерны большие вариации содержания в опалах даже отдельных месторождений — Fe, Mn, Al. Обычно, эти элементы находятся в составе сингенетичных тонкодисперсных минеральных, а также химических примесей, пигментирующих опал. Например, относительно высокие содержания этих элементов в некоторых опалах унгваритового типа обусловлены примесью нонтронита и гидроксидов железа.

2. Химические элементы с довольно сходной концентрацией в опалах различных месторождений — Mg, Ba, Co, Ni, Ti, Cu, Pb, Zn, Ag, Bi, Nb, Ta, Zr, Mo, Tl, Y, В.

3. Химические элементы, содержащиеся в больших количествах в опалах определенных генетических типов месторождений — V, в большей мере присущий опалам измененных средних вулканитов; Са, тяготеющий к гналитам; Be, содержащий в несколько больших количествах в опалах пегматитов. В опалах других месторождений эти элементы имеют более низкие и достаточно однообразные концентрации.

Приведенные материалы свидетельствуют о целесообразности более детального изучения химизма опалов с получением статистических данных, которые могут быть полезны при разработке вопросов типоморфизма опалов.

Список литературы: 1. *Минералогия* и генезис камерных пегматитов Воьлини /Е. К. Лазаренко, В. И. Павлишин, В. Т. Латыш, Ю. Г. Сорокин. — Львов, 1973. — 359 с. 2. *Сливко М. М., Павлишин В. И.* О находке в пегматитах Воьлини опалов, содержащих органическое вещество. — *Минерал. сб.*, 1967, № 21, вып. 1, с. 100—103. 3. *Лазаренко Э. А.* Схема возрастной и генетической классификации неогенных послемагматических образований Закарпатья. — В кн.: *Проблемы геологии и рудоносности неогена Закарпатья.* — Львов: Изд-во при Львовск. ун-те, 1966, с. 62—64. 4. *Космачев В. Г.* Эндогенные проявления поделочного опала на Украине. — *Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география Левобережной Украины*, 1978, вып. 9, с. 13—15.

Поступила в редколлегию 27.11.79.

УДК 549.514.5(477)

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

О ДРЕВЕСНОМ ОПАЛЕ ОСИНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Замещенные опалом обломки древесины были собраны на правом берегу р. Айдар близ села Осиново Новопокровского района Ворошиловградской области, где они приурочены к эоценовым пескам и песчаникам, залегающим на меловой системе. Эти псевдоморфозы и аналогичные окаменелости расположен-

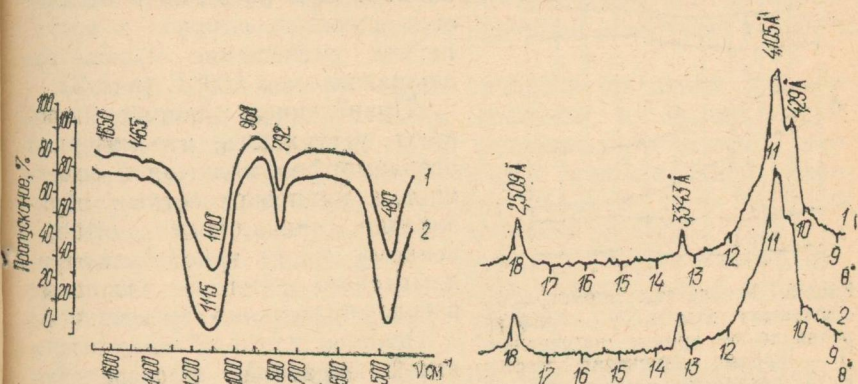


Рис. 1. ИК-спектры поглощения осиновских опалов: 1 — белый древесный опал; 2 — волокнистый материал поверхности псевдоморфоз

Рис. 2. Дифрактограммы осиновских опалов. УРС-50 ИМ, 2°/мин, $\text{Cu K}\alpha$:
1 — древесный опал; 2 — волокнистый материал

ных поблизости других местонахождений неоднократно упоминались в литературе в связи со стратиграфическими и палеоботаническими исследованиями (обычно как «окаменелые обломки древесины», «остатки окремнелой древесины» и т. п., например [1]) и даже подвергались микроскопическому изучению, в ходе которого обнаружилась прекрасная сохранность клеточного строения древесины, что показал М. Крендовский еще в 1880 г. [2].

Размеры отдельных кусков замещенной опалом древесины различны. Обычно обломки имеют до 10—15 см в длину и 5—6 см в поперечнике, но встречаются и более крупные. Цвет их белый, сероватый, с органическим веществом связана более темная коричневато-бурая и почти черная окраска. Изредка на поверхности некоторых обломков можно наблюдать тонковолокнистый белый материал, подобный волокнистым

образованиям опаловых псевдоморфоз по древесине из Восточного Крыма [3]. Ниже приведены некоторые результаты минералогического изучения псевдоморфоз.

Подвергнутые исследованию образцы оптически изотропны; их показатели преломления, измеренные в иммерсионных препаратах, близки 1,435. Полученные ИК-спектры (рис. 1) фиксируют полосы поглощения, общие для различных модификаций кремнезема, и хорошо согласуются с известными данными. В частности, они сходны со спектром «стекловидного опала», опубликованном в работе [4]. Дифрактограммы (рис. 2) содержат отчетливые максимумы 4,29; 4,10; 2,50 Å, свойственные опалу кристобалит—тридимитового типа [5]. Рефлекс 3,34 Å обусловлен некоторой примесью кварца. При нагревании отмечается довольно плавное и постепенное уменьшение массы, завершающееся к 600°С (рис. 3).

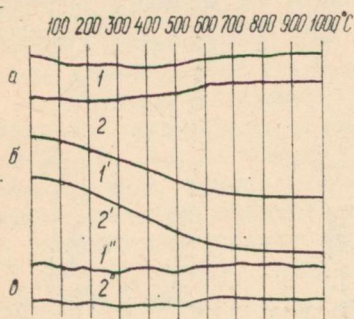


Рис. 3. Результаты термографии осиновок опалов. А — дифференциальные кривые нагревания; Б — кривые изменения массы; В — дифференциальные кривые изменения массы; 1 — древесный опал; 2 — волокнистый материал

рассматривать как интересный и эффективный ювелирно-поделочный камень.

Список литературы: 1. Мороз С. А., Савронь Э. Б. Кайнозойские моря Донбасса. — Киев: Вища школа, 1975. — 200 с. 2. Крендовский М. Описание окаменелых деревьев, собранных преимущественно на юге России. — Тр. о-ва испытателей природы при Харьк. ун-те, 1880, т. 13, с. 213—246. 3. Макаров В. Н., Белокрыс Л. С. О волокнистом опале из доломитов Ленинского карьера (Керченский полуостров). — Конституция и свойства минералов, 1969, вып. 3, с. 120—126. 4. Плюснина И. И., Малеев М. Н., Ефимова Г. А. Исследование скрытокристаллических разновидностей кремнезема методом ИК-спектроскопии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1970, № 9, с. 78—83. 5. Jones J. B., Segnit E. R. The nature of opal. — Journal of the Geological Society of Australia, 1971, vol. 18, part 1, p. 57—68.

Поступила в редколлегию 27.12.79.

И. И. ЛИТВИН, канд. геол.-минерал. наук,
М. Ф. ХИЖНЯК

О ПРЕДПОСЫЛКАХ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЕРАМЗИТОВОГО СЫРЬЯ В ХАРЬКОВСКОЙ, СУМСКОЙ И ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТЯХ

Керамзит — керамический строительный материал, получаемый путем обжига пород при температуре до 1250°C. Он имеет ячеистую вспученную структуру, обусловленную наличием закрытых пор и малую объемную массу. Применяется керамзит главным образом в качестве наполнителя различных типов облегченных бетонов. Для его производства используются глины, суглинки, глинистые сланцы, аргиллиты, алевролиты; в последнее время — кремнисто-глинистые породы и некоторые разновидности трепелов.

Качество керамзитового сырья определяется преимущественно его химико-минералогическим составом и дисперсностью. Лучше всего вспучиваются глины гидрослюдисто-монтмориллонитовые и гидрослюдисто-каолинитовые с преобладанием гидрослюда [1]. Чисто монтмориллонитовые глины не дают типичной для керамзита структуры, имеют короткий интервал размягчения и подвержены оплавлению. Глины, сложенные минералами группы каолинита, при установленных для получения керамзита оптимальных температурных режимах обжига не вспучиваются.

Пригодность сырья для получения керамзита зависит также от его химического состава и степени дисперсности [3, 5]. Так, глинистые породы с содержанием SiO_2 более 70% обычно не вспучиваются, а грубодисперсные фракции глин отрицательно влияют на этот процесс.

Все изложенное выше, а также практика поисковых и разведочных работ с учетом литературных данных [4] позволяют установить для изученной территории следующие основные предпосылки поисков сырья для производства керамзита.

Стратиграфические предпосылки. Месторождения сырья для производства керамзита приурочены к четвертичным, плиоцен-четвертичным, верхнемиоценовым, нижнеберекским, верхнекиевским и нижнеюрским отложениям. Предположительно они могут быть выявлены также в верхнетриасовых отложениях, в которых до настоящего времени неизвестны.

Наиболее перспективными для обнаружения месторождений керамзитового сырья являются четвертичные отложения. Четвертичные отложения менее перспективны по горнотехническим условиям залегания, хотя среди них могут быть обнаружены месторождения сырья более высокого качества, чем в четвертичных.

Литолого-фациальные предпосылки. Цвет керамзитовых глин может быть темно-серым до черного, зеленовато-серый или красно-бурый с различными оттенками. Зеленовато-серая окраска характерна для глинистых пород монтмориллонитового состава и глин, содержащих глауконит, темно-серая и черная могут указывать на присутствие органического вещества.

Керамзитовые глины не должны быть запесочены и содержать фракции более 0,25 мм. По пластичности они относятся к средне- и высокопластичным. Вредными примесями в керамзитовом сырье являются твердые карбонатные включения. Керамзитовое сырье приурочено к глинистым морским и континентальным отложениям. Продуктивными являются морские среднепалеогеновые отложения. Более широко распространены континентальные отложения, с которыми связаны месторождения керамзитового сырья. Среди них выделяются: озерные, представленные зеленоватыми глинами змиевского горизонта берекской свиты; озерно-элювиальные — пестрые глины плиоцена; элювиальные — плиоцен-четвертичные красно-бурые глины; золово-делювиальные — четвертичные суглинки и лессовидные породы.

Аллювиальные, аллювиально-делювиальные, ледниковые и морские относительно глубоководные отложения существенного значения для выявления месторождений керамзитового сырья не имеют.

Структурные предпосылки. Нижнеюрские и, возможно, верхнетриасовые глинистые породы, пригодные для получения керамзита, приурочены к склонам антиклинальных структур юго-востока Харьковской области.

Месторождения керамзитовых глин берекской свиты встречаются в межкупольных впадинах центральной части Днепровско-Донецкой впадины. Пестрые плиоценовые глины, верхний горизонт которых представляет интерес в качестве сырья для керамзита, также встречаются с одновременным переходом в толщу красно-бурых глин главным образом на крыльях и в центральных частях таких впадин.

Геоморфологические предпосылки. Месторождения четвертичных глинистых пород, пригодных для производства керамзита, встречаются на приводораздельных площадях плато и плиоценовых террас, вне склонов современных оврагов и балок.

Для выявления месторождений керамзитового сырья дочетвертичного возраста наиболее перспективными являются площади, расчлененные овражно-балочной системой. Большинство месторождений и проявлений керамзитовых глинистых пород тяготеет к плато правобережья рек.

Установленные поисковые предпосылки свидетельствуют о том, что наиболее оптимальные площади для обнаружения качественного сырья для производства керамзита могут быть определены по следующим стратиграфическим продуктивным

горизонтам: четвертичному, плиоцен-четвертичному, неогеновому, палеогеновому и нижнеюрскому. Эти площади должны намечаться с учетом всех предпосылок поисков, в первую очередь литолого-фациальных, а также имеющихся фактических данных по результатам ранее проведенных геологосъемочных, поисковых и разведочных работ.

Список литературы: 1. Каленов Е. М. Влияние вещественного состава глинистых пород на вспучиваемость их при скоростном обжиге. — В сб.: Глины, их минералогия, свойства и практическое значение. — М.: Наука, 1970, с. 249—252. 2. Литвин И. И., Хижняк М. Ф., Шапошников Д. П. Полезные ископаемые Харьковской области. — Вестн. Харьк. ун-та, № 162. Геология и география Левобережной Украины, 1977, вып. 8, с. 3—8. 3. Онацкий С. П. Производство керамзита. — М.: Стройиздат, 1971. — 311 с. 4. Перфильев Н. И. Методические указания по поискам и разведке месторождений керамзитового сырья. — М.: Недра, 1971. — 104 с. 5. Сафонов В. С., Шен В. И., Савина В. Г. К вопросу оценки пригодности глинистого сырья для производства керамзита по химическому составу. — В сб.: Снижение материалоемкости и повышение долговечности строительных изделий. — Киев: Будівельник, 1974. с. 58—63.

Поступила в редколлегию 26.12.79.

УДК 553.623

И. И. ЛИТВИН, канд. геол.-минерал. наук, Е. А. РЯЗАНОВ,
Б. Г. ЧЕРВОНЫЙ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ПЕСКОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Природные пески используются в качестве мелкого заполнителя бетона, для изготовления строительных растворов, силикатного кирпича и других силикатных изделий, в строительстве автомобильных, железных дорог и т. д. Общие требования к природным пескам, применяемым для изготовления бетонов, строительных растворов и устройства дорожных одежд, определяются в настоящее время ГОСТ 8736-77. Помимо общих требований к пескам, используемым строительной промышленностью для различных целей, предъявляются дополнительные требования, определяемые соответствующими стандартами и техническими условиями.

Бетоны. Одним из важнейших искусственных строительных материалов в настоящее время является бетон, который получают в результате твердения смеси, состоящей из вяжущих веществ, заполнителя и воды. Бетон, содержащий стальную арматуру, называется железобетоном [5].

По объемной массе бетоны делятся на тяжелые (более 1800 кг/м³) и легкие (менее 1800 кг/м³). По виду вяжущего вещества бетоны бывают цементные, силикатные, гипсовые, на органических вяжущих материалах. По назначению различают

бетоны обычные, гидротехнические, дорожные, специальные (жаростойкие, кислотостойкие, щелочестойкие и др.).

Обычные тяжелые бетоны используются для изготовления сборных, монолитных бетонных и железобетонных конструкций, деталей промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Технические требования к природному песку, применяемому в качестве заполнителя для обычного тяжелого бетона, определяются ГОСТ 10268-70. В качестве заполнителей используются только крупные и средние пески. Применение мелких по ГОСТ 8736-77 природных песков для приготовления обычного бетона не допускается без укрупняющей добавки. Пригодность для обычного бетона природного песка, содержащего примеси или включения зерен рудных минералов, аморфных или других реакционно-способных разновидностей кремнезема, слюды, а также сернистых и сернистых соединений, определяется специальными исследованиями.

Бетон гидротехнический применяется для строительства плотин, шлюзов, опор мостов, облицовки каналов и др., т. е. сооружений или их отдельных частей, которые постоянно или периодически контактируют с водой. По ГОСТ 4795-68 гидротехнический бетон в зависимости от его расположения в составе сооружений по отношению к уровню воды подразделяется на бетон подводный, бетон зоны переменного уровня воды и бетон надводный. Являясь разновидностью тяжелого бетона, гидротехнический бетон должен характеризоваться повышенной водостойкостью, водонепроницаемостью, морозостойкостью, стойкостью против агрессивного действия воды и т. д.

Для приготовления гидротехнического бетона применяют портландцемент и его разновидности. В качестве заполнителя бетона используют песок, гравий и щебень. Природные пески, применяемые для приготовления гидротехнического бетона, должны отвечать дополнительным требованиям ГОСТ 4797-69. В соответствии со стандартом в бетоне применяются пески с крупностью зерен от 0,14 до 5 мм, которые разделяются на крупные, средние и мелкие. При поисках и разведке месторождений эти пески должны быть изучены на содержание в них минералов и обломков горных пород (опал, халцедон, кремнистые сланцы, опоки, вулканическое стекло, вулканические туфы и др.), которые могут вступать в реакцию со щелочами цемента. В песке не допускается наличия глины в виде отдельных комков, а также неотмываемых пленок на его зернах. Песок используемый для изготовления бетона зоны переменного уровня воды, должен подвергаться испытанию на морозостойкость. Методы испытания песков определяются ГОСТ 4798-69.

Бетон дорожный применяется для строительства покрытий и оснований автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и др. Поскольку условия, в которых находится дорожный бетон очень неблагоприятные, он неоднократно подвергается увлажне-

нию и высыханию, замораживанию и оттаиванию, воздействию транспортных средств. В связи с этим к дорожному бетону предъявляются в соответствии с ГОСТ 8424-72 повышенные требования относительно его прочности, морозостойкости и др.

Для приготовления дорожного бетона применяют дорожный портландцемент и его разновидности различных марок. В качестве заполнителя бетона используются песок, гравий и щебень. Дополнительные требования к природным пескам для приготовления дорожного бетона определяются ГОСТ 8424-72. В соответствии с ними для бетона покрытий следует применять только крупные и средние пески с модулем крупности не менее 2,0. Суммарное содержание в песке глины, ила и мелких пылеватых частиц, определяемых отмучиванием, не должно превышать 2%. Мелкие пески с модулем крупности от 1,5 до 2,0 могут применяться для этой цели только в случае отсутствия вблизи строительства крупного или среднего песка при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Растворы строительные представляют собой смесь вяжущего вещества, мелкого заполнителя и воды. В отдельных случаях в состав растворов вводятся также неорганические и органические специальные добавки [1, 4, 5].

Существует значительное количество различных видов растворов. Они классифицируются обычно по объемной массе, виду вяжущего вещества, назначению и физико-механическим свойствам.

По объемной массе в сухом состоянии растворы делятся на тяжелые (1500 кг/м^3 и более) и легкие (менее 1500 кг/м^3). Для приготовления тяжелых растворов в качестве заполнителя применяют природные кварцевые и другие пески, а также пески, которые получают путем дробления плотных горных пород.

По виду вяжущего вещества строительные растворы могут быть цементными, известковыми, гипсовыми и смешанными. По назначению они подразделяются на кладочные, отделочные и декоративные. В основу классификации растворов по физико-механическим свойствам обычно положены прочность и морозостойкость.

Одним из компонентов строительных растворов являются заполнители, которые обычно инертны — не вступают в химическую реакцию ни с водой, ни с вяжущими веществами. В качестве заполнителя строительных растворов часто используется природный песок.

Для обычных строительных растворов (кладка кирпича, камней правильной формы, блоков) используются пески, наибольший размер зерен которых не должен превышать 2,5 мм, для бутовой кладки — не более 5 мм.

Наибольшая крупность зерен песка для растворов, идущих для подготовительного слоя (грунта) обычной штукатурки, не должна превышать 2,5 мм, для отделочного слоя — 1,2 мм.

В качестве заполнителя декоративных растворов применяется чистый кварцевый песок белого, желтого или светло-палевого цвета. Для подготовительного (грунтового) слоя под декоративную штукатурку используется среднезернистый, преимущественно речной песок с содержанием 35—40% зерен крупностью 0,6—1,2 мм и не менее 15% зерен крупностью 1,2—2,5 мм [1].

Кирпич силикатный. Среди стеновых строительных материалов силикатный кирпич занимает одно из ведущих мест. В СССР из него возводится свыше 15% зданий [2]. Применяется силикатный кирпич для кладки наружных и внутренних стен зданий и сооружений различного назначения, качество его оценивается по ГОСТ 379-69.

Силикатный кирпич — это искусственный безобжиговый стеновой строительный материал, изготовленный методом пресования из смеси вяжущих веществ, песка и отвердевший под действием пара в автоклаве. При производстве силикатного кирпича применяют кварцевый песок, воздушную известь, кремнеземистые добавки и воду. Для изготовления цветного силикатного кирпича используют различные красители и пигменты (охру, железный сурик, глауконит, графит и др.).

Качество природных песков, используемых для производства силикатного кирпича, оценивается по отраслевому стандарту ОСТ 21-1-72. Для получения прочного кирпича большое значение имеет гранулометрический состав песка. Наиболее благоприятными для производства силикатного кирпича являются пески с зернами размером от 2 до 0,2 мм.

Увеличение содержания пылевидных, илистых и глинистых частиц в составе песка свыше 10% повышает водопоглощение, снижает прочность и морозостойкость кирпича. Вредной примесью в песке является также органическое вещество.

Многолетняя практика заводов силикатного кирпича показывает, что для его изготовления могут быть использованы разномозернистые кварцевые пески с зернами остроугольной формы и шероховатой поверхностью, которые содержат минимальное количество выветрелых минералов, слюды, сульфидных соединений и органических примесей.

Автомобильные дороги. Улучшение состояния дорог — важное условие для развития всех отраслей народного хозяйства. Проезжая часть дороги с целью придания ей большей прочности часто устраивается из прочных строительных материалов — дорожной одежды, верхний слой которой называют покрытием.

Высокие требования, предъявляемые в настоящее время к конструкциям автомобильных дорог, вызывают необходимость применять при их строительстве весьма разнообразные материалы, в том числе и природные пески. Так, для строительства 1 км автомобильной дороги второй категории с асфальтобетонным покрытием расходуется 2500 м³ песка.

Природные пески применяются для устройства дорожного основания — нижней части дорожной одежды. Кроме того, с целью уменьшения толщины дорожного основания и обеспечения хороших дренирующих и морозозащитных свойств иногда устраивают дополнительные нижние слои основания из песка, гравийно-песчаных смесей и других местных материалов.

Список литературы: 1. Александровский А. В. Материаловедение для штукатуров, плиточников, мозаичников. — М.: Высшая школа, 1977. — 304 с. 2. Вахнин М. П., Анищенко А. А. Производство силикатного кирпича. — М.: Высшая школа, 1977. — 160 с. 3. Гохман В. А., Ромоданов Г. А. Общий курс автомобильных дорог. — М.: Высшая школа, 1976. — 207 с. 4. Григорович М. Б., Блоха Н. Т. Словарь по минеральному сырью для промышленности строительных материалов. — М.: Недра, 1976. — 87 с. 5. Кошмар А. Г. Строительные материалы и изделия. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1976. — 535 с.

Поступила в редколлегию 07.01.80.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.491.5

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

ПРОБЛЕМА ПРЕСНОЙ ВОДЫ

Потребление воды увеличивается с ростом населения. Общее повышение уровня жизни, борьба с голодом путем орошения новых земель, развитие промышленности — все это требует расширения используемых нами водных ресурсов.

В настоящее время население земного шара потребляет примерно 2600 км³ воды в год. Количество пресной воды, необходимой ежегодно народному хозяйству и населению нашей страны, — 150 км³, а через 20 лет, по прогнозам специалистов, потребуется 650—700 км³ чистой воды.

Украина потребляет 29 км³ воды в год, и количество подземных вод, отбираемых для нужд народного хозяйства республики, непрерывно возрастает.

Удовлетворить такую возросшую потребность в воде станет возможным только при проведении больших гидрогеологических работ. Чаще будем мы вынуждены использовать все более удаленные и труднодоступные водные источники или добывать воду посредством дорогостоящих методов очистки сточных вод для их повторного использования, либо опреснять морскую воду.

Как бы ни решался вопрос — путем ли транспортировки воды на большие расстояния, накапливания ее в резервуарах или путем восстановления ее качества, — стоимость оборудования и сооружений, которые понадобятся в ближайшие

двадцать лет для получения нужного количества воды, будут исчисляться миллионами рублей.

В этих условиях мы, естественно, должны будем вести изыскания для выявления ресурсов воды на максимально широком фронте и с применением всех наиболее доступных средств.

Следует отметить, что запасы пресной воды на земле не так уж велики. На долю океанов и морей, где вода соленая, приходится около 97,5% общих ресурсов земного шара. Почти 2,2% занимают ледники полярных областей и только 0,29% — пресные воды рек, озер, водохранилищ, подземные воды и атмосферная влага. В нашей стране — двести тысяч больших и малых рек. Их общая протяженность превышает три миллиона километров. На Украине имеется 70 тыс. рек и речушек, длина их составляет 250 тыс. км.

На земле помимо рек, озер и океанов есть еще один огромный источник «живительной влаги» — это подземные воды. По расчетам специалистов, в толще суши глубиной 800 м заключено около 4 млн. км³ подземных вод. Все реки Земли, годовой сток которых составляет 32 тыс. км³, должны течь 130 лет, чтобы заполнить такую емкость. Использовать правильно это огромное богатство подземных вод — насущная задача современной науки.

Трудность использования состоит в том, что подземные воды невидимы, их нелегко обнаружить, оценить и чтобы использовать в широких масштабах, обычно требуется незаурядное техническое и современное оборудование.

Заслуживает внимание новый метод поисков пресных подземных вод — так называемый воздушный вариант метода радиокомпарирования и пеленгации. Применение этого метода позволяет отыскать и даже примерно оконтурить район местонахождения пресных вод. Таким образом, этот действующий и быстрый метод открывает большие возможности. Однако пока он применим только для первого горизонта — подземных вод, т. е. для вод, залегающих относительно неглубоко.

Площадные аэросъемки необходимы сейчас для многих целей. На их основе опытные геоморфологи проводят природное районирование, определяющее возможный характер распространения верхних ярусов преимущественно ненапорных подземных вод. Для понимания общего характера распределения более глубоких напорных вод в первую очередь необходима схема геологоструктурного строения. Она должна создаваться приблизительно по такому же принципу, как ее создают нефтяники. Вначале они ищут геологические структуры, благоприятные для возможного накопления нефти, а затем по дополнительным признакам — саму нефть. Этот же принцип должен быть применен и к поискам воды, причем здесь гарантирован значительно больший успех, чем у нефтяников, поскольку вода имеется практически в любой водопроницаемой породе. Такая структурно-

геологическая схема может быть создана на основе региональных сейсмических и гравиметрических профилей. Более точные сведения получают с помощью методов электроразведки, что позволяет составить число буровых скважин и получить опорные данные, характеризующие состав грунтов, их фильтрационные свойства и степень солености воды.

Мы располагаем простыми, дешевыми и надежными методами оценки атмосферных осадков и поверхностного стока. Таким образом, можно установить, сколько выпало на площади данной геологической структуры дождей, количество принесенной ими влаги и ту долю ее, которая стекла за пределы структуры. Однако из-за отсутствия надежных и дешевых методов определения размеров инфильтрации и испарения для больших (даже малых) площадей мы не можем рассчитать, какая доля оставшегося количества воды ушла на питание подземных вод. С созданием таких методов можно будет балансовым методом быстро оценивать, сколько воды в пределах каждого данного геологоструктурного образования уходит на питание подземных вод. Многие специалисты гидрогеологии считают, что балансовый метод будет служить наиболее всесторонним и универсальным методом оценки водных ресурсов.

Повсеместное внедрение научных начал и технических усовершенствований в гидрогеологию — самое важное условие сбережения дополнительных ресурсов поверхностных и подземных вод в тех районах, где ее мало. Воду, особенно питьевую, необходимо расходовать экономно и рационально: на добычу ее из открытого или подземного водоема, доставку к месту потребления, очистку механическим, химическим и биологическим способами, иногда обогащение различными добавками идут крупные средства. К примеру, в прошлой пятилетке создание нескольких тысяч очистных сооружений потребовало около трех миллиардов рублей. Развитие водопроводимой сети в Москве стоит государству ежегодно почти 50 млн. р., в Ташкенте — почти 6 млн. р. В г. Шевченко, на берегу Каспийского моря, пресную воду получают из морской, применяя энергию отнюдь не дешевого, как известно, атомного реактора.

О серьезности проблемы пресной воды и сложностях ее решения свидетельствуют разрабатываемые и обсуждаемые учеными перспективные проекты. Первоочередной из них предусматривает переброску части стока Печоры, Северной Двины и Онеги, Онежского и Ладожского озер в бассейны Волги и Днепра. Следующий проект еще более грандиозен. Суть его в том, чтобы часть стока Оби и Енисея повернуть в Казахстан и Среднюю Азию.

Список литературы: 1. Григорьев С. М. Роль воды в образовании земной коры. — М.: Недра, 1971, 262 с. 2. Девис К., Дей Дж. Вода — зеркало науки. — Л.: Гидрометеониздат, 1964, 148 с. 3. Кутырин И. М., Беличенко Ю. П. Охрана водных ресурсов — проблема современности. — Л.:

Гидрометеониздат, 1974. 121 с. 4. *Львович М. И.* Мировые водные ресурсы и их будущее. — Гидротехника и мелиорация, 1971, № 6, с. 92—104. 5. *Плотников Н. И.* Ресурсы подземных вод СССР. — Водные ресурсы, 1973, № 1, с. 140—150.

Поступила в редколлегию 05.12.79.

УДК 556.38(477.61/62)

О. И. БУБЛАЙ, И. Г. СУХНО, А. В. ЧЕБАНОВ

ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДОНБАССА

Развитие промышленного и сельскохозяйственного производства в пределах Донбасса требует дальнейшего более детального изучения его гидрогеологических условий с целью организации нового и расширения существующего водоснабжения за счет использования подземных вод. Водоснабжение Донбасса всегда представляло сложную проблему вследствие высокой концентрации промышленности, большой плотности населения и специфических геоструктурных и гидрогеологических особенностей данной территории, предопределяющих отсутствие регионально выдержанных водоносных горизонтов, которые к тому же интенсивно дренируются горными выработками. Так, в настоящее время в речную сеть сбрасывается свыше 1,6 млн. м³/сут шахтных вод, в то время как отбор подземных вод для питьевых и технических целей не превышает 2 млн. м³/сут. Существенный ущерб водоснабжению наносит и прогрессирующее загрязнение подземных вод хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками. Вследствие этого в Лисичанско-Рубежанском и других промышленных районах выходили из строя отдельные водозаборы.

Анализ работы водозаборов и сложившейся при этом гидрогеологической обстановки показывает, что основными направлениями, обеспечивающими решение задачи коренного улучшения водоснабжения Донбасса за счет подземных вод, являются: 1) защита подземных вод от загрязнения; 2) рациональная эксплуатация водозаборов; 3) искусственное восполнение запасов подземных вод; 4) рациональное использование подземных вод.

Основные месторождения высококачественных подземных вод расположены в долине р. Сев. Донец, где существует тесная гидравлическая связь между подземными и поверхностными водами. Это обстоятельство и является определяющим для разработки и осуществления мероприятий по охране подземных и поверхностных вод от загрязнения. К их числу относятся: улучшение качества очистки сточных вод, перевод производст-

венных процессов на замкнутый цикл водоснабжения, утилизация и предварительное разбавление стоков, устройство нефiltrующих накопителей, использование очищенных сточных и шахтных вод на полях орошения, установление зон санитарной охраны водозаборов и др. Как показывают расчеты, внедрение этих мероприятий лишь в пределах Лисичанско-Рубежанского промышленного района позволит увеличить отбор подземных вод хорошего качества примерно на 200 тыс. м³/сут.

Согласно действующим инструктивным положениям, максимально допустимые понижения для безнапорных горизонтов не должны превышать 0,5—0,75 их мощности, а для напорных — напора. Однако на большинстве существующих водозаборов динамические уровни находятся значительно выше предельно допустимых. Поэтому лишь за счет увеличения снижения уровней на водозаборах Донбасса можно дополнительно получить около 250 тыс. м³/сут высококачественной воды.

Из возможных и перспективных методов улучшения снабжения потребителей водой является искусственное восполнение запасов подземных вод в долине р. Сев. Донец. Этому способствуют наличие в районах расположения водозаборов крупных депрессионных воронок, являющихся емкостями для накопления поверхностных вод, а также литологический состав покрывающих эксплуатируемый водоносный горизонт отложений, представленных хорошо проницаемыми песчано-глинистыми образованиями мощностью от 8 до 30 м. Искусственное восполнение запасов подземных вод позволит увеличить водоотбор, а также предотвратит дальнейшее распространение ореолов загрязнения вследствие сокращения депрессионных воронок водозаборов, а также сохранит лесные массивы от высыхания на участках значительного снижения уровней подземных вод.

Весьма перспективным представляется сочетание искусственного восполнения запасов подземных вод с увеличением понижения уровней воды в скважинах до допустимых значений. Это позволит увеличить производительность водозаборов, расположенных только в долине р. Сев. Донец, примерно на 500 тыс. м³/сут. В качестве источников пополнения запасов подземных вод могут быть использованы воды р. Сев. Донец, а также зарегулированный паводочный сток его левобережных притоков (рр. Красная, Боровая, Айдар, Деркул). Всего на искусственное восполнение потребуется около 700 тыс. м³/сут, что обеспечит не только увеличение производительности водозаборов, но и сохранение запасов подземных вод аллювиального водоносного горизонта на уровне естественных. После ввода в строй канала Днепр—Донбасс искусственное восполнение запасов подземных вод можно будет осуществлять за счет вод р. Сев. Донец, разбавленных чистой днепровской водой. Зарегулированный сток левобережных притоков Сев. Донца

с этого момента целесообразно будет использовать для орошения сельскохозяйственных земель.

Перспективным источником дополнительного получения подземных вод является использование инфильтрационных вод крупных водохранилищ (Краматорское, Мироновское, Горловское, Константиновское) и канала Сев. Донец—Донбасс, а в перспективе и канала Днепр—Донбасс. Достаточно отметить, что инфильтрационные потери из канала Сев. Донец—Донбасс составляют около 60 млн. м³/год или 20 л/с на 1 км его длины.

Значительный резерв для улучшения водоснабжения — использование с помощью инфильтрационных водозаборов так называемых привлекаемых запасов подземных вод, которые образуются вследствие инфильтрации речных вод при эксплуатации скважин. В балансе эксплуатируемых в пределах долины р. Сев. Донец водозаборов привлекаемые запасы составляют от 23 до 34%. Это соотношение может быть увеличено за счет сооружения береговых инфильтрационных водозаборов, максимально возможно приближенных к реке.

Чтобы рациональнее использовать подземные воды в пределах Донбасса, следует наметить два направления: перевести производственные процессы, использующие подземные воды, на водоснабжение поверхностными водами; более широко использовать дренажные шахтные воды.

В условиях Донбасса, испытывающего острый недостаток в питьевой воде, необходимо исключить использование высококачественных подземных вод для промышленных целей. Так, в настоящее время лишь в Ворошиловградской области на промышленных нужды расходуется около 300 тыс. м³/сут подземных вод. Высвобождение этих вод из промышленного оборота позволит существенно улучшить снабжение населения питьевой водой.

Рациональному распределению водных ресурсов будет способствовать также более широкое использование шахтных вод из общего огромного количества которых в нынешний период находит применение в промышленности и сельском хозяйстве лишь 3—5%.

Таким образом, рациональное использование подземных вод в условиях Донбасса является значительным резервом улучшения водоснабжения потребителей. В связи с этим первоочередными задачами научных исследований должны быть: — выявление очагов загрязнения подземных вод, изучение путей и характера загрязнения, прогноз его развития и разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации этого явления; — изучение режима действующих водозаборов, уточнение эксплуатационных запасов по каждому из них и разработка рекомендаций по рациональной их эксплуатации; — выяснение характера распределения высококачественных подземных вод среди потребителей и изыскание путей их высвобождения из технического

водоснабжения; — количественная оценка фильтрационных потерь из каналов, водохранилищ, а также привлекаемых запасов подземных вод при эксплуатации водозаборов; — оценка естественных запасов подземных вод аллювиального водоносного горизонта в долине р. Сев. Донец, имеющего существенное значение в водном балансе данного района.

Поступила в редколлегию 05.12.79.

УДК 551.491.4.(477.51)

Г. М. ЗАХАРЧЕНКО, И. Г. СУХНО

О ПРОЯВЛЕНИИ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ В МАЛЫХ ПРОГИБАХ ДНЕПРОВСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

На общем фоне распространения водоносных горизонтов Днепровского артезианского бассейна и их региональной гидрохимической зональности выделяются по различным стратиграфическим поверхностям многие локальные прогибы. мелкие впадины, понижения и тому подобные отрицательные формы, отличающиеся своими специфическими гидрогеологическими условиями. В их пределах увеличивается мощность водоносных горизонтов, изменяется фациально-литологический состав водомещающих пород и их фильтрационные свойства, формируется локальная гидрохимическая зональность, проявляются особенности динамики вод. Все это местами значительно усложняет общую картину гидрохимии и динамики подземных вод бассейна.

Наиболее четко и часто подобные малые прогибы прослеживаются по каневско-бучакскому водоносному горизонту (по подошве мергелей киевской свиты), а на переходах к окраинам Донбасса — также по меловым, юрским и триасовым отложениям.

По каневско-бучакскому горизонту особенно выделяется ряд значительных (до 30—40 км в поперечнике) локальных прогибов, приуроченных к районам солянокуполовых структур — Исачковской, Ромодановской, Роменской, Дмитриевской, Колонтаевской, Роспашнянской и другим. Обычно эти прогибы обращены в сторону осевой полосы бассейна. Они рассматриваются как компенсационные опускания, связанные с формированием соляных куполов, их более интенсивным ростом в палеоген-неогене. Некоторые из них получили самостоятельные названия, например, «Сула-Удайский прогиб» [2], к северу от Исаковской структуры, другие — могут быть поименованы по ближайшим смежным структурам. Нами обработан буровой материал по Сула-Удайскому прогибу. Составлена карта гидрохимической

зональности каневско-бучакского водоносного горизонта с изображением также изогипс его кровли в пределах прогиба.

Сула-Удайский локальный прогиб расположен к северу и северо-западу от Исачковской, Ромодановской и Поповской солянокуполовых структур и ограничен с запада структурами Чернухинской (с Позниковским соляным куполом) и Луговской. Основная его линия простирается субширотно, почти параллельно нижнему течению р. Удай, примерно, от села Хорошки и Гасенки на востоке до села Куринька близ Чернух на западе, общей протяженностью около 50 км. Ширина прогиба по хорошо его оконтуривающей изогипсе минус 100 м достигает на линии Исачки—Лохвица 30 км. Бучакские и каневские отложения в сравнении с фоновым их положением в данном районе, опущены в центральной части прогиба на 250—300 м (отметка минус 300 м), тогда как на сводах структур они приподняты на 100 м (отметка плюс 100 м) и местами частично или полностью размыта. Общая амплитуда погружения составляет около 400 м. В центральной части прогиба наблюдается увеличение мощности бучакских и каневских песчано-глинистых отложений в два раза по сравнению со средним фоновым ее значением (от 40 до 70—80 м), более значительное обогащение их зернами глауконита, чешуйками слюды, мелкими кремнистыми и фосфоритовыми стяжениями; пески более мелкие, глинистые. На крыльях прогиба преобладают сравнительно более однородные и несколько более крупные пески — до среднезернистых. В прогибе также резко возрастает мощность кровли каневско-бучакского горизонта — мергелей киевской свиты. Прогиб расположен в южной полосе разломов Днепровско-Донецкого грабена — тектонически активной зоне, отличающейся большой насыщенностью солянокупольными структурами. Движение подземных вод в каневско-бучакском горизонте (и в других горизонтах) происходит в общем направлении с севера — северо-востока на юг — юго-запад, по направлению течения р. Сулы, т. е. вкрест простирания прогиба. Воды высоконапорные, местами на участках поймы наблюдается переливание воды на устьях скважин.

Региональный гидрохимический фон района прогиба по данному водоносному горизонту характеризуется наличием двух региональных зон: зоны весьма пресных гидрокарбонатных натриевых (щелочных) вод, расположенной к северу и зоны гидрокарбонатно-хлоридных* натриевых вод умеренной минерализации (0,7—1 г/л), в пределах которой размещена основная часть площади прогиба. Далее к югу находится третья региональная зона — зона смешанных вод повышенной минерализации, весьма пестрого состава, среди которых чаще всего встречаются воды хлоридные натриевые — солоноватые и соленые

* Здесь и в дальнейшем преобладающие ионы (анионы и катионы) ставятся на первом месте.

В пределах прогиба проявляется локальная зональность — формируются в центральной его части две местные зоны — зона хлоридно-гидрокарбонатных натриевых вод повышенной минерализации (1—2 г/л) и затем, на самых больших глубинах прогиба — 300—400 м — зона соленых хлоридных натриевых вод более высокой минерализации (2—3 г/л, местами несколько больше). Общий зональный ряд для района прогиба будет, таким образом, характеризоваться наличием следующих четырех гидрохимических зон в каневско-бучакском горизонте, последовательно сменяющихся от периферии к центральной части прогиба, т. е. в направлении движения вод: гидрокарбонатной натриевой, гидрокарбонатно-хлоридной натриевой, хлоридно-гидрокарбонатной натриевой и хлоридной натриевой. Смена зон сопровождается ростом минерализации вод, изменением их свойств — воды пресные сменяются водами солоноватыми и солеными. С увеличением глубины повышается температура вод. Схема чередования зон для прогиба примерно та же, что и для участка солянокупольной структуры, хотя скопления соли в бучакских и каневских отложениях в прогибе не имеется. На смежном крыле между Исачковским (и Ромодановским) соляным куполом и прогибом, т. е. между двумя участками соленых вод, прослеживается зона хлоридно-гидрокарбонатных вод меньшей минерализации, что, вероятно, является результатом частичного опреснения на этом крыле соленых вод водами инфильтрационными. Бучакские и каневские отложения здесь залегают совсем неглубоко, мощность их кровли значительно уменьшена.

Соленые воды района купола — результат непосредственного выщелачивания и растворения соли водами бучакских и каневских отложений в местах их контакта. Минерализация этих вод весьма различна — от 2—3 до 10 г/л и больше при относительном постоянстве значения коэффициента Na/Cl , равном приблизительно единице, что характерно для вод выщелачивания.

Формирование же соленых вод в центральной части рассматриваемого «малого прогиба» происходит, вероятно, несколько иным путем. Эти воды обладают более равномерной минерализацией — обычно в пределах 2—3 г/л, редко несколько больше, тогда как значение коэффициента Na/Cl для них изменяется в более широких границах — от 0,9 до 2—3, иногда и больше, что связано с колебанием содержания натрия (в виде гидрокарбоната натрия). Резкое преобладание натрия над хлоридом в ряде случаев можно было бы объяснить более интенсивным проявлением катионного обмена в местах более значительного скопления глауконита и тонкодисперсного глинисто-илистого материала в водоносном горизонте. В сравнении с солеными водами купола в соленых водах некоторых пунктов осевой полосы прогиба наблюдается несколько повышенное содержание иода, брома и некоторых других микрокомпонентов, а также почти полное отсутствие сульфат-иона, что является характерным

для вод глубоких водоносных горизонтов (зоны весьма затрудненного водообмена). Прорывы глубинных высокоминерализованных вод по разрывным нарушениям в осевой полосе прогибов в пределы вышележащих водоносных горизонтов известны во многих местах в районах малых мульд на окраинах Донбасса, что отмечалось также и нами [4]. Возможно, что подобное явление имеет место и в малых прогибах Днепровского артезианского бассейна, в частности, в прогибах его эоценовой мульды, подобных Сула-Удайскому прогибу. Наличие разрывных нарушений в основании прогибов не исключается, а в некоторых из них такие нарушения подтверждены буровыми геофизическими данными. Весьма вероятно, что очагами частичной локальной восходящей разгрузки глубинных вод в пределах водоносных горизонтов верхней зоны пресных вод служат не столько высокоподнятые купола, сколько находящиеся вблизи них смежные и генетически связанные с ними компенсационные глубокие прогибы, заложившиеся в местах разрывных проявлений. В таком случае, соленые, почти лишенные сульфат-иона но с повышенным содержанием натрия воды Сула-Удайского прогиба можно рассматривать как воды смешения двух типов вод — преобладающих пресных гидрокарбонатных натриевых вод и частично прорывающихся вверх глубинных высокоминерализованных хлоридных натриевых соленых вод и рассолов нижней зоны бассейна.

Известно также, что хлоридные натриевые воды повышенной минерализации появляются в осевой полосе даже в таких прогибах и понижениях, в основании которых заведомо отсутствуют глубинные соленые воды и рассолы. Такие прогибы и эрозионные понижения (глубиной до 100—150 м) наблюдаются по поверхности палеозоя и докембрийского фундамента в краевых частях бассейна — в области Курской магнитной аномалии и в районах Западного Донбасса, т. е. на склонах Воронежского и Украинского кристаллических массивов. В их пределах также проявляется более или менее четко локальная гидрохимическая зональность. Формирование ее в этом случае может быть связано, главным образом, с одним фактором — фактором глубинности — общей закономерностью увеличения минерализации подземных вод и изменения их состава с ростом глубины (гравитационная и трансляционная дифференциация ионного состава водных растворов). Не исключено, что эта закономерность находит свое частичное проявление и в Сула-Удайском прогибе.

Итак, малые прогибы в Днепровском артезианском бассейне отличаются своими гидрогеологическими особенностями. В их пределах формируется локальная гидрохимическая зональность подземных вод на фоне общей зональности бассейна. Они являются как бы малыми, но в известной мере самостоятельными гидрогеологическими структурами — «малыми бассейнами».

нами» в пределах большого регионального бассейна. Дальнейшее изучение этих прогибов представляет значительный интерес.

Список литературы: 1. Гидрогеология СССР. Т. V. Украинская и Молдавская ССР. — М.: Недра, 1971. — 620 с. 2. *Зайцева Л. В.* Петрографическая характеристика бурых углей Ждановского месторождения Сула-Удайского прогиба. — В сб.: Стратиграфия, условия формирования, состав и свойства осадочных пород УССР. Киев: Наук. думка, 1973, с. 22—25. 3. *Захарченко Г. М.* Химизм в динамике подземных вод эоценовой мульды Днепровско-Донецкой впадины в связи с ее тектоникой. — Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Геологический отдел, 1965, X, с. 156—162. 4. *Захарченко Г. М.* Изюмская артезианская мульда на северо-западной окраине Донбасса. — Материалы Харьк. отдела географ. об-ва Украины, вып. 5, 1966, с. 146—149. 5. *Сухно И. Г.* Химический состав вод каневско-бузачского водоносного горизонта юго-восточной части Днепровского артезианского бассейна. — Материалы Харьк. отдела географ. об-ва Украины, вып. 12. — М.: Недра, 1973, с. 18—25.

Поступила в редколлегию 07.12.79.

УДК 551.482:214

Ю. С. КОРМИЛЕЦ, канд. геол.-минерал. наук

К ГИДРОГЕОХИМИИ БОРА В ЗОНЕ КАТАГЕНЕЗА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Особенности распределения бора в водах зон начального и глубинного катагенеза изучались на основе анализа более 500 проб воды [1]. Величины концентрации бора в подземных водах колеблются от 0,5 до 120 мг/л. Статистический анализ зависимости концентраций бора от интенсивности постдиагенетических изменений водовмещающих пород показал, что наибольшей частотой встречаемости в обеих зонах катагенеза характеризуются концентрации в интервале 0—10 мг/л.

Для зоны глубинного катагенеза отмечается несколько повышенная частота встречаемости концентраций в интервале 10—20 мг/л. Это связано с повышением здесь температуры, давления, содержания углекислоты и другими факторами, увеличивающими интенсивность разложения борсодержащих минералов. Однако несмотря на глубинно-катагенетические факторы, миграционная активность бора с глубиной возрастает слабо. По нашему мнению, это обусловлено угнетающим влиянием ионов кальция, содержание которого в водах с глубиной резко возрастает. Так, содержание кальция в подземных водах зоны начального катагенеза колеблется от 50 до 5000 мг/л, а в водах зоны глубинного катагенеза — от 6000 до 25000 мг/л. Влияние кальция на миграционную активность бора в природных водах достаточно подробно охарактеризовано многими исследователями [2]. Аномальные концентрации бора, превышающие

30 мг/л, наиболее часто встречаются в водах зоны начального катагенеза, контактирующих с соленосными отложениями. Следовательно, основным фактором накопления бора в подземных водах зоны катагенеза, так же как и в зоне гипергенеза, является концентрация его в водовмещающих породах.

Анализ распределения бора вблизи соляных куполов (Прилукский, Поздняковский и др.) произведен на основе поинтервального гидрогеологического опробования скважин [3]. Кроме того, для сравнения были проанализированы результаты опробования скважины в пределах Спиваковской брахиантиклинальной структуры. Исследованные водоносные комплексы представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами и известняками, насыщенными рассолами хлоридного кальциево-натриевого состава с минерализацией до 250 мг/л.

Во всех скважинах независимо от типа структуры наблюдается увеличение минерализации рассолов с глубиной. Обращает на себя внимание весьма четкая закономерность в изменении концентраций бора. Максимальные его концентрации (9—12 мг/л) приурочены к водам брекчии кепрока или вблизи поверхности купола. В соленосном теле купола и по мере удаления от него концентрация бора постепенно уменьшается до 0,7—0,9 мг/л. В скважине, вскрывающей брахиантиклинальную структуру, содержание бора в рассолах не подчиняется какой-либо закономерности. Максимальные величины концентрации бора в пределах исследованных куполов ниже концентраций известных для вод кепрока зоны гипергенеза (более 30 мг/л [2]). Возможно, это связано с тем, что брекчии кепрока соляных куполов Днепровско-Донецкой впадины сравнительно бедны минеральными новообразованиями.

Анализ пространственного распределения бора в водах солянокупольных структур свидетельствует о зависимости величины ореола рассеяния от возраста структуры. Для Поздняковского соляного купола предпалеогенового возраста величина ореола рассеяния составляет 186 м, а для Прилукского купола предкаменноугольного возраста достигает 906 м.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют об относительно слабой миграционной активности бора в зоне катагенеза. Это обусловлено особенностями химического состава подземных вод, гидродинамическими условиями и преимущественно диффузионным характером миграции. Выявленные особенности распределения бора могут быть использованы при поисках и разведке глубоко залегающих соленосных структур и оценке бороносности подземных вод зоны катагенеза.

Список литературы: 1. Долуда М. Е., Литвин С. В., Харченко С. Д. Региональный эпигенез каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины и его влияние на коллекторские свойства. — Литология и полезные ископаемые, 1968, № 4, с. 128—139. 2. Крайнов С. Р. Гидрогеологический метод поисков месторождения бора. — М.: Недра, 1964. — 193 с. 3. Кор

лца Ю. С. К вопросу о распределении бора в подземных водах некоторых локальных структур Днепровско-Донецкой впадины. — Тез. докл. межвед. науч. конф. Харьков: 1968, с. 20—21.

Поступила в редколлегию 27.11.79.

УДК 551.491.56

В. П. ДВОРОВЕНКО, Н. Н. ЛЕНЧЕНКО, канд. геол.-минерал. наук,
И. М. ЛОМАКИН, В. В. ПЕРЦОВСКИЙ, канд. геол.-минерал. наук,
А. Е. ЧАПОВСКИЙ, канд. геол.-минерал. наук, Ф. В. ЧОМКО

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ РАБОТЫ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЕГО ДОСТОВЕРНОСТЬ

Важным этапом обоснования проектирования и строительства водозаборов является оценка точности и достоверности гидродинамического прогноза его работы.

Достоверность прогноза является довольно емким понятием и определяется в целом степенью соответствия расчетной схемы природной обстановке исследуемого района [1—5]. Вопрос по количественному обоснованию точности и достоверности гидродинамических прогнозов мало разработан [2].

Имеются работы, в которых рассмотрены основные группы погрешностей, возникающих в гидрогеологической практике при выполнении инженерных прогнозов [2, 3, 5].

В целом принято различать две группы погрешностей: систематические и случайные. Погрешности первой группы обусловлены в основном неполнотой разведочной информации об изучаемом объекте и, в частности, отдельных факторов, определяющих правильность прогнозных расчетов. Такие ошибки называют методическими, их труднее всего определить и они значительно влияют на общую погрешность прогноза. Вторая группа погрешностей — случайные ошибки, которые определяют точность прогнозов при заданном уровне надежности.

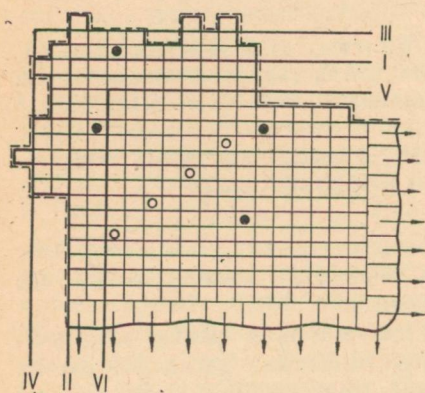
Существующие количественные проработки по сопоставлению прогнозного и фактического режима работы водозаборов не позволяют выделить в получаемых расхождениях указанные группы погрешностей. Малоэффективно, по-видимому, определение только случайных ошибок прогноза.

Цель данной работы — попытка оценить величину и характер погрешностей, возникающих при гидродинамических прогнозах работы водозаборов подземных вод.

Исследования проводились в лаборатории моделирования на электроинтеграторе МСМ-1. На модели водоносный горизонт задавался как напорный, кусочно-однородный, с изменяющейся величиной водопроводимости для отдельных квазиоднородных зон от 50 до 750 м²/сут. На границах пласта задавалось гранич-

ное условие II рода ($Q=0$). Анализируемая область фильтрации аппроксимировалась в виде пласта-квадранта (рисунок). На электрической модели воспроизводились условия разведки и эксплуатации месторождения подземных вод.

На первом этапе решения задачи — стадии разведки — выполнено 5 кустовых откачек из скважин, расположенных на



- Условные обозначения:
- — блок с «природной» величиной водопроницаемости; ⊕ — эксплуатационная скважина; ● — центральная скважина при кустовой откачке; — — — — — положение «природной» непроницаемой границы; ← — положение бесконечно удаленной границы в «природе»; I — II — положение непроницаемой границы на модели и ее номер.

различных расстояниях от непроницаемой границы (рисунок). Откачки продолжались 25 суток. По результатам откачек для четырех скважин были рассчитаны гидрогеологические параметры (km — водопроницаемость, a — пьезопроводность), которые оказались близки к осредненным значениям водопроницаемости и пьезопроводности, определенных в полевых условиях.

На втором этапе осуществлен гидродинамический прогноз работы водозабора подземных вод для принятой схемы размещения эксплуатационных скважин (рисунок). На модели были определены понижения уровней подземных вод для всех эксплуатационных скважин. Величины понижения уровня, полученные на модели, принимались за истинные, эталонные.

Величина понижения уровня воды при эксплуатации подземных вод в пласте-квадранте определяется по следующей зависимости [6]:

$$S = Q/4\pi km [\ln 2,25 at/r_{np}^2 + \dots + \ln 2,25 at/L_{i=j}], \quad (1)$$

где Q — проектный расход эксплуатационной скважины; t — время эксплуатации; r_{np} — приведенный радиус скважины; L_{i-j} — расстояние от i -й до j -й отраженной скважины.

При расчетах по зависимости (1) значения водопроницаемости и пьезопроводности принимались среднелогарифмически [4].

Путем сравнения значений понижений уровней, полученных на модели, с результатами аналитического расчета в соответствующих точках пласта, определялись абсолютная и относительная погрешности прогноза для принятых вариантов аппроксимации непроницаемых границ (см. рисунок и табл. 1).

Таблица 1

№ варианта	Положение непроницаемой границы	№ эксплуатационной скважины	Модельное понижение (истинные), S, M , при $t = 28$ лет	Аналитическое понижение S, M , при $t = 28$ лет	Абсолютные расходы дения $\Delta S = S_m - S_a$	Относительная погрешность $\epsilon = \frac{S_m - S_a}{S_a} \times 100\%$
1	I—II	9—10	227,8	332,5	-104,7	-31,5
		11—12	254,3	319,0	-64,7	-20,5
2	III—IV	9—10	227,8	229,5	-71,7	-24,0
		11—12	254,3	284,5	-30,2	-10,6
3	V—VI	9—10	227,8	377,5	-149,7	-39,6
		11—12	254,3	360,5	-106,2	-29,4

Таблица 2

№ скважины	Среднеквадратическая ошибка в оценке удаленности непроницаемой границы		
	1 ϵ_{λ_1}	2 ϵ_{λ_2}	3 ϵ_{λ_3}
9—10	0,267	0,308	0,28
11—12	0,364	0,235	0,28

Минимальное значение относительной погрешности соответствует наиболее эффективным фильтрационным оценкам расчетной схемы. Анализ данных табл. 1 позволяет принять за наиболее достоверное положение контура непроницаемых границ, соответствующее варианту 2 с минимальной погрешностью. Приближение и удаление непроницаемых границ (вариант 1 и 3) вызывают увеличение погрешности прогноза. Иными словами, по результатам «разведки» эксплуатационные запасы подземных вод оказались несколько заниженными в силу неполноты и неточности знаний об изучаемом месторождении.

Затем была выполнена по предложенной ранее методике вероятностная оценка погрешности долгосрочного прогноза [3]. Оцененная таким образом случайная погрешность прогноза сравнивалась с погрешностью, полученной по данным моделирования и аналитического расчета (табл. 1). При оценке суммарной погрешности прогноза использовалась зависимость, учитывающая работу скважин в пласте-квадранте с непроницаемыми границами [3]:

$$\epsilon_S = \pm \sqrt{\epsilon_{km}^2 + 4\epsilon_a^2 + \epsilon_{\lambda_1}^2 + \epsilon_{\lambda_2}^2 + \epsilon_{\lambda_3}^2 / 4 (\ln 2,25 at / \sqrt{r\lambda_1\lambda_2\lambda_3})}, \quad (2)$$

где ϵ_{km} , ϵ_S , ϵ_a , ϵ_{λ} — относительные среднеквадратические ошибки в определении соответственно понижения, водопроводимости,

пьезопродности и расстояния до отраженной скважины; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ — среднее расстояние от эксплуатационных скважин до отраженных.

Оценка указанных частных погрешностей параметров базируется на результатах определения параметров по 20 наблюдательных скважинах при опытно-кустовых откачках.

Относительная среднеквадратическая ошибка определялась через величину размаха частных показателей с учетом ограниченного количества рассматриваемых параметров. Расчет выполнен по формуле

$$\varepsilon = (X_{\max} - X_{\min}) a_n / \bar{X} = R a_n / \bar{X}, \quad (3)$$

где X_{\max}, X_{\min}, X — максимальное, минимальное и среднее значения показателя в выборке; a_n — коэффициент, учитывающий ограниченное количество членов в выборке и являющийся табулированной величиной, для $n=20$ величина $a_n=0,268$ [7].

В результате расчета относительная среднеквадратическая ошибка составила: для водопродности $\varepsilon_{km}=0,228$, для пьезопродности — $\varepsilon_a=0,409$. Среднеквадратическая ошибка в оценке удаленности непроницаемой границы пласта рассчитывалась по зависимости $\varepsilon_\lambda = \pm \Delta X / L$ (4), где L — расстояние от эксплуатационной скважины до непроницаемой границы; ΔX — абсолютная погрешность в определении удаленности непроницаемого контура. Численно эта ошибка соизмерима с шагом разбивки на модели, равным ± 2000 м.

Значения среднеквадратической ошибки в оценке удаленности непроницаемого контура приведены в табл. 2. Суммарная ошибка прогноза, вычисленная по зависимости (2), для скважины 9—10, находящейся от центра ряда на расстоянии $r=1410$ м при $\lambda_1=15000$ м, $\lambda_2=13000$ м, $\lambda_3=2000$ м, равна $\varepsilon_{S9-10} = \pm 0,228 = \pm 22,8\%$. Для скважины 11—12 ($r=4300$ м, $\lambda_1=1100$ м, $\lambda_2=17000$ м, $\lambda_3=20000$ м) суммарная погрешность прогноза соответственно равна: $\varepsilon_{S11-12} = \pm 0,23 = \pm 23\%$.

Оцененная таким образом погрешность прогноза достаточно близка ошибке, оцененной по данным моделирования прогнозной задачи для наиболее правильного варианта 2. Полученная систематическая погрешность характеризует правильность прогноза, случайная ошибка — его точность, а в совокупности они определяют достоверность проектных гидрогеологических расчетов.

В предложенной постановке вопрос о точности и достоверности гидродинамических прогнозов работы водозаборов решался путем сопоставления аналитического прогноза и его реализации, что повышает надежность полученных выводов. Появляется возможность на ранних стадиях гидрогеологических исследований путем оценки общей достоверности и отдельных входящих в него режимобразующих факторов, целенаправленно

и обоснованно выполнять процесс разведки месторождений подземных вод.

Предложенная методика может быть рекомендована как один из способов вероятностной оценки достоверности гидродинамических прогнозов работы водозаборов подземных вод, а также может помочь при изучении проблемы обоснования и объемов буровых и опытно-фильтрационных исследований при разведке месторождений подземных вод.

Список литературы: 1. *Гороховский В. М.* Математические методы и достоверность гидрогеологических и инженерно-геологических прогнозов. — М.: Недра, 1977. — 109 с. 2. *Ильин Н. И.* Достоверность оценки водопроницаемости горных пород — М.: Изд-во ПНИИС, 1967. — 164 с. 3. *Зеленин И. В., Перцовский В. В.* Об оценке достоверности определения эксплуатационных запасов подземных вод. — В кн.: Подземные воды Молдавии. Кишинев: Штинница, 1977, с. 38—43. 4. *Перцовский В. В., Чаповский А. Е.* Вероятностная оценка гидродинамического прогноза работы водозаборного сооружения. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1977, № 7, с. 13—16. 5. *Язвин Л. С.* Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод. Ротапринт ВСЕГИНГЕО, 1972. — 28 с. 6. *Бочеввер Ф. М.* Расчеты эксплуатационных запасов подземных вод. — М.: Недра, 1968. — 194 с. 7. *Пустыльник Е. И.* Статистические методы анализа и обработки наблюдений. — М.: Наука, 1968. — 98 с.

Поступила в редколлегию 22.11.79.

УДК 551.490

О. И. БУБЛАЙ, В. А. ИЩУК, И. М. ЛОМАКИН,
К. А. НЕМЕЦ, А. Е. ЧАПОВСКИЙ

О РАДИУСЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗМУЩАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ

Согласно современным представлениям [1—3] под радиусом влияния возмущающей скважины подразумевается такое расстояние от ее оси, дальше которого в данный момент времени эффект откачки практически не сказывается. Радиус влияния зависит не только от фильтрационных свойств пласта, но и от интенсивности и продолжительности откачки. Поэтому мы попытались более полно учитывать факторы, определяющие величину радиуса влияния возмущающей скважины при заданном понижении уровня.

Эффект откачки может оцениваться по понижению уровня S или расходу Q [4]. В связи с этим радиус влияния будем обозначать как R_S и R_Q .

В соответствии с уравнением Тейса понижение уровня воды на границе влияния одиночной возмущающей скважины, работающей в условиях бесконечного однородного пласта,

$$S_{вл} = \frac{Q}{4\pi km} \int_{\alpha}^{\infty} \frac{e^{-\alpha}}{\alpha} d\alpha = -\frac{Q}{4\pi km} E_i \left(\frac{R_S^2}{4at} \right), \quad (1)$$

где $\alpha = \frac{R^2}{4at}$, km и a — водопроводимость и пьезопроводность пласта; t — время работы скважины. Так как $S_{вл}$ является наперед заданной величиной, то правая часть уравнения (1) также должна быть величиной постоянной. Отсюда вытекает, что

$$\frac{R_S^2}{4at} = f(Q; km; S_{вл}) \quad (2)$$

или

$$R_S = 2\sqrt{at} \sqrt{f(Q; km; S_{вл})} \quad (3)$$

Приняв в уравнении (3) $\varphi_S = 2\sqrt{f(Q; km; S_{вл})}$, получим уравнение для определения радиуса влияния: $R_S = \varphi_S \sqrt{at}$ (4).

Численное значение константы φ_S можно получить из соотношения

$$\frac{4\pi km S_{вл}}{Q} = -E_i(-\alpha). \quad (5)$$

Так как функция E_i протабулирована, то легко определить

$$\varphi_S = f \frac{km S_{вл}}{Q}. \quad (6)$$

В настоящее время для определения радиуса влияния используется широко распространенная формула: $R_S = 1,5\sqrt{at}$ (6), полученная из логарифмической аппроксимации уравнения (1) и справедливая, по мнению авторов [3, 4], при $\alpha \leq 0,05-0,1$. Однако такое допущение справедливо только для достаточно больших значений понижения уровня на рассматриваемой границе. Для иллюстрации данного вывода по уравнению (5) вычис-

лим φ_S для различных значений отношения $\frac{4\pi km S_{вл}}{Q}$, обозначив его ψ :

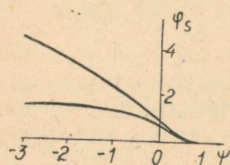
ψ	0,001	0,01	0,05	0,1	0,3	0,5	0,7	1	2	4	6
φ_S	4,52	3,58	2,83	2,45	1,81	1,48	1,26	1,02	0,57	0,2	0,074

Анализ данных показывает, что функция φ_S достигает значения $1,48 \approx 1,5$ только при $\psi = 0,5$, а в дальнейшем монотонно убывает. Таким образом, зависимость (6) будет справедлива лишь при $S_{вл} \geq Q/8\pi km$, что отчетливо видно на графике (рис. 1). Это опровергает вывод о том, что $\varphi_S \rightarrow 1,5$ при $S_{вл} \rightarrow 0$. Поэтому радиус влияния более целесообразно рассчитывать по зависимости (4), предварительно определив φ_S по графику. Зависимость (6) можно использовать при $S_{вл} \geq Q/8\pi km$, так как именно в этом случае $\varphi_S \leq 1,5$.

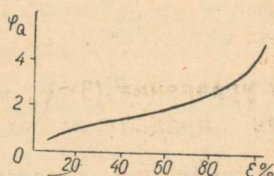
Рассматривая радиус влияния как функцию расхода возмущающей скважины, Ф. М. Бочеввер [4] вводит величину

$$\varepsilon = \frac{Q - Q_{\text{вл}}}{Q}, \quad (7)$$

где Q — постоянный расход скважины в период откачки; $Q_{\text{вл}}$ — расход воды, протекающей через цилиндрическую поверхность



а



б

радиусом R_Q и осью, проходящей через центр возмущающей скважины; ε — часть расхода скважины, формирующегося в пределах воронки депрессии радиусом R_Q . Из формулы (7) получим $Q_{\text{вл}} = Q(1 - \varepsilon)$ (8). В соответствии с формулой Дюпюи можно написать:

$$Q_{\text{вл}} = 2\pi kmR \left. \frac{dS}{dR} \right|_{R=R_Q} = Qe^{-\frac{R^2}{4at}}. \quad (9)$$

Приравнивая правые части уравнений (8) и (9), составим ра-

венство $1 - \varepsilon = e^{-\frac{R^2}{4at}}$ (10), откуда $R_Q = 2\sqrt{\ln \frac{1}{1 - \varepsilon}} \sqrt{at}$ (11).

Приняв $\varphi_Q = 2\sqrt{\ln \frac{1}{1 - \varepsilon}}$ (12), получим общее выражение

зависимости для определения приведенного радиуса влияния по расходу. $R_Q = \varphi_Q \sqrt{at}$ (13). Таблица значений φ_Q при различных $\alpha = R^2/4at$ и ε приведена в работе [4]. Однако из уравнения (12) видно, что φ_Q зависит лишь от величины ε . Поэтому при определении радиуса влияния скважины по расходу достаточно задаваться лишь величиной ε , определяющей ту часть расхода скважины, которая формируется в пределах депрессионной воронки радиусом R_Q . Величина φ_Q может быть определена по формуле (12) или по графику (рисунок).

Для наглядности о значении внесенных в настоящей работе уточнений рассмотрим такой пример. Пусть требуется определить радиус влияния скважины в напорном водоносном горизонте по следующим данным: $Q = 1000$ м³/сут; $t = 100$ сут; $km = 500$ м²/сут; $a = 10^4$ м²/сут. По уравнению (6) значение радиуса влияния $R = 1,5\sqrt{at} = 1,5\sqrt{10^4 \cdot 100} = 1500$ м. По уравнению (4)

радиус влияния $R = \varphi_s \sqrt{at} = \varphi_s \sqrt{10^4 \cdot 100}$. Приняв на границе влияния $S_{вл} = 0,01$ м, что соответствует точности замера уровня подземных вод, получим $\lg \frac{4:500 \cdot 0,01}{1000} = -1,202$. Этому значению на приведенном графике (рисунок) соответствует $\varphi_s = 2,75$. Тогда $R = 2,75 \sqrt{10^6} = 2750$ м.

Таким образом, погрешность в определении приведенного радиуса влияния по зависимости (6) для рассмотренного примера составит около 80%.

Список литературы: 1. *Щелкачев В. Н.* Обобщение представлений о радиусах влияния скважин. — Нефтяное хозяйство, 1948, № 2, с. 10—16. 2. *Щелкачев В. Н., Говорова Г. Л., Рябичина З. Н.* Законы изменения радиуса влияния скважины в условиях упругого режима. — Нефтяное хозяйство, 1948, № 7, с. 18—28. 3. *Щелкачев В. Н.* Разработка нефтеводоносных пластов при упругом режиме. — М.: Гостоптехиздат, 1959. — 467 с. 4. *Бочевер Ф. М.* Теория и практические методы гидрогеологических расчетов эксплуатационных запасов подземных вод. — М.: Недра, 1968. — 325 с.

Поступила в редколлегию 12.11.79.

УДК 628(447.61/62)+551.493

В. П. ДВОРОВЕНКО, К. А. НЕМЕЦ, канд. геол.-минерал. наук,
Ф. В. ЧОМКО

ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ ИЗ КАНАЛА СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ—ДОНБАСС НА РЕЖИМ БЕЛЯНСКОГО ВОДОЗАБОРА

В тектоническом отношении трасса канала пересекает восточные части двух структур: Бахмутской и Кальмиус-Торецкой котловин. В геологическом строении трассы участвуют породы палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Меловые отложения широко развиты на участке первого подъема канала (35—68 км) и залегают на глубине от 0 до 30—40 метров.

Гидрогеологические условия вдоль трассы канала достаточно сложны и разнообразны. Фильтрационные потери из канала образовали ряд новых водоносных горизонтов, что обусловило изменение естественной гидрогеологической обстановки.

Белянский водозабор, эксплуатирующий верхнемеловой водоносный горизонт, расположен в зоне влияния канала, вследствие чего после ввода в эксплуатацию последнего с расходом до 23 м³/с с 1960 г. начался подъем динамического уровня в водозаборных скважинах. Через некоторое время динамический уровень стабилизировался и его незначительные колебания обусловлены климатическими факторами и режимом эксплуатации водозабора. Кроме этого, на участке водозабора наблюдается гидродинамическая связь подземных вод с поверхностью.

ными водотоками, что также способствует восполнению запасов подземных вод верхнемелового водоносного горизонта. В настоящее время фильтрационные потери из канала являются одним из основных источников питания поверхностных вод исследуемого района. После начала эксплуатации канала произошло подтопление отдельных тальвегов балок и образовался постоянный водоток р. Нижняя Беленькая. В результате всего этого водоотбор подземных вод на Белянском водозаборе увеличился с 8 до 14 тыс. м³/сут.

В связи с реконструкцией канала (с увеличением расхода до 43 м³/с) уровень воды в канале поднимется в среднем на 1,3 м, а на исследуемом участке — до 2 м, что в дальнейшем изменит гидродинамическую обстановку исследуемого района.

В результате статистической обработки данных треста «Укрчерметпромводоснабжение» определены расчетные значения коэффициента фильтрации: для суглинков лессовидных — 0,5 м/сут, песков разнородных с галькой — 15 м/сут, суглинков — 0,2 м/сут, глины песчаных — 0,04 м/сут, песков — 1,3 м/сут, мела — 50 м/сут.

С целью составления прогноза подъема уровня подземных вод в пределах Белянского водозабора и определения дополнительного водоотбора под влиянием канала после реконструкции выполнялось плановое моделирование на электроинтеграторе БУСЭ-70. На модели воспроизведена природная область фильтрации с учетом всех граничных условий, т. е. канала Северский Донец—Донбасс, р. Нижняя Беленькая, балок и скважин Белянского водозабора. Для уточнения фильтрационных параметров области фильтрации решены инверсные задачи на два момента времени. Прогнозные задачи решались в два этапа. На первом этапе определен подъем уровня подземных вод на исследуемой территории при подъеме уровня в канале на 2 метра и при существующем водоотборе Белянского водозабора. На втором — определялся дополнительный водоотбор из скважин водозабора без нарушений сложившейся в настоящее время гидродинамической обстановки.

В результате моделирования установлено, что без дополнительного водоотбора уровень подземных вод в районе Белянского водозабора поднимается на 0,7—1,2 м. Суммарный водоотбор Белянского водозабора можно будет увеличить примерно на 15%.

Поступила в редколлегию 23.11.79.