

К-14038

П308567



ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

267 '85

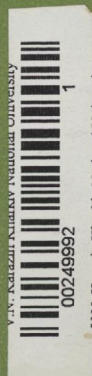
П 308567

ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

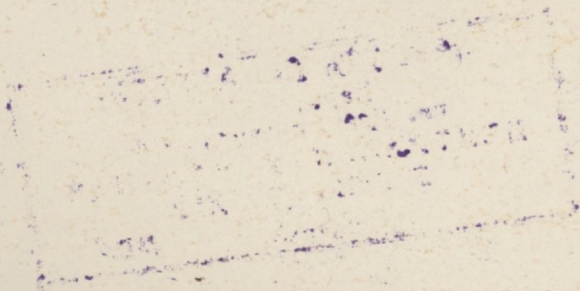
»ВИЩА ШКОЛА«

1 р.

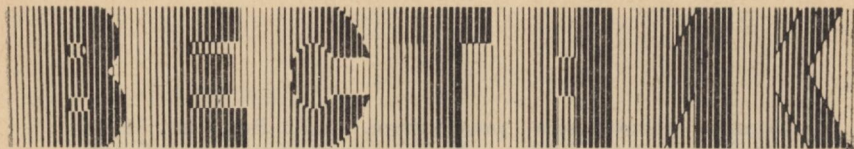
Вестн. Харьк. ун-та, 1985, № 267, 1—96.



THE UNITED STATES OF AMERICA



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР



ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 267

ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

Основан в 1970 г.

Харьков

Издательство при Харьковском государственном
университете издательского объединения
«Вища школа»

1985

Вернуть по адресу:
Харьков - 77,
пл. Дзержинского № 4
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА ХГУ

МБА

Вестник Харьковского университета. — Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1985. — № 267. Геология и полезные ископаемые Левобережной Украины. 96 с.

В вестнике помещены статьи о результатах новейших исследований в области геологии, гидрогеологии и климатологии в пределах Украины, а также других районов СССР. Приведены материалы, касающиеся разработки методики исследований в указанных областях.

Нормативные материалы приведены по состоянию на 1 января 1985 г.

Для научных работников и специалистов.

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

Печатается по решению Ученого совета геолого-географического факультета Харьковского университета от 22 декабря 1983 года (протокол № 3)

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

Редакция естественнонаучной литературы

В 1904050000-019
М226(04)-85

© Харьковский государственный
университет, 1985

Центральна Наукова
БІБЛІОТЕКА ХДУ
308567

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

**О МНОГОМЕРНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЯХ МЕЖДУ
ПЛОТНОСТЬЮ, ПОРИСТОСТЬЮ, ТЕПЛОВЫМИ
И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ГОРНЫХ ПОРОД**

Парные связи теплопроводности осадочных горных пород с их удельным электрическим сопротивлением, плотностью, пористостью и другими физическими свойствами изучались неоднократно. Установлено, что с увеличением плотности, глубины залегания и уменьшением пористости теплопроводность увеличивается. На форму и тесноту связи теплопроводности с удельным электрическим сопротивлением, как выяснилось, влияют естественные условия залегания пород. Парные связи теплопроводности с пористостью, плотностью, электрическим сопротивлением, глинистостью, проницаемостью и глубиной залегания оказались слабыми и непостоянными по форме.

Для исследования формы и тесноты многомерных корреляционных связей теплопроводности с указанными выше параметрами было подготовлено 549 образцов песчаных пород различной зернистости, отобранных из каменноугольных отложений юго-восточной части ДДВ в интервале глубин от 1747 до 4080 м. Теплопроводность, удельное электрическое сопротивление, пористость, плотность и проницаемость этих образцов определяли при известном атмосферном давлении, температуре $+18-20^{\circ}\text{C}$ и насыщении водным раствором NaCl 140 г/л. Глинистость устанавливали по гранулометрическому анализу. Параметры теплопроводности, измеренные на образцах, менялись в пределах 0,38—3,17 Вт/м $^{\circ}\text{K}$; удельного электрического сопротивления 1,17—51,39 Ом; плотности 1,97—2,98 г/см 3 ; пористости 1,3—25,52%; проницаемости 0,01—2357 млД; глинистости 0,1—39,54%.

Так как на форму и тесноту связи теплопроводности с другими физическими свойствами влияет структура и характер насыщения породы, исследования проводили по выборкам пород различной зернистости (мелкозернистых, среднезернистых и крупнозернистых песчаников) и различной проницаемости (от 10 до 50, от 50 до 100 и от 100 до 500 млД).

Для изучения связи между этими параметрами применяли методы математической статистики. Определение статистических

характеристик и аналитических выражений многомерных корреляционных связей между теплопроводностью и удельным электрическим сопротивлением, пористостью, плотностью, проницаемостью, глинистостью, глубиной залегания проводили методами, разработанными для малых выборок.

Рассмотрены линейные (прямые и обратные), логарифмические и степенные функциональные зависимости теплопроводности от перечисленных параметров по шести выборкам, для которых составлено 30 многомерных уравнений регрессии.

Оценку тесноты линейной, логарифмической и степенной связей между перечисленными параметрами, а также определение адекватности полученного вида модели реальному процессу и степени отклонения вычисленных по соответствующим уравнениям значений теплопроводности от наблюдаемых проводили по следующим статистическим характеристикам: идентичности, дисперсии и коэффициенту корреляции.

По тесноте шести-, пяти-, четырех- и трехфакторные корреляционные связи теплопроводности с исследуемыми параметрами для мелко-, средне- и крупнозернистых песчаников можно отнести к средним связям, а для выборок с заданной проницаемостью — к сильным и очень хорошим. Для каждой выборки установлена лучшая по форме многомерная зависимость, аналитическое уравнение которой имеет вид:

мелкозернистые песчаники —

$$\lambda = 0,3 - 5,2 \cdot 1/\rho - 2,2 \cdot 1/m + 11,6 \cdot 1/\sigma - 0,4 \cdot 10^{-2} \cdot 1/k - 0,6 \cdot 10^{-3} C^2 + 0,7 \cdot H;$$

среднезернистые песчаники —

$$\lambda = 10,9 - 5,2 \cdot 1/\rho - 0,2 \cdot 10^{-2} m^2 - 1,1 \sigma^2 + 0,02 \sqrt{k} - 0,2 c^2 + 0,3 \cdot 10^{-7} H^2;$$

крупнозернистые песчаники —

$$\lambda = 26 + 0,2\rho - 0,25m - 8,25\sigma - 0,2 \cdot 10^{-3}k + 0,03c - 0,2 \cdot 10^{-3}H;$$

песчаники с проницаемостью от 10 до 50 мД —

$$\lambda = 2,8 + 1,1\rho - 0,02m - 0,9\sigma + 0,03k - 0,008c - 0,4 \cdot 10^{-3} H;$$

песчаники с проницаемостью от 50 до 100 мД —

$$\lambda = -15,9 + 1,9\rho + 1,18m + 5,2\sigma - 0,007k + 0,02c + 0,001 H;$$

песчаники с проницаемостью от 100 до 500 мД —

$$\lambda \approx 0,5 + 0,7\rho^2 + 60,8 \cdot 1/m - 1,1\sigma^2 - 0,6 \cdot 10^{-6}k^2 + 0,003c^2 + 2110 \cdot 1/H,$$

где λ — удельная теплопроводность; ρ — удельное электрическое сопротивление; m — пористость; σ — плотность; k — проницаемость; c — глинистость; H — глубина залегания.

Многомерные корреляционные связи могут быть использованы для определения теплопроводности по известным значениям электрического сопротивления, пористости, плотности, проницаемости, глинистости и глубины залегания приближен-

но, если неизвестна проницаемость, и довольно точно, если проницаемость пород известна.

Определение теплопроводности горных пород этим способом имеет существенные преимущества по сравнению с известными методами (определение теплопроводности на образцах пород, прямые измерения в пласте и др.), обычно дающими представление о теплопроводности небольших объемов пород.

Предлагаемый способ определения теплопроводности по комплексу физических свойств пород, полученных при каротаже скважин, дает возможность получать значения теплопроводности по всему каротируемому разрезу, а также интегрально для исследуемых толщ.

Поступила в редколлегию 11.11.83.

УДК 550.550.8.519.2

В. П. БЕЛАН

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ

Система автоматизированной геостатистической обработки наблюдений (САГСОН) предназначена для комплексного решения типовых геологических задач: районирование территорий, приведение наблюдений различных полей к единой сети, нахождение связей и установление зависимостей между переменными, выявление и уточнение информационных (относительно заданной цели) переменных, сопоставление и картирование геологических объектов и др.

Система позволяет хранить, накапливать данные, выдавать результаты обработки в наглядной форме, осуществлять операции по изменению структур массивов данных, их перемещению, логико-математическому преобразованию значений переменных.

Первая очередь САГСОН, ведущим разработчиком которой является автор, уже успешно эксплуатируется на нескольких ВЦ геологических территориальных управлений.

Исходными данными для анализа и обработки средствами САГСОН служат дискретные наблюдения над геологическими, геофизическими, геоморфологическими полями. На обработку такие данные представляются в стандартной форме в виде таблиц «наблюдения—свойства». Допускаются таблицы с «дырами» — пропусками, значения в которых могут быть программно восстановлены.

Максимальный размер таблиц при одноразовой обработке не должен превышать (2048×34). Возможна обработка таблиц

(массивов) и значительно больших размеров посредством «окон» с «перекрытием» или «встык». Организация окон осуществляется программно.

В программах системы реализован (алгоритмический язык — ФОРТРАН-IV) широкий набор стандартных статистических методов и процедур для анализа и обработки геологических данных.

Система функционирует под управлением ДОС ЕС и открыта для подключения новых программ. По назначению программы САГСОН делятся на 4 группы: информационно-сервисного обслуживания, анализа и предварительной обработки, многомерного моделирования, машинной графики.

Программы информационно-сервисного обслуживания осуществляют ввод задания на обработку; ввод, контроль, масштабирование исходных данных; изменение структур массивов данных; обновление массивов данных; логико-математические преобразования значений переменных; «отбраковку» заданных наблюдений из указанных в задании массивов; организацию целевых подмассивов; заполнение «дыр» в массивах данных и др.

Анализ и предварительная обработка таблично представленных данных заключается в построении гистограмм, оценке эффективных статистик, статистической проверке гипотез, отборе наблюдений относительно заданных уровней переменных и картировании этих наблюдений, статистической оценке тесноты связи между переменными и пр.

Для многомерного моделирования используется ряд программ САГСОН, в которых реализованы методы множественной регрессии, тренд-анализа, факторного анализа, дискриминантной функции, одномерной сплайн-функции.

Программы машинной графики позволяют в заданном масштабе распечатать на АЦПУ схематические карты-рисунки трендов, сглаженные числовые поля, диаграммы разброса значений переменных.

В Харьковском государственном университете ведутся работы, связанные с развитием и внедрением САГСОН в опытную эксплуатацию и разработкой методики решения типовых задач с использованием системы на основе общего структурного анализа рельефа (геополей) *.

Предполагается развитие системы в следующих направлениях: совершенствование процедур анализа и обработки данных на основе комплексирования геолого-геофизических, а также математических методов при решении конкретных задач; расширение программного математического обеспечения системы путем разработки и подключения к ней программ, реали-

* Черванев И. Г. Структурный анализ рельефа. — Автореф. дис. ... д-ра техн. наук, М., 1979. — 45 с.

зующих такие методы анализа и обработки данных, как крайтинг, имитационное статистическое моделирование, многомерные сплайны и др.; стыковка системы с графопостроителем.

Поступила в редколлегию 21.11.83.

УДК 550.4

Н. Е. ЖУРАВЕЛЬ, Л. И. СМЫСЛОВА, Н. Д. ЖУК

ОПЫТ ФИТОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА УССР

Неоднозначность и сложность интерпретации результатов прямых геохимических методов поисков нефти и газа при зондировании зоны активного водогазообмена (АВГО) выдвинули задачу поиска альтернативных путей для установления генезиса геохимических полей, формирующихся в перекрывающем комплексе горных пород, гидросфере, атмосфере и биосфере территорий нефтяных и газовых месторождений.

Следы мигрирующих от залежи углеводородов, а также обусловленные их влиянием вторичные изменения фиксируются в горных породах, почвах, подземной и поверхностной атмосфере, микроорганизмах и растениях. Наиболее важным объектом опробования для зоны АВГО является растительный покров, объединяющий различные этажи водогазообмена и чутко реагирующий на изменения физико-химических условий среды их обитания [1, 2].

К настоящему времени опытно-методические работы по применению фитогеохимической съемки в комплексе нефтегазописковых работ проведены в Западной и Восточной Сибири, Казахстане, Европейской части СССР [2, 3].

Использование фитогеохимической съемки на Украине, большая часть которой занята агроландшафтами и сильно урбанизирована, сталкивается с существенными трудностями. Однако первые попытки применения этой съемки на территории Харьковской и Ворошиловградской областей принесли обнадеживающие результаты. Опробованию были подвергнуты Краснопоповское, Спиваковское и Ольховское месторождения газа, расположенные в пределах северо-западной окраины Донецкого складчатого сооружения, и приурочены к брахиантиклинальным складкам северо-западного простирания. С геоморфологической точки зрения площади этих месторождений расположены в пределах борových террас Северского Донца и его притоков с незначительным распространением агроландшафтов.

На территории месторождений по стандартной методике [2] проведена фитогеохимическая съемка, включающая отбор проб почв, укос травянистой растительности, листьев березы и хвои

сосны с последующим их полуколичественным спектральным анализом следующих элементов: калия, кремния, алюминия, железа, кальция, магния, натрия, бора, фосфора, титана, ванадия, хрома, марганца, кобальта, никеля, меди, цинка, стронция, циркония, бария, свинца, серебра.

Результаты химических элементов указанных выше образцов обрабатывались путем группирования данных в три статистические совокупности, соответствующие площадям отбора почвенно-растительного материала: сводовой части; зоны газоводяного контакта (ГВК) или приконтурной зоны, охватывающей периклинальные и крыльевые участки структур; законтурной (фоновой) части.

Путем сопоставления средних содержаний элементов в образцах из перечисленных зон удалось выделить те, чьи прямые концентрации, а также значения их коэффициентов биологического поглощения (КБП — отношение концентрации элемента в растении к его концентрации в почвах) варьировали в пределах от 1,1 до 4,5. К ним относятся железо, свинец, цинк, никель, марганец, бор, титан, медь (таблица).

Установлено, что почти повсеместно в золе растений, произрастающих над сводовой и приконтурной зонами, наблюдается повышенное содержание никеля, марганца, ванадия, меди, бора (в 1,5—2 раза по сравнению с растениями законтурной зоны).

Коэффициенты биологического поглощения перечисленных элементов оказываются более контрастными, чем их содержание в тех же растениях из соответствующих зон. КБП растительности сводовой части структуры в 2—4 раза превышают КБП растительности законтурной зоны (таблица).

Нами вычислены коэффициенты контрастности (КК), которые представляют отношение прямых концентраций, а также КБП сводовой и приконтурной зон к законтурной.

Полученные значения КК сводовой части по отношению к законтурной относятся к виду «Залежь», а значения КК приконтурной зоны к фону — к типу «Гало» — кольцевой эффект [2].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что мигрирующие от залежи к земной поверхности углеводороды играют определенную роль в формировании физико-химической обстановки в приповерхностной зоне изученных нами газовых месторождений. Это отражается на распределении биогенных химических элементов в почвенном покрове и растениях.

Отсюда вытекает целесообразность постановки более широких опытно-методических работ по проведению фитогеохимической съемки газоносных районов Украины в комплексе с другими используемыми в настоящее время методами исследования.

Коэффициенты контрастности фитогеохимических показателей газовых месторождений ДДВ

Объект исследования	Объект опробования	Вид показателя	Месторождение													
			Краснопоповское					Спиваковское				Ольховское				
„Залежь“	Сосна (хвоя)	ПК	Fe 1,2	Zn 2	Sr 1,7			Ni 1,2	Pb 1,1	Fe 1,2	V 2,5	Ni 1,1	V 1,3	Ti 1,1		
		КБП	B 2	Mn 4	Zn 1,6	Ni 3	Pb 1,5	Cr 1,2	Ni 1,3	Cu 1,1	Sr 1,2	V 1,3	Ni 1,6			
	Береза (лист)	ПК	Fe 2,5	Pb 3	Ni 1,3	Mn 3,5	B 4	V 4	Mn 1,5	Cu 1,2	Ti 2,7	Fe 1,1	B 1,3	Ni 1,3		
		КБП							Cr 1,2	Ni 1,4	Cu 1,3	Sr 1,3	Pb 1,6			
	Укос	ПК	Zn 1,5	V 1,5	Pb 1,5				V 2,2	Ti 4,5	B 3,4	Sr 1,5				
		КБП	Mn 2	V 2	Ni 4				Cr 2,2	Ni 2,5	Cu 1,5	Sr 1,3	Pb 1,3	Zn 1,2	Ti 1,7	
	„Гало“ (кольцевой эффект)	Сосна (хвоя)	ПК	Zn 1,1	B 1,6	Mn 1,2	Ni 2,4			Ni 1,1	Pb 2,3	Zn 1,2				
			КБП	Mn 4,5	V 1,2	Ni 1,2	Pb 2,5	B 1,2	Cu 1,3	B 1,3	Ti 1,2	Cr 1,2	Ni 1,5	Cu 1,3	Mn 1,3	
Береза (лист)		ПК	V 3,6	B 1,5	Cr 1,7	Ni 1,5	Pb 3,0			B 1,5	Mn 1,5	Fe 1,2				
									Cr 1,3	Cu 1,4	Pb 1,3					
Укос		ПК	B 1,3	V 2,3	Mn 3,3	Zn 1,6	Ni 1,8	Pb 3	Cu 3	Mn 1,9	P 1,7	B 1,2	Ti 1,3	Mn 1,7	Cu 1,4	Ni 1,3
		КБП	Ni 1,7						Ni 1,3	Ti 1,3	Cu 1,8	Zn 2	Pb 1,5			

Список литературы: 1. А. с. 894658 (СССР). Биогеохимический способ поисков месторождений нефти и газа/Л. Г. Комогорова, Е. В. Стадник, Л. В. Лапчинская, Н. Е. Журавель. — Оpubл. в Б. И., 1981, № 48, с. 52. 2. Стадник Е. В., Комогорова Л. Г., Лапчинская Л. В. Методические рекомендации по применению фитогеохимической съемки при работах на нефть и газ. — М., 1982. — 28 с. (Ротапринт, ВНИИЯГГ). 3. Стадник Е. В., Комогорова Л. Г., Юдин Г. А. Фитогеохимический метод поисков месторождений нефти и газа: Методы нефтегазопроисконой геохимии. — М., 1982. — 26 с. (Ротапринт, ВНИИЯГГ).

Поступила в редколлегию 11.11.83.

УДК 502.7:551.4.07.075

А. О. ЖЕМЕРОВ

ИСКОПАЕМЫЙ РЕЛЬЕФ И ЕГО АНАЛИЗ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Поиск мест, которые могли бы аккумулировать углеводороды из нефтегазопроизводящих свит, — важнейшая палеогеоморфологическая задача. Аккумуляторами нефти и газа, например, могут быть структурные ловушки палеодолин, сложенных породами-коллекторами. Палеорельеф существенно влияет на распространение пород-коллекторов, однако это влияние в различные геологические периоды неоднородно. Когда происходит аккумуляция и выравнивание палеорельефа, создаются благоприятные условия для сосредоточения эффективных мощностей нефтегазоносных горизонтов в палеодолинах и на их обширных террасированных склонах [1].

Исследования, которые проводились нами, затрагивали периоды, когда на территории газового месторождения в прошлом развивался флювиальный рельеф равнинного типа. Палеорельеф — это основной фактор, определяющий в этих условиях особенности геологического разреза, поэтому получение палеогеоморфологических данных крайне необходимо.

Задача восстановления палеорельефа по результатам бурения не всегда может быть успешно решена. Если сеть скважин не согласована с размерами форм палеорельефа, наши представления о нем будут ложными. В условиях северных месторождений, где принято ограничиваться очень редкими сетками скважин, достоверно восстановить палеорельеф по результатам бурения невозможно. Густая сеть скважин появляется уже в процессе разработки залежи, когда уточняющиеся палеогеоморфологические сведения не могут существенным образом повлиять на процесс разбуривания. Отсутствие палеогеоморфологических представлений на начальной стадии разработки газовых месторождений зачастую приводит к нерациональному использованию средств, а в дальнейшем — и естественных ресурсов, так как по разным причинам (чаще всего связанным с па-

леогеоморфологическими особенностями) происходит неполный отбор газа, не всегда удается предотвратить обводнение и т. д.

Если в прошлом моделирование газовых месторождений опиралось одновременно на буровые и сейсмические данные, в результате чего составлялись карты ископаемых поверхностей (палеогипсометрические схемы) [2], то в настоящее время восстановления древнего рельефа для районов, где неполны или отсутствуют данные бурения, можно произвести только с помощью сейсмических материалов. Данный путь более эффективный с экономической точки зрения, а для ряда случаев — единственно возможный.

Методика реконструкции палеорельефа по данным сейсморазведки такова. На основе сейсмических данных об ископаемой поверхности строится тренд для всего месторождения и карта отклонений от тренда. Каждый массив отклонений одного знака интерпретируется в качестве самостоятельного блока, для которого строится карта его поверхности. Блочные модели сводятся в единую карту, которая тщательно анализируется, в результате чего уточняются число блоков и их конфигурации, восстанавливается структура ископаемой поверхности. А на основе карт отклонений от тренда поверхности каждого блока создается модель палеорельефа всего месторождения, служащая основой для определения вещественного состава отложений и палеогеоморфологического анализа в целях оптимизации разработки газового месторождения [2, 3].

Сейсмическая модель палеорельефа и его модель, созданная на основе бурения, практически идентичны [3]. Установление достоверности модели, полученной по данным сейсморазведки, позволило провести подобные реконструкции и для поверхностей, лежащих ниже разбуриваемой толщи. Таким же образом можно получить серию палеогеоморфологических карт по интересующей нас толще.

Так как по морфологии палеорельефа возможно прогнозировать вещественный состав отложений [3], серия палеокарт позволяет не только выявить унаследованные элементы в рельефе, но и определить вещественный состав и коллекторские свойства отложений между ископаемыми поверхностями, выделить флюидалные системы в продуктивной толще газового месторождения, судить об изменении уровня газоводяного контакта, наметить пути продвижения краевых вод и т. д. Все это делает возможной разработку стратегии рационального и в итоге более полного отбора газа.

По палеогеоморфологическим данным могут быть определены конкретные точки для заложения скважин с целью поисков новых газовых полей как в границах старых разрабатываемых площадей, так и за их пределами.

Порядок исследований и используемые при газодобыче методические приемы должны рассматриваться как определенный

рациональный комплекс. Главное место в этом комплексе несомненно занимает палеогеоморфологическая интерпретация полученных геологических данных, повышающая экономическую эффективность разработки газовых месторождений.

Список литературы: 1. *Проничева М. В.* Палеогеоморфология в нефтяной геологии: Методы и опыт применения. — М.: Наука, 1973. — 175 с. 2. *Математическое моделирование рельефа на ЭВМ/И. Г. Черванев, Н. И. Глова, Т. А. Сергеева и др.* — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1977, № 4, с. 106—111. 3. *Жемеров А. О.* О возможности применения анализа морфологии палеорельефа для управления разработкой газового месторождения (на примере Медвежьего). — Вестн. Харьк. ун-та, 1983, № 239. Природ. и трудовые ресурсы Левобереж. Украины, с. 50—52.

Поступила в редколлегию 19.11.83.

УДК 551.4:551.8(477.5)

Л. Б. ПОЛИЩУК, канд. геогр. наук

ИЗУЧЕНИЕ МИОЦЕНОВОГО РЕЛЬЕФА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ ПРИ ПОИСКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Успешное решение поисковых задач связано с распознаванием древних обстановок осадконакопления и изучением истории геолого-геоморфологического развития территории. К неогеновым отложениям Днепроовско-Донецкой впадины приурочены многие полезные ископаемые: сырье для промышленности строительных материалов, циркониево-титановые россыпи, бурые угли, стекольные и формовочные пески, огнеупорные глины.

В результате исследований, связанных с изучением ископаемого рельефа и строения миоценовых отложений на основе детальнх литолого-фациально-гипсометрических построений [1, 2], в рассматриваемой толще были выделены два литолого-фациальных комплекса отложений: сивашско-козиевский и губинихский, прислоненные друг к другу в направлении с северо-востока на юго-запад [2, 3]. Оба комплекса на всей исследуемой территории залегают на зеленых глинах харьковской свиты. Они слагают два палеогеоморфологических уровня с соответствующими названиями: сивашско-козиевский палеогеоморфологический уровень — ранее-средне-миоценовый, губинихский — позднемиоценовый.

Палеогеоморфологические условия развития территории в миоцене в значительной степени предопределили закономерности размещения фаций и связанных с ними полезных ископаемых.

В нижней части сивашско-козиевского комплекса расположен горизонт с бурыми углями. Он распространен достаточно широко и хорошо распознается в разрезе по литолого-фациаль-

ным признакам. Стратиграфическое положение горизонта в разрезе является надежным критерием поиска.

В светлых кварцевых песках сивашско-козиевского комплекса находятся месторождения стекольных и формовочных песков, строительных материалов и россыпей рудных минералов. Для поиска перечисленных полезных ископаемых важное значение имеют данные об истории развития рельефа, так как они позволяют восстановить условия формирования отложений и использовать комплекс критериев: характеристики вещественного состава отложений, данные мощностей, гипсометрии, а также палеогеоморфологический, структурный и стратиграфический критерии.

К верхней части сивашско-козиевского комплекса приурочены пестрые глины, с которыми связаны месторождения огнеупорных и тугоплавких глин.

С породами губинихского комплекса связаны месторождения строительных материалов и огнеупорных глин. Месторождения могут быть околитушены прежде всего с учетом данных по гипсометрии кровли отложений, так как породы губинихского уровня в значительной степени размыты.

Список литературы: 1. *Полищук Л. Б., Проходский С. И.* Фациально-гипсометрический метод анализа в палеогеоморфологии. — В кн.: Палеогеоморфологические методы и их роль в повышении эффективности поисковых работ на нефть и газ. — М.: Наука, 1978, с. 34—35. 2. *Полищук Л. Б.* Ископаемый рельеф и строение верхнего олигоцена и миоцена центральной части Днепро-Донецкой низменной равнины: Автореф. дис. ...канд. геогр. наук. — Л., 1982. — 23 с. 3. *Полищук Л. Б.* Неоген Днепро-Донецкой впадины. — Вестн. Харьк. ун-та, 1983, № 239. Природ. и трудовые ресурсы Левобереж. Украины, с. 19—21.

Поступила в редколлегию 21.11.83.

УДК 553.88(477.54)+549.514.53

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

О ЕРЕМОВСКОМ ПРОЯВЛЕНИИ ОПАЛА В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Опал обнаружен во время полевых работ 1983 г. в Еремовском месторождении песчаника, расположенном в Изюмском районе в 1,5—2 км юго-западнее села Еремовка. Вмещающими опал являются халцедоновые чистые, практически лишенные терригенной примеси спонголиты и спонгиевые силициты, а также кремнисто-обломочные породы — спонгиевые песчаные и песчаные силициты и кремнистые песчаники (кремнисто-песчано-алевритовая толща) средней части альбских и сеноманских отложений по И. И. Литвину [1], спонголитовые песчаники с прослоями глауконитовых песков — кременецкие слои верхов

нижнего сеномана по М. Я. Бланку и др. [2, 3]. Эти породы слагают пластовые тела, связанные между собой постепенными переходами. Их мощность в Еремовском месторождении составляет около 10 м.

Чистые силициты—это очень прочные плотные породы светлого желтого, коричневого или серого цвета, обычно с раковистым изломом, стеклянным или жирным блеском, просвечивающие в сколах толщиной до 1—2 см. Органические остатки в них представлены скелетными элементами кремневых губок — спикулами с круглым поперечным сечением диаметром 0,15—0,30 мм и круглым осевым каналом диаметром 0,05—0,15 мм, длина которых составляет около 1 мм. Они образованы радиально-лучистым халцедоном, имеющим отрицательное оптическое удлинение и дающим в поперечных сечениях спикул крестообразное прямое погасание сферолитового типа, а в продольных разрезах обнаруживающим субпараллельную ориентировку волокон. Осевые каналы спикул обычно заполнены желтовато-зеленым агрегатным глауконитом. Основная масса, цементирующая спикулы, также состоит из халцедона и складывается из ксеноморфных зерен с волнистым погасанием размерами около 0,015—0,020 мм, а также более крупными — до 0,5 мм сноповидными агрегатами. Присутствуют единичные угловатые зерна кварца и мелкие чешуйки мусковита.

Спонгиевые песчаные и песчаные силициты и кремнистые песчаники представляют собой различной плотности и крепости породы темно-серого или зеленовато-серого цвета с изломом от раковистого до неровного и однородной или пятнистой текстурой в силу неравномерного распределения обломочного материала, цемента и органических остатков. Они отличаются от чистых силицитов прежде всего присутствием соответствующих количеств угловатых зерен кварца размером 0,10—0,15 мм в поперечнике, которые обычно окружены сферолитовой оболочкой халцедона толщиной около 0,05 мм. Кроме того, эти породы, помимо глауконита в осевых каналах спикул, содержат до 10—15% угловатых и комковатых зерен глауконита буровато-зеленого цвета с агрегатным погасанием, размерами 0,05—0,20 мм. Остальные компоненты породы — спикулы губок и основная кремнистая масса — аналогичны описанным выше.

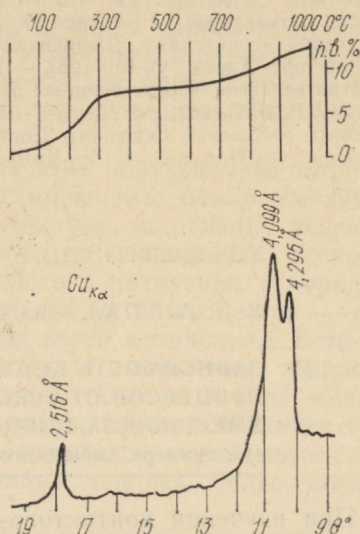
В Еремовском проявлении установлены две разновидности обыкновенного опала. Первая представлена опалом стекловидного облика — прозрачным бесцветным или голубоватым в силу опалесценции, оптически изотропным, с показателем преломления, близким 1,435. Этот опал образует выделения толщиной 1—3 мм в мелких трещинах преимущественно в песчаниках и загрязненных обломочным материалом силицитах. Вторая разновидность — это белый эмалевидный опал, заполняющий пустоты, которые в большей мере встречаются в наиболее чистых силицитах. Такие выделения опала иногда достигают 5—

6 и более см в поперечнике. При этом сравнительно мелкие пустоты обычно заполнены нацело, а в более крупных остается пустое пространство над уровневой поверхностью опала.

Описываемый опал имеет раковистый излом, стеклянный блеск, твердость 6. Он оптически изотропен, показатель преломления около 1,41—1,42. При нагревании до 1000°С (навеска 100 мг, скорость нагревания 20°/мин — рисунок) потеря массы составляет 12—13%. При этом на интервал до 300°С в связи с удалением в основном адсорбированной воды приходится до 60% общей потери массы, а в дальнейшем происходит более плавное ее уменьшение, связанное с выделением, главным образом, гидроксильных групп. При рентгеновском изучении (УРС-50 ИМ, 2°/мин) зафиксированы достаточно четкие и интенсивные отражения 4,29; 4,10 и 2,516 Å (рисунок), что характеризует описываемый материал как опал кристобалит-тридимитового типа.

Генезис опала непосредственно связан с формированием и преобразованием вмещающих его кремнистых пород. Данные по современному кремнезему и наличию скелетных остатков кремневых организмов в описываемых породах обосновывают их первично-опаловый состав. В дальнейшем они подвергались раскристаллизации с образованием халцедона по опалу спикул губок и основной массы. Этот процесс протекал в связи с погружением рассматриваемых отложений в течение позднемеловой седиментации, в результате чего они оказались перекрытыми мощной меломергельной толщей, а также в ходе тектонических движений, которые формировали складчатые структуры и на рубеже мела и палеогена вывели эти породы в зону гипергенеза.

Процессами выветривания обусловлено их вторичное изменение, проявившееся в выщелачивании и перераспределении кремнезема с образованием опала. При этом растворению в большей мере подвергалось кремнистое вещество цемента пород, в связи с чем в силицитах возникли пустоты, на стенках которых рельефно выступают отпрепарированные выветриванием



Результаты термографического и рентгеновского изучения белого эмалевидного опала Еремовского проявления

халцедоновые спикеры губок. Результатом гипергенного перераспределения кремнезема явилось заполнение части таких пустот и более ранних каверн и трещин опалом.

Еремовское проявление представляет интерес как первая находка минералогически обособленного опала в Харьковской области.

Список литературы: 1. Литвин И. И. Малые химические элементы в альбиноманских отложениях Днепровско-Донецкой впадины. — Х.: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1964. — 124 с. 2. Бланк М. Я., Горбенко В. Ф. О стратиграфии верхнемеловых отложений Северного Донбасса. — Докл. АН СССР, 1965, 162, № 2, с. 397—400. 3. Бланк М. Я. Стратиграфия верхнемеловых отложений Северного Донбасса. — В кн.: Атлас верхнемеловой фауны Донбасса/Под ред. Г. Я. Крымгольца. — М.: Недра, 1974, с. 9—19.

Поступила в редколлегию 11.11.83.

УДК 552.101(470.21)

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

ЗАВИСИМОСТЬ КОНТАКТОВО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОТ ТЕКСТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД (на примере Хибинского плутона)

При изучении контактово-метасоматических процессов, развитых в контактовом ореоле Хибинского массива нефелиновых сиенитов, установлено, что ведущую роль в контактово-метасоматическом преобразовании вмещающих пород играли диффузионные процессы [1, 2]. Доказано также, что имеющиеся различия в масштабах и характере этих преобразований в гнейсах и зеленокаменных породах обусловлены двумя факторами: химическим составом этих образований и их различной пористостью.

В тех же случаях, когда химический состав вмещающих пород является близким или даже идентичным, решающее значение приобретают текстурные особенности боковых пород. Это хорошо видно на примере шаровых лав, развитых в западной части экзоконтакта Хибинского щелочного массива. Протяженность их с севера на юг достигает 4 км при средней ширине около 2 км. Простираение сланцеватости в них колеблется в пределах СЗ — 290—320° с падением на юго-запад под углом от 45 до 80°. Шаровое строение пород особенно хорошо выражено в западной части района, т. е. более удаленной от Хибинского массива. «Шары», как правило, сплюснуты и вытянуты. В большинстве случаев верхняя часть у них выпуклая, а нижняя вогнутая. Шаровые лавы — светло-зеленые с голубоватым оттенком плотные породы афанитового облика, с хорошо выраженной шаровой текстурой. Порода «шаров» состоит в основном

из спутанно-волокнутого агрегата мелких иголочек зеленовато-желтого или бесцветного актинолита, на фоне которого видны мелкие зерна или скопления зерен кварца, альбита, цоизита, эпидота.

Цемент шаровых лав представлен сильно рассланцованными кластическими сланцами, минеральный состав которых аналогичен составу породы «шаров»: иголки актинолита, располагающиеся параллельно сланцеватости, зерна кварца и альбита. Таким образом, по своему составу и «шары», и сланцы, цементирующие их, идентичны. Различаются эти породы только текстурами: цементирующий материал имеет сланцеватую текстуру, «шары» — массивную.

При петрографическом изучении этих образований, затронутых процессами контактового метаморфизма, обнаруживается, что породы, имеющие различную текстуру, по-разному реагируют на эти процессы. В одних и тех же обнажениях, расположенных в зоне контактового воздействия интрузива, в породах, слагающих «шары», никаких изменений не наблюдается — они сложены целиком агрегатом мелких зерен актинолита. В то же время туфогенные сланцы, являющиеся цементом «шаров», в значительной мере биотитизированы. Биотит в виде мелких чешуек располагается по сланцеватости породы. Наличие биотита приводит к тому, что и макроскопически туфогенные сланцы отличаются от пород, слагающих «шары», более темным цветом.

Указанное явление, т. е. различие в степени изменения массивных и сланцеватых пород, является достаточно убедительной иллюстрацией значения текстур вмещающих пород, подвергшихся контактово-метаморфическому воздействию со стороны интрузии.

В этой связи представляется, что при изучении контактово-метасоматических процессов, как и любых других проявлений метасоматоза, важное значение приобретают текстурные особенности вмещающих пород.

Список литературы: 1. Горстка В. Н. Контактная зона Хибинского щелочного массива. — Л.: Наука, 1971. — 99 с. 2. Зак С. И. Контактно-метасоматические изменения у границ Хибинского щелочного массива. — В кн.: Магматизм и геология Кольского полуострова. М., 1963, с. 34—48.

Поступила в редколлегию 15.11.83.

ШАРОВАЯ ТЕКСТУРА В РОГОВООБМАНКОВО-ПОЛЕВОШПАТОВЫХ ПОРОДАХ СРЕДИННОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Породы с оригинальной шаровой текстурой были встречены при геологической съемке одного из районов Срединного Тянь-Шаня и отнесены в полевых условиях по аналогии с литературными данными к группе габброидных пород — корситов (Заварицкий, 1961 г.). Их необычный лейкократовый облик и взаимоотношения с распространенными в районе гранитоидами заставляли сомневаться в их магматическом генезисе. В результате минералого-петрографического изучения этих пород удалось уточнить их состав и обосновать генетические выводы.

Породы с шаровой текстурой формируют несколько небольших тел в гранитном массиве (левобережье р. Сарыджаз у устья р. Куйлю, северо-восточная Киргизия) пермского возраста. Контакт с гранитами неровный и устанавливается по реликтам шаровой текстуры и интенсивной биотитизации. В ксенолитовых телах с шаровой текстурой можно различить три текстурные зоны: внутривоидную, внешневоидную и беспорядочно-кристаллическую. Подобное строение с векториальным расположением кристаллов роговой обманки видно как в штуфах, так и на пришлифовках. Отдельные шары — агрегаты сростаний роговой обманки и полевого шпата — могут быть отпрепарированы при выветривании.

Микроскопическое изучение пород было проведено в прозрачных шлифах для различных частей шаровидных образований. Для идентификации минералов использовался иммерсионный метод и рентгеновская дифрактометрия.

Микроструктура породы при бинарном минеральном составе — гипидиоморфнозернистая. Проявляется явный идиоморфизм роговой обманки по отношению к плагиоклазам. Особенностью плагиоклазов является их своеобразная зональность и блочность (пятнистость). При этом центральная часть зерна превращена в агрегат сосюрита. Неизмененные участки представлены альбит-олигоклазом № 20—23 с $n_g=1,544$; $n_p=1,540$ или олигоклаз-андезином № 30 с $n_g=1,550$; $n_p=1,546$. Основные линии альбит-олигоклаза на дифрактограмме: 6,35; 4,02; 3,77; 3,67; 3,18; 2,96; 2,55 Å. Амфибол — обыкновенная зеленая роговая обманка, несколько хлоритизированная и лишенная признаков щелочного метасоматоза.

Вторичная диабластическая структура эпидота и кварца по плагиоклазу является причиной необычно высокой его твердо-

сти. В окраинных частях сфер кварц встречается в виде мirmekитовых вростков на границе плагиоклаза и калишпата, а также в виде ксеноморфных выделений в калишпатовых агрегатах. Среди вторичных минералов устанавливаются кальцит, хлорит, серицит, среди аксессуаров — циркон. Таким образом, амфиболо-плагиоклазовая порода с шаровой текстурой является диоритом, а структурные ее особенности свидетельствуют о кристаллизации из расплава (идиоморфизм роговых обманок, двойники и зональность плагиоклаза). Сферическая текстура в данном случае первично-магматическая, а не результат взаимодействия гранитной магмы с ксенолитами диорита (Левинсон—Лессинг, 1952 г.; Маракушев, 1976 г.).

Формирование серицита, кальцита, эпидота, хлорита и кварца принадлежит постмагматическому аутометасоматозу (Елисеев, 1963 г.), а более поздний метасоматический процесс — микроклинизация, биотитизация и мirmekитизация как первичных, так и уже измененных минералов диорита.

Метасоматическое воздействие гранитной магмы связано и с сульфидной минерализацией. Диориты, являясь крайним членом глубинной парагенетической породной ассоциации при кристаллизации основной магмы, переработаны более поздними гранитоидами, но при этом локальные участки ксенолитов диоритового состава сохранили устойчивость.

Поступила в редколлегию 11.11.83.

УДК 549.742:562

Ю. А. БОРИСЕНКО, Н. М. ЖУК, Л. В. ЛАПЧИНСКАЯ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИПОМОРФНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КАРБОНАТОВ РАКОВИН ИСКОПАЕМЫХ МОЛЛЮСКОВ В ПОИСКОВЫХ ЦЕЛЯХ

Минералогическое и геохимическое изучение ископаемых остатков беспозвоночных подтвердило их различие не только в крупных таксонах, но и по фациальной принадлежности, а также степени диагенетического преобразования. Накопленный в последние годы фактический материал по различным регионам и группам ископаемых организмов, возможности производства массовых анализов позволяют производить сравнительный высокоточный анализ вещественного состава ископаемого карбонатного материала и вмещающих пород в процессе поисков нефти и газа. Этот анализ, основанный на типоморфизме состава карбонатов остатков ископаемых организмов, можно рассматривать как особый вид поисков.

В основе предлагаемого метода лежат твердо установленные факты, свидетельствующие о том, что мигрирующие вверх

по разрезу органические флюиды могут вступать в сложное взаимодействие с перекрывающими породами. От этого взаимодействия остаются не исчезающие следы, которые обнаруживаются даже в самых верхних четвертичных отложениях, почвах и золе растений. Основная сложность состоит в устранении неоднозначности интерпретации геохимических результатов при изучении полиминеральных и разнофациальных пород.

Решить эту проблему можно с учетом отклонения биогеохимических параметров от установленных значений при сравнительном анализе вещественного состава ископаемых карбонатных остатков беспозвоночных и вмещающих пород. Преимущество такого сравнения заключается в том, что ископаемые остатки и вмещающие породы, накопившиеся в определенных фациальных условиях, после захоронения претерпевают несхожие диагенетические преобразования. В отличие от вмещающих пород, для ископаемых остатков характерна относительно большая стабильность минерального состава, обусловленная известной обособленностью отдельных кристаллов минерального скелета благодаря обволакиванию каждого из них предохраняющей органической матрицей, в результате чего проявляется и большая их сохранность. Именно эта особенность ископаемых остатков определенных крупных таксонов позволяет использовать их состав в качестве геохимического стандарта.

С этой целью предлагается определять отношение содержания различных химических элементов в ископаемых остатках к содержанию аналогичных элементов во вмещающих породах (A_x). Такие расчеты выполняются отдельно для раковин над месторождением (A_{x_1}) и для раковин за пределами месторождения (A_{x_2}). Окончательная обработка заключается в подсчете коэффициента контрастности (K_k), который равен отношению (A_{x_1}) к (A_{x_2}).

Первая проверка метода проведена на нефтегазовом месторождении Каражанбас в Западном Казахстане. Рентгеновский анализ раковинного вещества трех видов голоценовых двустворок и двух видов гастропод показал, что все они имеют идентичный арагонитовый состав, но в раковинах гастропод имеется небольшая примесь кальцита и кварца. Присутствие последнего объясняется невозможностью полного удаления терригенной примеси из завитой раковины. Результаты спектрального анализа подтвердили, что раковины гастропод обогащены химическими элементами, связанными с терригенной примесью. Приняв эти данные во внимание, во время расчета было использовано примерно равное количество спектральных анализов раковинного вещества двустворок и гастропод. При такой выборке сравнение средних значений химических элементов над нефтегазовой залежью и за ее пределами показало, что разница этих содержаний незначительна и непосредственно

в прогнозных целях они использоваться не могут. В то же время указанное равенство подтверждало возможность использования полученных по раковинам данных в качестве геохимического стандарта.

Обработка спектральных анализов проб, взятых с поверхности, по изложенной выше методике показала, что коэффициенты контрастности, превышающие или равные 1,2, соответствуют бору, кальцию, марганцу, железу, никелю, стронцию, лантану; для остальных элементов коэффициенты равны или меньше единицы. Заметные отличия в распределении названных химических элементов установлены над нефтегазовой залежью данного месторождения и в четвертичных породах, которые геохимически изучены нами по большой выборке проб до глубины 25 м. Эти результаты подтверждают правильность выводов, сделанных на основе менее трудоемкого сравнительного изучения карбонатов ископаемых остатков беспозвоночных и вмещающих пород.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что минеральное вещество ископаемых остатков беспозвоночных может быть использовано в качестве сравнительного материала для выявления особенностей изменения вещественного состава вмещающих пород над нефтегазовой залежью и за ее пределами. После проверки на других месторождениях последнее может оказаться эффективным поисковым методом.

Поступила в редколлегию 15.11.83.

УДК 551.763.3(477.7)

Л. Л. НЕСТЕРОВА

ПОЗДНЕМЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРИЧЕРНОМОРЬЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Первые работы о геологическом строении юга Украины относятся к концу XVIII ст. и связаны с экспедициями В. Ф. Зуева (1787 г.), И. А. Гюльденштедта (1787 г.) и П. С. Паласса (1795 г.). Однако отложения мелового периода здесь были обнаружены только в 1867 г. Н. Д. Борисяком.

Позднее непосредственно изучением меловых отложений Причерноморской впадины занимались Г. Ф. Вебер, Н. И. Каракаш, О. К. Ланге, В. С. Малышев, Г. В. Мирченко, А. М. Волошина, А. П. Горбач, Т. Н. Горбачик, В. В. Друщиц, А. Е. Каменецкий, Б. М. Келлер, О. С. Липник, М. В. Муратов, А. Ф. Плотникова и др. В последнее время вышла обобщающая работа по геологическому строению Причерноморского прогиба (Чекунов и др., 1976 г.), а также работа (Бобылев и др., 1979 г.) по нефтегазоносности шельфов Черного и Азовского морей.

Верхнемеловые отложения широко развиты в Причерноморской впадине и достигают значительных мощностей — до 2 км, однако выхода на дневную поверхность они не имеют. Для верхнемелового комплекса характерны преимущественно карбонатный состав и заметная тенденция к постепенному сокращению границ распространения отложений от нижних ярусов к верхним. Между данием и палеооеном часто видимая граница отсутствует, и в этих случаях палеооен и датский ярус рассматриваются вместе.

На рассматриваемой территории, в ее северной части (север Одесской области), верхнемеловые отложения, представленные исключительно сеноманским ярусом, распространены повсеместно и выклиниваются только у северной границы области. Они трансгрессивно залегают на более древних отложениях. Перекрывается сеноманская толща базальным горизонтом верхнетуртонского подъяруса, а южнее — нерасчлененными образованиями верхнего олигоцена — нижнего миоцена. Мощность сеноманских отложений изменяется от 3,5 м* — в северной части территории до 91,5 м — южнее г. Котовска, а представлены они серыми, светло-серыми и белыми мергелями. В основании сеноманской толщи — глауконит-кварцевые пески и песчаники незначительной мощности (первые метры).

Южнее (в районе п. Фрунзовка) верхнемеловые отложения выделяются в объеме сеноманского и туронского ярусов, мощность которых до 145 и 54 м соответственно. Основную часть сеноманского разреза составляют мергели серые, светло-серые до белых, участками опоковидные и мелоподобные, в нижней части песчанистые. Туронские отложения, трансгрессивно залегающие на сеноманских, литологически представлены белым писчим мелом.

Еще южнее (в Белгород-Днестровском районе) происходит наращивание верхнемелового разреза, появляются отложения коньякского, сантонского, кампанского ярусов, которые со стратиграфическим несогласием ложатся на размытую поверхность нижнего мела. Общая мощность их составляет 280 м. Представлены верхнемеловые породы в нижней части песчаниками зеленовато-серыми, мелкозернистыми, кварц-глауконитовыми, неравномерно-известкованными, в подошве гравелитистыми; в верхней части — мелями и мелоподобными мергелями и известняками.

Верхнемеловые отложения выявлены на большинстве разбуренных структур в акватории северо-западной части Черного моря. Сеноманские отложения вскрыты скважинами на Голицынской, Гамбурцевской и Ильичевской структурах. Представлены темно-серыми до черных глинистыми известняками, туфами основного состава, песчаниками с прослоями красноцветных глин и конгломератами. Залегают несогласно на протеро-

* В некоторых местах сеноманские отложения полностью отсутствуют.

зойских (?) или альбских породах и без видимого перерыва покрываются туронскими. Максимальная мощность сеномана 709 м в гамбурцевской скв. 2. Образования турона разбурены на Голицынском и Гамбурцевском поднятиях. Это — плотные светлые глинистые и микрозернистые известняки с сутурами и стилолитами мощностью до 396 м (скв. 2, Гамбурцева). Коньякские отложения установлены на тех же площадях, что и туронские и сложены теми же породами мощностью 501 м (скв. 4, Голицына). Сантонские осадки обнаружены в скважинах на Голицынском поднятии. Это — светло-серые и белые глинистые известняки с сутурами и стилолитами мощностью 100—150 м. Осадки кампана выявлены на поднятиях Голицына, Гамбурцева, Сельского и Ильичевском. Сложены глинистыми известняками с прослойками глин, мергелей и мела мощностью до 506 м. Перекрываются без видимого перерыва осадками маастрихта (глинистые мергели и известняки мощностью до 400 м), которые в свою очередь с перерывом или без него покрываются датскими и палеоценовыми осадками.

В отношении полезных ископаемых в верхнемеловых отложениях Причерноморского прогиба заслуживает внимания: цементное сырье, фосфатная минерализация и нефтегазопроявления.

В связи с поисками магнетитовых кварцитов в районе Ананьевских магнитных аномалий (Одесская обл.) попутно по участкам была дана оценка качества мергелей и мела (сеноманского и туронского ярусов) как возможного компонента портландцементной шихты. Наиболее перспективными (относительно хорошего качества) с точки зрения поисков цементного сырья являются: 1) Фрунзовский участок: силикатный и глиноземный модули равны 2,4 и 4,9 соответственно, содержание CaO — 48,13%, MgO — 0,62%, мощность пород — 62 м; 2) Северо-Фрунзовский участок: силикатный модуль — 2,87, глиноземный модуль — 3,96, средневзвешенное содержание CaO — 48,62%, MgO — 0,86%, мощность пород — 65 м.

Базальный горизонт сеноманских отложений на севере Одесской области, сложенный песками и песчаниками глауконит-кварцевыми и песчанистыми мергелями, характеризуется повышенной фосфатной минерализацией. Содержание P_2O_5 изменяется от 2,36 до 5,9%, составляя в среднем 4,6%, мощность фосфатоносного горизонта — 2—4 м, фосфатные минералы — франколит и его изотропная разность коллофан.

Перспективы Северо-Черноморского нефтегазоносного бассейна (НГБ) связаны со всеми литолого-стратиграфическими комплексами осадочного чехла. Скопления углеводородов выявлены и в отложениях верхнего мела, где большая часть притоков нефти и газа получена из отложений сеномана. В отложениях туронского и коньякского ярусов также получены небольшие притоки газа и частично — нефти.

Хотя в настоящее время (принимая во внимание сравнительно низкий нефтегазоматеринский потенциал верхнемелового комплекса и невысокую степень его гидрогеологической закрытости) породы верхнего мела характеризуются как малоперспективные, степень изученности Северо-Черноморского НГБ не настолько полна, чтобы отказаться от изучения этих отложений.

Поступила в редколлегию 10.11.83.

УДК 56(116).591

С. И. ШУМЕНКО, Т. Т. ГАВТАДЗЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗВЕСТКОВЫХ НАНОФОССИЛИЙ ДЛЯ РАСЧЛЕНЕНИЯ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АБХАЗИИ

Палеогеновые отложения Абхазии представлены исключительно карбонатными породами, тем не менее в различных разрезах встречаются представители различных групп (фораминиферы, моллюски, ежи), что затрудняет их корреляцию, а следовательно, составление региональных стратиграфических схем.

Изучение нанофоссилий из различных структурных зон позволило в значительной степени решить эту задачу — скоррелировать выделенные зоны с другими регионами Крымско-Кавказской области и за ее пределами.

В составе датского яруса выделены 4 зоны: *Biantolithus sparsus*, *Cruciplacolithus tenuis*, *Chiasmolithus danicus* и *Cyclococcolithus robustus* (нижняя часть).

Ассоциация нанофоссилий датского яруса, как и в других регионах, резко отличается от маастрихтской. У нижней границы зоны *B. sparsus* почти полностью исчезают все меловые виды за исключением единичных *Markalius nielsenae* Shum. и *Watznaueria barnesae* (Black). Для этой зоны характерны: *Markalius nielsenae* Shum., *Zygodiscus? simplex* (Bram. et Sull.), *Biantolithus sparsus* Bram, et Mart., *Braarudosphaera discula* Bram, et Riedel, *B. irregularis* Byb, et Gart.

Зона *C. tenuis* характеризуется появлением вида-индекса, а также *Coccolithus cavus* Hay et Mohler и *Prinsius dimorphosus* (Perch.). Для зоны *C. danicus* кроме вида-индекса характерны *Prinsius martinii* (Perch.), *Heliorthis concinnus* (Mart.). Для нижней части зоны *C. robustus* отмечено появление *Coccolithus of eopelagicus* Bram. et Ried., *C. subpestusus* Hay et Mohlen.

В средней части зоны появляются *Chiasmolithus bideus* (Bram. et Sull.), единичные *Ellipsolithus macellus* (Bram. et Sull.), а также различные микрантолиты.

Нижнему палеоцену соответствует верхняя часть зоны *C. robustus* и зона *Fasciculithus tympaniformis*. Зона *F. tympani-*

niformis характеризуется появлением вида-индекса и других представителей этого рода. Исчезают *C. danicus* и *C. cavus*.

В верхнем палеоцене выделены зоны: *Heliolithus kleinpelli*, *Discoaster gemmeus*, *Heliolithus riedeli*, *Discoaster multiradiatus*. Для зоны *H. kleinpelli* характерно появление вида-индекса и *Chiasmolithus californicus* (Sull.). Зоны *D. gemmeus* и *Heliolithus riedeli* отличаются лишь появлением видов-индексов. Зона *D. multiradiatus* характеризуется многочисленными и разнообразными нанофоссилиями: *D. multiradiatus* Bram. et Ried., *D. lenticularis* Bram. et Sull., *D. nobilis* (Mart.), *Toweius callosus* Perch., *Rhombaster cuspis* Bram. et Sull., *Marthasterites brablettei* (Defl.), *Micrantholithus vesper* Defl. и др.

В эоцене выделяются зоны: *Discoaster diastipus*, *Marthasterites tribrachiatus* и *Discoaster lodoensis*, *Discoaster subeodoensis*, *Nannotetrina fulgens*, *Discoaster bifax*, *Discoaster saipanensis*, *Chiasmolithus oamaruensis*, *Isthmolithus rocurvus*, *Sphenolithus pseudoradians*. Комплекс нанофоссилий зоны *D. diastipus* резко отличается от нижележащих отложений. Здесь исчезают почти все палеоценовые виды и появляются: *Discoaster diastipus* Bram. et Sullivan, *D. Salisburgensis* Strad., *D. binodosus* Mart., *Coccolithus formosus* Kampt.), *Crucioplacolithus delus* (Bram. et Sull.), *Marthasterites tribrachiatus* (Bram., et Ried.), *M. contortus* Strad., *Zygrhablithus bijugatus* (Defl.), *Sphenolithus radians* Defl. Эта зона делится на две подзоны: *Marthasterites contortus* и *Discoaster binodosus*. В последней подзоне исчезает *M. contortus* и появляются: *Discoaster kuepperi* Strad., *Cyclococcolithus gammatum* (Bram. et Strad.), *Transversopontis pulcher* (Defl.).

На нижней границе зоны *Marthasterites tribrachiatus* исчезают: *D. diastipus*, *D. salisburgensis* и появляются: *Discoaster lodoensis* Bram. et Ried., *D. deflandrei* Bram. et Ried., *D. tani* Bram. et Ried., *Hemidiscoaster woodringi* (Bram. et Ried.), *Chiphragmalithus calathus* Bram. et Sull., *Chiasmolithus grandis* (Bram. et Ried.), *Helicosphaera seminulum* Bram. et Sull., *Lophodolithus nascens* Bram. et Sull.

Зона *D. lodoensis* отличается появлением: *Discoaster trinus* Strad. и *Helicosphaera lophota* Bram. et Sull. У нижней границы зоны *Discoaster sublodoensis* резко сокращается число нижнеэоценовых видов. Исчезают *H. woodringi*, *C. calatus*, появляются: *Discoaster sublodoensis* Bram. et Sull., *Triquetrorhabdulus inversus* Bukry et Bram. Зона *D. sublodoensis* отчетливо делится на подзоны: *Discoaster kuepperi* и *Rhabdolithus inflatus*.

Для зоны *Nannotetrina fulgens* характерно появление *N. fulgens* (Strad.), *N. mexicana* (Mart.), *Chiasmolithus gigas* (Bram. et Sull.). У нижней границы зоны *Discoaster bifax* исчезают *N. fulgens*, *N. mexicana*, *C. gigas* и появляются редкие *Discoaster bifax* Bukry. Для ассоциации зоны *Discoaster saipanensis* характерно появление: *Reticulofenestra placomorpha* (Kamptner) (= *R. umbilica* Levin), *Corannulus germanicus* Strad., *Dis-*

coaster saipanensis Bram. et Ried., *D. distinctus* Mart., *D. tani* nodifer Bram. et Ried., *Lanternitus minutus* Strad., *Clathrolithus spinosus* Mart., *Rhabdolithus tenuis* Bram. et Sull., *Helicosphaera compacta* Bram. et Wilcox., *H. intermedia* Mart., *Sphenolithus moriformis* (Bron. et Strad.), *Pemma angulatum* Mart.

Зона *Chiasmolithus oamaruensis* отличается от предыдущей лишь появлением вида-индекса и отсутствием *D. distinctus* и *D. germanicus* Mart.

У нижней границы зоны *Isthmolithus recurvus* появляется вид-индекс и исчезают *C. grandis* и *D. binodosus*.

Выделение зоны *Sphenolithus pseudoradians* несколько затруднено из-за отсутствия вида-индекса в большей части разрезов. Однако его появление повсеместно связано с появлением *Coccolithus subdistichus* (Roth et Hay) и *Reticulofenestra callidus* (Perch.) в самых верхах верхнего эоцена.

У нижней границы олигоценовой зоны *Coccolithus subdistichus* исчезает *D. saipanensis* и резко сокращается численность эоценовых видов. Зафиксированы *Discoaster ornatus* Strad. и *Pemma stradneri* Chang, а также многочисленные переотложенные нанофоссилии вплоть до меловых.

Поступила в редколлегия 10.11.83.

УДК 551.491.5

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

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЫДЕРЖАННОСТИ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ПО ВЕЛИЧИНЕ УДЕЛЬНЫХ ДЕБИТОВ В МАССИВАХ ТРЕЩИНОВАТЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Программой строительства коммунизма в СССР, принятой XXVI съездом КПСС, предусматривается дальнейшее развитие всех отраслей промышленности. Контрольными цифрами развития народного хозяйства на одиннадцатую пятилетку запланировано увеличение добычи угля на 21—23% с одновременным повышением производительности труда и снижением себестоимости продукции.

Важная роль в выполнении этого плана отводится новым шахтам. Одним из вопросов, требующих решения для успешной разработки проектов шахт-новостроек, является выяснение притоков воды в горные выработки из трещиноватых пород.

Своевременное определение величины и характера прогнозных притоков позволяет правильно решать вопросы организации проходческих работ и наметить рациональное оборудование для оснащения шахты.

В настоящее время широко распространено мнение о том, что водообильность горных пород зависит в основном от локальной трещиноватости, связанной с областями тектонических

нарушений и не имеющей закономерного характера. Это приводит многих исследователей к выводу о невозможности теоретического обоснования величины и характера притоков вод к горным выработкам из трещиноватых пород.

Следует отметить, что существующие формулы динамики подземных вод, основанные на законе Дарси, не отражают действительного характера явления фильтрации в трещиноватых породах и могут быть рассматриваемы в ряде случаев в качестве первого приближения.

Формула Шези—Краснопольского по мнению проф. Каменского Г. И. и Храмушева А. С. может быть использована лишь как способ грубоориентировочного расчета дебита и водопроницаемости породы.

Экспериментально-лабораторные работы по изучению движения воды в трещинах были проведены в Закавказском научно-исследовательском институте водного хозяйства. Опыт состоял в пропуске различных, постепенно увеличивающихся расходов и за мере потерянных при этом напоров в пределах длины щели 20 см. Согласно этим исследованиям критический градиент, при котором происходит изменение режима в трещиноватых породах, по мнению Ломизе, ограничен на величине щели в 20 см. Поэтому точность его в природных условиях, по всей вероятности, будет иметь расхождение с лабораторными.

Мы более широко использовали водопроницаемость трещиноватых пород на территории Донецкого бассейна. Исследованиями была охвачена значительная территория Ворошиловградской области, сочетающая большое разнообразие геологических и гидрогеологических условий. Район исследований приурочен к двум важным структурным элементам Донецкого складчатого сооружения. Большая часть исследований осуществлялась на севере Донецкого бассейна, в полосе складчатости, представляющей собой группу мелких антиклинальных и синклиналиных складок, разбитой сложной системой надвигов преимущественно северо-западного простирания.

Вторая зона производственных гидрогеологических исследований располагалась в пределах юго-восточного крыла Кальмиус-Торецкой котловины, расположенной к югу от Главной антиклинали Донецкого кряжа. Состав осадочного комплекса и условия его залегания в этих районах, как и во всем Донецком складчатом сооружении, обусловлен сложным процессом колебательных движений при формировании этого крупного структурного элемента.

Древнейшими отложениями, в пределах которых осуществлялись гидрогеологические исследования, являются породы каменноугольного возраста, распространенные в Донецком бассейне повсеместно и представленные всеми тремя отделами. Они сложены мощной толщей глинистых сланцев, песчаников, известняков и пластов угля.

Широко развитый в породах кливаж, обусловленный тектоническим процессом, характеризуется региональным распространением и имеет четыре системы направлений: продольную, поперечную и две диагональных. Этим фактором в значительной мере обусловлен гидрогеологический режим исследований территории. Преобладают здесь пласто-трещинные воды, поскольку трещины в породах служат основными путями фильтрации подземных вод и связи между отдельными водоносными горизонтами. Это в одинаковой мере относится ко всем местам исследований, проведенных на довольно обширной территории. Всего наблюдений, т. е. замеров притоков воды при проходке стволов шахты составило 410, по разведочным скважинам 227. Расстояние между пунктами замеров от 5 до 200 км.

Следует отметить, что при обработке гидрогеологических наблюдений по стволам отмечается прямолинейная зависимость величины притока от понижения и пьезометрического уровня. Эта зависимость выражается уравнением прямой $y = ax + b$.

Здесь a и b — неизвестные коэффициенты, которые определяются в каждом отдельном случае по данным экспериментальных измерений, причем коэффициент a численно равняется удельному дебиту притока q , коэффициент b равен притоку воды на начальном уровне понижения. Частное от деления b на a дает высоту пьезометрического уровня относительно исходного уровня понижения. В целях получения наиболее вероятных значений искомых коэффициентов a и b применен для их определения способ наименьших квадратов, который позволил решить один из исходных моментов анализа — установление точности измерений. Особое значение придавалось точности коэффициента a , равного удельному дебиту q , в полной мере характеризующего водообильность водоносного горизонта.

Исследования показали, что отклонения коэффициента от среднего его значения по водоносным пластам соответствуют: для известняков — до 20%, для песчаников — до 10,4%, т. е. почти вдвое меньше.

Это, очевидно, объясняется устойчивостью песчаников к агрессивному действию подземных вод и лучшей способностью сохранить однородность распределения трещиноватости по площади.

Согласно анализу значение удельных дебитов пластов известняков в среднем равняется 2,4 м³/ч, а пластов песчаников — 1,7 м³/ч.

Таким образом, средняя водообильность пластов известняков выше средней водообильности пластов песчаников на 42%.

Рассматривая устойчивость водообильности водоносных горизонтов по площади, отмечаем, что при общем количестве их для одноименных горизонтов она составляет от 4 до 14%.

Значения удельных дебитов одних и тех же водоносных горизонтов, полученных из наблюдений на различных пунктах,

хорошо согласуются между собой. Отклонения различных измерений от средних значений удельных дебитов по горизонтам не превышают 9%.

Таким образом, удельные дебиты одноименных водоносных горизонтов, определенные в различных пунктах, расположенных часто на расстоянии до 200 км, показали хорошую устойчивость, что означает сохранение этими горизонтами их гидрогеологических свойств и, в первую очередь, трещиноватость на больших площадях.

Следовательно, трещиноватость является характерной особенностью водоносного горизонта, присущей только ему одному и сохраняющейся на больших площадях.

Что касается изменения водопроницаемости с глубиной горных выработок, то у исследованных водоносных пластов песчаников и известняков (до 10) обнаруживается тенденция к уменьшению водопроницаемости.

Чтобы полнее оценить водообильность трещиноватых пород с глубиной, необходимо собирать фактический материал гидрогеологической документации скважин при разведках полезных ископаемых, в частности учитывать все случаи поглощения промывочной воды.

Список литературы: 1. Биндеман Н. Н., Язвин Л. С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. — М.: Недра, 1970. — 328 с. 2. Каменский Г. П., Климентов П. П., Овчинников А. М. Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. — М.: Госгеолиздат, 1953. — 243 с. 3. Кононов В. М. Методика гидрогеологических исследований. — М.: Высш. шк., 1978. — 40 с.

Поступила в редколлегию 29.11.83.

УДК 551.495.550

П. В. КЛОЧКО, К. А. НЕМЕЦ, канд. геол.-минерал. наук

О ПРИМЕНЕНИИ ЭВМ ДЛЯ РАСЧЕТА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО ДАННЫМ ОПЫТНЫХ РАБОТ

Для оценки коэффициента водопроводимости T и коэффициента пьезопроводности a по данным опытно-фильтрационных работ наиболее часто применяются графоаналитический метод и метод эталонной кривой. Несмотря на многочисленные достоинства, универсальность и относительную простоту, они обладают существенным недостатком — при традиционном применении, когда экспериментальные точки на графике сглаживаются «на глаз», т. е. субъективно, теряется однозначность оценки T и a . Значительные искажения возникают при большом разбросе точек, обусловленном непостоянством дебита возмущающей скважины, колебаниями уровня подземных вод, неоднородностью пласта и другими неконтролируемыми факторами.

В связи с этим предлагаются многочисленные методы повышения точности сглаживания, в том числе и с применением ЭВМ.

При использовании ЭВМ для построения эмпирических зависимостей принципиально важно обоснование применяемого математического аппарата. Если опытно-фильтрационные работы выполнены методически правильно и опытные данные достоверны, разброс точек на графике является случайным. Поэтому для анализа графиков наиболее целесообразно применить аппарат математической статистики, в частности, метод наименьших квадратов (МНК). Для оценки степени согласованности опытных данных можно использовать среднеквадратическое отклонение σ .

Нами составлены программы для ЭВМ, основанные на использовании указанного математического аппарата при сглаживании экспериментальных данных и определении параметров T и a . Следует отметить, что ЭВМ реализует только самые трудоемкие вычислительные операции для наилучшего согласования опытных данных. Все подготовительные операции, в том числе анализ гидрогеологических условий, оценка доброкачественности и надежности исходной информации должны выполняться опытным интерпретатором. При составлении программ использовались различные алгоритмы построения эмпирических кривых. Наиболее эффективные из них описаны ниже.

Метод временного прослеживания требует построения графика зависимости понижения уровня S от логарифма времени t . По прямолинейному участку графика, соответствующему квазистационарному режиму фильтрации, проводится прямая, параметры которой используются для расчета T и a . Это наиболее ответственный этап обработки опытных данных и от надежности определения параметров прямой зависит конечный результат.

Сравнивалось два алгоритма проведения прямой через экспериментальные точки. В первом случае первоначально прямая строится по МНК через все точки и рассчитывается σ . Затем точки, лежащие вне интервала $\pm 1,96\sigma$ (доверительная вероятность $P=0,95$), отбрасываются как «грубые ошибки» измерений. Во втором приближении прямая строится по оставшимся точкам и вычисления повторяются. Процесс приближения заканчивается, когда σ достигнет заданной величины, например, предельной ошибки замера динамического уровня. Параметры прямой, построенной на последнем шаге приближения, используются для расчета T и a . Второй алгоритм отличается от описанного тем, что на каждом шаге приближения отбрасывается только одна, наиболее удаленная точка. Анализ работы алгоритмов показал, что они обеспечивают уверенное исключение точек нестационарного периода снижения уровня и четко выраженных точек влияния границ. Следовательно, описанные алго-

ритмы позволяют формальное выделение прямолинейного участка графика и проведение через него сглаживающей прямой. Первый алгоритм более экономичен, но менее эффективен по сравнению со вторым.

При традиционном применении метода эталонной кривой строится график зависимости $\lg S$ от $\lg t$ и опытные точки совмещаются с эталонной кривой. Надежность оценки параметров T и a зависит от точности совмещения, и на этом этапе возникают ошибки при обработке опытных данных вручную.

Описываемый алгоритм обеспечивает наилучшее совмещение опытных точек с эталонной кривой, исходя из требований МНК. Предварительно вычисляются и запоминаются в ЭВМ координаты точек эталонной кривой. В первом приближении оцениваются T и a по совпадению крайних опытных точек с эталонной кривой и рассчитывается σ по всей совокупности опытных точек. Затем производится шестикратное смещение эталонной кривой по обеим осям с шагом $0,3\sigma$; для каждого смещения вычисляется σ . По минимальному значению σ устанавливаются новые значения T и a , и вычисления продолжают по описанной схеме, пока σ достигнет заданной величины, или σ двух последовательных приближений будут отличаться менее чем на 5%. После этого отбрасываются точки, удаленные от эталонной кривой более чем на $1,96\sigma$, и весь расчет повторяется с первой стадии по оставшимся опытным точкам. В конечном итоге путем смещения эталонной кривой по осям и исключения «грубых ошибок» измерений находится такое совмещение, при котором σ меньше предельной ошибки замера динамического уровня, и рассчитываются параметры T и a . Алгоритм позволяет уверенно исключить четко выраженные точки влияния границ, что повышает его эффективность.

Применение в описанных алгоритмах статистического критерия требует для повышения надежности их работы привлечения возможно большего количества опытных точек. Алгоритмы реализованы в программах для ЭВМ ЕС-1020, которые использовались для массовой обработки данных опытно-фильтрационных работ на участке городского водозабора г. Нового Уренгоя. Время счета для одного комплекса данных (30—40 точек) в среднем составляет 60—90 с. Вопросы обмена информацией с ЭВМ в настоящей статье не рассматриваются, так как решаются наиболее удобным для пользователя образом.

Описанные алгоритмы достаточно эффективны и могут быть рекомендованы для обработки данных опытно-фильтрационных работ на ЭВМ.

Поступила в редколлегию 12.11.83.

*Ф. В. ЧОМКО, М. А. ЗАХАРЧЕНКО***К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ВОДОНОСНЫХ
ГОРИЗОНТОВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

Многие водозаборы Харьковской, Сумской и Ворошиловградской областей эксплуатируют подземные воды трещиноватой зоны верхнего мела и гидравлически связанного с ним аллювиального горизонта. В меженный период или в течение цикла маловодных лет поверхностный сток в реках не обеспечивает расход водозаборов. В течение этого периода эксплуатационные запасы полностью или частично формируются за счет осушения аллювиальных отложений. В период паводков происходит восполнение сработанных естественных запасов.

Часто в пределах депрессионных воронок водозаборов проектируются крупные массивы орошения. Дополнительное инфильтрационное питание за счет орошения в меженный период может позволить частично восполнять естественные запасы аллювиального водоносного горизонта. С этой точки зрения дополнительное питание в условиях орошения представляет значительный интерес.

Учет дополнительного инфильтрационного питания водоносного горизонта в условиях орошения требует значительного объема опытно-фильтрационных и экспериментальных работ.

Многие авторы [1, 2, 4, 6] рекомендуют использовать объективно-аналогичные для определения дополнительного инфильтрационного питания. На основании анализа работы крупных мелиоративных систем и продолжительных опытно-фильтрационных работ выведены уравнения (чаще всего связи), по которым может быть определена зависимость инфильтрации и испарения с уровня грунтовых вод от мощности зоны аэрации и суммарного водопоступления. Но эти зависимости практически не учитывают влияние климата района на динамику влаги в зоне аэрации, фильтрационные свойства грунтов на влагоперенос и некоторые другие факторы.

Отсутствие опыта многолетних наблюдений за режимом влагопереноса на действующих массивах орошения привело к неверному выводу о линейном характере изменения влагопереноса (пропорционально увеличению суммарного водопоступления). Поэтому на протяжении многих лет дополнительное инфильтрационное питание принималось равным 5—15% оросительной нормы. Работы ряда авторов [3, 5] показывают ошибочность такой оценки инфильтрационного питания водоносного горизонта в условиях орошения.

Основываясь на тесной связи показателя дефицита влажности воздуха (обобщенного климатического показателя) с ис-

парением и инфильтрацией, Р. А. Смирнов [7] предположил перейти от показателей влагопереноса одного участка к прогнозируемым на другом (при сходных геолого-литологических условиях) путем введения поправки на величину отношения среднегодовых дефицитов влажности воздуха объекта-аналога и исследуемого района.

При однотипных условиях питания прослеживается нелинейность зависимости испарения и инфильтрации от мощности зоны аэрации, а также суммарного водопоступления на поверхность. С увеличением суммарного водопоступления происходит заметный рост инфильтрации при меньшем относительном росте испарения, причем максимальное изменение происходит в зоне 1—1,5 — 3—4 м. Таким образом, в зоне аэрации до глубины 5—7 м характер влагопереноса зависит от климатических характеристик района.

Нелинейный характер роста инфильтрации с увеличением суммарного водопоступления на поверхность подтверждается опытами. Например, при увеличении водоподачи на поверхность массива орошения в 1,54 раза (район Первомайский оросительной системы Харьковской области) инфильтрационное питание водоносного горизонта на глубине 3—4 м возросло почти в 2 раза. Увеличение водоподачи на массив в 1,8 раза повысило инфильтрационное питание в 2,8 раза.

Таким образом, зависимость динамики влаги на нижней границе зоны аэрации — уровне грунтовых вод — от целого ряда факторов несомненна, но характер этой зависимости пока не ясен.

Поэтому для определения дополнительного инфильтрационного питания водоносного горизонта в условиях орошения мы предлагаем использовать так называемый метод «черного ящика»: не выясняя влияния каждого отдельного фактора, использовать результирующее значение комплексного влияния всех факторов.

Учесть нелинейный характер изменения влагопереноса в условиях орошения возможно, если иметь данные о инфильтрации и испарении при двух значениях водоподачи на массив: 1 — среднемноголетней норме осадков по району (для естественных условий ΣW_1 — начальные условия; 2 — средней суммарной величине водопоступления на поверхность массива после начала орошения (среднемноголетняя норма осадков — оросительная норма для года 50% обеспеченности по осадкам с учетом к. п. д. системы ΣW_2). Применяя методику линейной интерполяции или воспользовавшись совпадающими данными, по результатам наблюдений на действующих массивах, по данным лизиметрических наблюдений или другим имеющимся данным строим графики зависимости испарения и инфильтрации от мощности зоны аэрации для двух указанных значений водоподачи (рис. 1, 2). Введя поправку на среднегодовые дефициты

влажности воздуха (как обобщенные климатические показатели) по району объекта-аналога и району проектируемой оросительной системы (умножая все величины инфильтрации и испарения на отношение дефицитов влажности воздуха), получим графики испарения и инфильтрации уже для климатических условий района проектируемой оросительной системы.

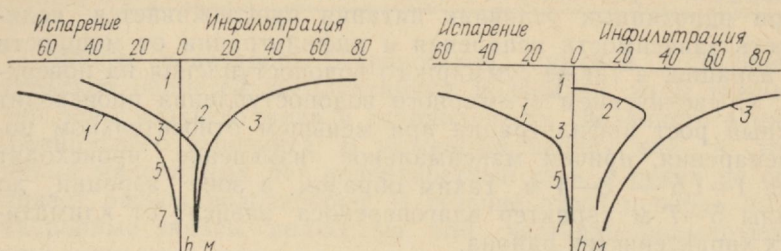


Рис. 1. Зависимость испарения и инфильтрации (% от ΣW_1) от мощности зоны аэрации в естественных условиях

Рис. 2. Зависимость испарения и инфильтрации (% от ΣW_2) от мощности зоны аэрации в условиях орошения

Результирующие баланса (для двух значений водопада) в одних единицах измерения совмещаем на одном графике (рис. 3). Разность величин результирующих баланса и составляет то избыточное питание аллювиального водоносного горизонта на орошаемом массиве, которое приводит к частичному восполнению естественных запасов или к дестабилизации уровней грунтовых вод и их последующему подъему. Эта разность представляется в виде графика зависимости дополнительного инфильтрационного питания (в % от оросительной нормы или в мм/год) от мощности зоны аэрации на проектируемом массиве орошения (рис. 4) и используется при выполнении прогноза

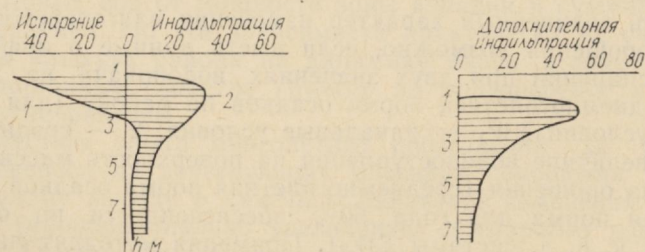


Рис. 3. Графики результирующих баланса в естественных условиях (1) и условиях орошения (2) (% от ΣW_2), заштрихованная область — дополнительное инфильтрационное питание

Рис. 4. Эпюра дополнительного инфильтрационного питания аллювиального водоносного горизонта в % от оросительной нормы с учетом к. п. д. системы ($\Sigma W_2 - \Sigma W_1$)

изменения гидрогеологической обстановки в условиях орошения.

Таким образом, мы предлагаем достаточно простой и корректный метод определения дополнительного инфильтрационного питания водоносного горизонта в условиях орошения в зависимости от мощности зоны аэрации с учетом конкретных климатических характеристик района и проектируемой оросительной нормы.

Рекомендуемый графический метод определения дополнительного инфильтрационного питания водоносного горизонта в условиях орошения использован при моделировании ряда оросительных систем на территории водозаборов Харьковской, Полтавской и Сумской областей.

Список литературы: 1. Баер А. Р., Лютаев Б. В., Кнафель В. Я. Методические указания по учету гидрогеологических условий при планировании и корректировке режимов орошения на юге Украинской ССР. — Одесса: Маяк, 1974. — 85 с. 2. Гарин Р. К. Изменение гидрогеологических условий и мелиоративного состояния территории Азовской оросительной системы в связи с орошением. — Новочеркасск: Кн. изд-во, 1966. — 120 с. 3. Изменение мелиоративно-гидрогеологических условий водораздельных массивов под влиянием орошения (на примере Ингулецкого массива УССР). — К.: Урожай, 1970. — 71 с. 4. Кац Д. М. Влияние орошения на грунтовые воды. — М.: Наука, 1976. — 203 с. 5. Подражанский В. А. Гидрогеологические условия орошения в Молдавской ССР. — Кишинев: Штиинца, 1975, с. 37—39. 6. Рудаков В. К. Методы прогнозных расчетов влияния орошения на режим грунтовых вод. — Вопр. гидрогеол. прогнозов в связи с орошением и водоснабжением, 1969, вып. 3, с. 30—33. 7. Смирнов Р. А. Балансовые исследования на орошаемых массивах Каменский Под. — М.: Наука, 1969. — 163 с. 8. Хмельницкая Н. Л. Мелиоративно-гидрогеологические особенности Южно-Бугского массива и прогноз их изменения при орошении. — К.: Урожай, 1975. — 71 с.

Поступила в редколлегию 29.11.83.

УДК 551.491.4:551.491.8(477.51)

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

РАЙОНИРОВАНИЕ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА ПО ТИПАМ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ ПАЛЕОЗОЯ

Большую часть Днепровско-Донецкого артезианского бассейна занимает трехзональный гидрохимический пояс АБВ с мощной нижней зоной рассолов, главным образом, в отложениях палеозоя [1]. Этот пояс, как выяснилось, неоднороден по своему строению. В его пределах выделено несколько районов, отличающихся характером изменения с глубиной степени минерализации подземных вод, их солевым и газовым составом (рисунок).

Район I, приуроченный к крайней северо-западной части Днепровского грабена, характеризуется преобладанием в от-

ложениях палеозоя рассолов хлоридного натриевого состава с содержанием кальция менее 10% экв. Минерализация рассолов повсеместно увеличивается с глубиной от 50—90 до 250—300 г/л. В основном это рассолы выщелачивания. Только на отдельных участках в девонских отложениях появляются хлоридные натриево-кальциевые рассолы с содержанием кальция

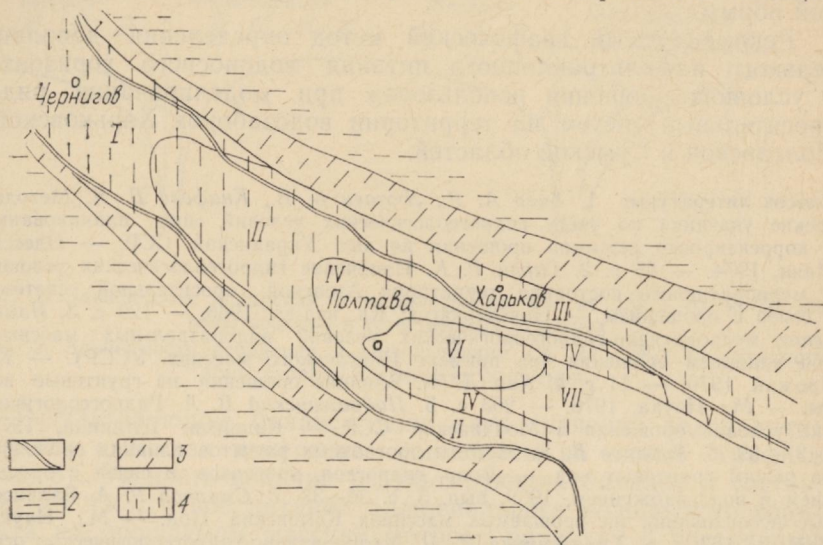


Схема гидрогеохимического районирования Днепровско-Донецкого артезианского бассейна:

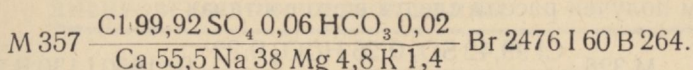
1 — краевые нарушения Припятско-Днепровско-Донецкого грабена; 2 — пояс А; 3 — пояс АВ; 4 — пояс АБВ; I—VII — гидрогеохимические районы в пределах пояса АБВ

до 15—20% экв и повышенным содержанием брома. В районе вплоть до фундамента преимущественно развиты азотные растворенные газы.

Район II занимает северо-западную, частично среднюю часть Днепровского грабена и прибортовые зоны на юго-востоке. Здесь также наблюдается прямая гидрохимическая зональность. Однако в отложениях палеозоя преимущественно развиты хлоридные натриево-кальциевые рассолы с минерализацией 150—300 г/л, содержащие 15—25% экв кальция. Формирование их следует связывать с захоронением рапы раннепермского солеродного бассейна, главным образом на стадии садки гипса с последующей ее метаморфизацией. Снижение содержания брома в водах нижнего карбона позволяет полагать, что здесь основную роль в повышении минерализации вод играла диффузия хлористого натрия из лежащих ниже соленосных толщ девона. При этом в полимиктовых и граувакковых песчаниках нижнего визе-турне происходил обмен части натрия вод

на кальций основных плагиоклазов, что привело к увеличению содержания кальция до 30—40% экв.

В межсолевых и подсолевых девонских отложениях данного района в горизонтах с аномально высокими пластовыми давлениями встречены крепкие рассолы хлоридного кальциево-натриевого состава с очень высоким содержанием брома, калия, йода, бора, лития и др. Их происхождение связывается с захоронением рапы девонских соленодных бассейнов стадии садки калийно-магнезиальных солей и последующим обменом магния вод на кальций известняков. Так, на Сагайдакском месторождении с глубины 4610 м получен рассол следующего состава:

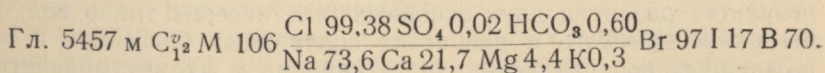
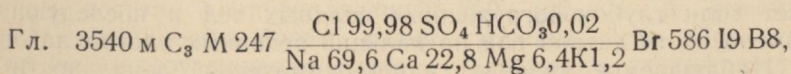


Растворенные газы в отложениях карбона и девона этого района имеют азотно-углеводородный и углеводородный состав.

Район III приурочен к погруженной части склона Воронежской антеклизы. Здесь в отложениях карбона развиты рассолы хлоридного натриево-кальциевого состава с минерализацией, не превышающей в низах осадочной толщи 150—210 г/л.

Район IV расположен в центральной части Днепровского грабена и узкими полосами протягивается на юго-восток. В данном районе минерализация вод с глубиной сначала увеличивается до 250—260 г/л в отложениях верхнего и среднего карбона. Затем, начиная с различных стратиграфических уровней нижнего (а на юго-востоке уже в среднем карбоне), на глубинах 4—5,5 км отмечается снижение минерализации рассолов до 130—75 г/л, сопровождающееся увеличением содержания гидрокарбонатов, бора, лития и уменьшением содержания брома. Проявление гидрохимической инверсии мы связываем с дегидратацией глинистых минералов в зоне глубинного катагенеза в существенно глинистых разрезах на значительном удалении от нижнепермской и девонской соли [2]. С приближением к последней вновь отмечается повышение минерализации вод.

Примером проявления гидрохимической инверсии может служить разрез Березовского газоконденсатного месторождения:

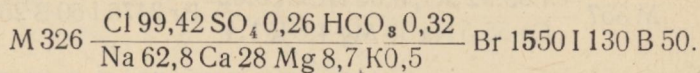


Состав растворенных газов в зоне гидрохимической инверсии углеводородный с несколько повышенным содержанием углекислоты (до 5—8%). Здесь отмечена максимальная для региона степень газонасыщенности вод (до 4—6 м³/м³). Водор

носные горизонты характеризуются аномально высокими или повышенными пластовыми давлениями.

Район V, приуроченный к северным окраинам Донбасса, отличается проявлениями гидрохимической инверсии на ряде структур, но на гораздо меньших глубинах (2000—2400 м), чем в предыдущем районе.

Район VI расположен в наиболее погруженной юго-восточной части Днепровского грабена, где развита мощная (до 2000 м) нижнепермская соленосная толща. В карбонатных горизонтах внутри этой толщи местами встречены хлоридные натриево-кальциевые рассолы с высоким содержанием брома, йода, бора. Например, на Мелиховском месторождении с глубины 2460 м получен рассол следующего состава:



В подсолевом нижнепермско-верхнекаменноугольном красноцветном комплексе развиты такие же рассолы, но с гораздо меньшим содержанием йода, бора. Эти рассолы — производные рапы раннепермского солеродного бассейна стадии садки галита.

В более глубоких горизонтах верхнего и в среднем карбоне отмечается снижение содержания брома при сохранении высокой минерализации воды (Мелиховка, Крестище). В то же время на Шебелинке в отложениях свиты C_2^7 отмечено снижение минерализации вод до 187 г/л. Вероятно, в глубоких горизонтах карбона данного района могут быть встречены воды и высокой, и пониженной минерализации, в зависимости от близости или удаленности соляных штоков.

Район VII приурочен к северо-западным окраинам Донбасса. Его спецификой является спорадическое развитие в глубоких горизонтах среднего и нижнего карбона крепких и весьма крепких хлоридных натриево-кальциевых рассолов с очень низким содержанием брома и очень высоким — бора, лития, аммония, с углекисло-метановыми растворенными газами. Формирование этих рассолов мы связываем с осолонением дегидратационных вод, высвобождающихся из глинистых минералов за счет соли глубокопогруженных соляных тел и последующего обмена части натрия вод на кальций основных плагиоклазов.

Наблюдаемое явление гидрогеохимической зональности — результат развития двух основных генетических типов вод: рапы раннепермского и девонских солеродных бассейнов и возрожденных вод глинистых толщ карбона и их взаимодействия с соленосными, карбонатными, терригенными породами и органическим веществом.

Список литературы: 1. Зайцев И. К., Толстухин Н. И. Закономерности распространения и формирования минеральных (промышленных и лечебных)

подземных вод на территории СССР. — М.: Недра, 1972. — 280 с. 2. Терещенко В. А. Особенности состава и условия формирования подземных вод высокотемпературных зон осадочной толщи. — В кн.: Проблемы теоретической и региональной гидрогеологии. М., 1979, с. 133—136.

Поступила в редколлегию 21.11.83.

УДК 551.49:550.8

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

**ПАЛЕОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ
ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ
В ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОДАХ-КОЛЛЕКТОРАХ
ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ**

Трещины, каверны и поры хемогенных и подстилающих их терригенных пород характеризуются эпигенетическими новообразованиями, возникающими на стадии начального катагенеза и значительно влияющими на инженерно-геологические свойства коллекторов. Наиболее ярко эти процессы проявились на юго-востоке Днепровско-Донецкой впадины в нижнепермско-верхнекаменноугольных отложениях.

Анализ литологических данных [1—3] об эпигенетическом минералообразовании в подсолевых терригенных отложениях нижней перми и верхнего карбона показывает, что в распределении минералов наблюдается определенная последовательность. Выделения галита максимальны в отложениях соленосной толщи и подсолевых отложениях нижней перми, ниже по разрезу содержание этого минерала уменьшается вплоть до исчезновения. Массовые сульфатные новообразования (ангидрит, барит) характерны в основном для терригенных отложений нижней перми и частично для низов соленосной толщи и верхов карбона. Карбонатные новообразования (кальцит, доломит), присутствуя в относительно малых количествах и в отложениях соленосной толщи, максимальных концентраций достигают в терригенных отложениях верхнего карбона.

Подземные воды, насыщающие описываемые толщи пород, представлены крепкими рассолами хлоридного кальциево-натриевого состава с минерализацией 250—320 г/л и высоким уровнем накопления брома, калия, стронция, йода. При этом ниже по разрезу минерализация и содержание специфических компонентов в рассолах уменьшается.

Палеогидрогеологический анализ условий формирования рассолов показал, что они являются производными хлоридной магниевонатриевой рапы нижнепермского солеродного бассейна, метаморфизованной до хлоридного кальциево-натриевого состава вследствие обмена магния и натрия вод на кальций пород [4]. Естественно предположить, что исходящая фильтрация рапы нижнепермского солеродного бассейна явилась причиной

эпигенетического минералообразования в подсолевых отложениях. Об этом свидетельствуют натечные формы галита [3]. Вместе с тем отмеченная выше последовательность в распределении минералов свидетельствует о стадийном проникновении солеродных растворов в терригенные отложения.

Литологическими исследованиями установлено, что на ранних стадиях формирования нижнепермской хемогенной толщи преобладали карбонатные и сульфатные фации, а на базе более поздних — хлоридные [5]. Следовательно, эпигенетическое минералообразование в подсолевых отложениях могло происходить в три основных этапа. Первый этап характеризовался проникновением растворов, предельно насыщенных карбонатами, из уплотняющихся карбонатных осадков ранней стадии развития нижнепермского солеродного бассейна. Нижележащие терригенные отложения нижней перми и верхнего карбона были слабо литифицированы, что способствовало довольно глубокому проникновению солеродных растворов. Выпадение карбонатов из растворов могло контролироваться изменениями термодинамических условий, а также процессами смешения с водами, насыщавшими породы.

Второй этап развития нижнепермского солеродного бассейна характеризовался преимущественным образованием сульфатных пород, уплотнение которых привело к нисходящей фильтрации сульфатных растворов. В результате смешения их с пластовыми водами происходило выпадение эпигенетического сульфата кальция. К этому времени степень литификации терригенных отложений возросла и массовое проникновение сульфатных растворов ограничилось верхами верхнего карбона. Третий этап характеризовался миграцией в терригенные отложения хлоридной магниево-натриевой рапы (стадия садки галита), что сопровождалось образованием галоидной эпигенетической минерализации. Современные рассолы в подсолевых терригенных отложениях представляют собой метаморфизованную смесь растворов карбонатной, сульфатной и хлоридной стадий развития нижнепермского солеродного бассейна.

Высокая степень гидрогеологической закрытости этой части разреза на протяжении длительного периода способствовала установлению химического равновесия в системе вода—порода, что позволяет по гидрохимическим данным определять наличие эпигенетической минерализации в породах-коллекторах [6]. Так, содержание вторичных сульфатов в породах контролируется высокой степенью насыщенности подземных вод сульфатом кальция. Воды нижнепермских и верхнекаменноугольных отложений отличаются высокой фоновой насыщенностью сульфатами (80—100%), а воды средне- и нижнекаменноугольных отложений повсеместно недонасыщены сульфатами (20% и ниже).

Таким образом, зональное распределение эпигенетической минерализации в подсолевых терригенных отложениях и, соот-

ветственно, пространственная изменчивость инженерно-геологических свойств пород обусловлены палеогидрогеохимическими особенностями развития нижнепермского солеродного бассейна. Палеогидрогеохимические реконструкции и анализ современных гидрогеохимических равновесий могут быть использованы при выборе технологии кислотных обработок продуктивных пластов в зоне катагенеза, а также при изучении закономерностей формирования инженерно-геологических свойств подсолевых отложений в зоне гипергенеза.

Список литературы: 1. Долуда М. Е., Литвин С. В., Рябых О. Ф. Литолого-химические предпосылки интенсификации добычи газа на Кегичевском месторождении. — Геология, 1972, вып. 4, с. 190—200. 2. Зарицкая О. В. Литология, фации и коллекторские свойства картамышской свиты Восточно-Украинского газонефтеносного бассейна: Автореф. дис.... канд. геол.-минерал. наук. — М., 1963. — 23 с. 3. Рябых О. Ф. О фациальном значении воднорастворимых компонентов нижнепермских пород Днепровско-Донецкой впадины. — Докл. АН СССР, 1970, 191, № 3, с. 674—677. 4. Терещенко В. А., Кормилец Ю. С. Роль соленосных формаций и соляных куполов в формировании подземных вод Припятско-Днепровско-Донецкой солянокупольной области: Тез. межвуз. науч. конф. МИНХ и ГП им. Губкина. М., 1968, с. 21—23. 5. Рябых О. Ф. Фации перми Восточно-Украинского нефтегазоносного бассейна. — Геология, 1972, вып. 4, с. 158—165. 6. Кормилец Ю. С. О взаимосвязи химического состава подземных вод с вторичными изменениями пород-коллекторов палеозоя Днепровско-Донецкой впадины. — Геология, 1972, вып. 4, с. 267—273.

Поступила в редколлегию 20.11.83.

УДК 624.152.61

В. Я. МАРТЫНЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУШЕНИЯ ГРУНТОВ ВЕЛИЗИ ВОДОУПОРНОГО ОСНОВАНИЯ

Преимущественное развитие линий метрополитена мелкого заложения в обводненных породах четвертичного возраста, а также близкое расположение водоупора относительно лотка сооружений предопределили поиск новых, более эффективных технологических схем искусственного понижения уровня грунтовых вод (УГВ). При строительстве Харьковского метрополитена на таких участках применяется комбинированный способ водопонижения. Обводненные грунты осушаются сначала при помощи скважин или эжекторных иглофильтровых установок ЭИ-2,5 (первый ярус), а затем из забоя горных выработок или котлована иглофильтровыми установками типа ЛИУ, УЗВМ и т. п. (второй ярус).

Применение второго яруса водопонижающих средств обусловлено наличием остаточного слоя воды на водоупоре после активного периода работы установок первого яруса. Остаточный слой воды, как установлено исследованиями И. А. Чарного,

В. М. Шестакова, Я. А. Дормана и В. А. Квашнина, объясняется наличием участка высачивания за счет искривлений линий тока и появления дополнительных фильтрационных сопротивлений вблизи скважин (1, 2). Мощность остаточного слоя воды на водоупоре зависит от производительности скважин и фильтрационных параметров осушаемого горизонта и обычно составляет от 15 до 40% начальной мощности водоносного горизонта. Этому вопросу уделялось много внимания при строительстве Московского и Харьковского метрополитенов (1, 3, 4).

В последние годы в практику водопонижения наряду с ЛИУ начали широко внедряться установки вакуумного водопонижения УВВ-1; УВВ-2, УЗВ-3, УЗВМ, УЗВМ-2 и др. Однако иглофильтры, как правило, замывались вертикально, и это не позволяло максимально снять остаточную воду с водоупора.

При строительстве станций Киевская и Академика Барабашова с прилегающими участками перегонов и ветки в депо Салтовско-Шевченковской линии метро, расположенных в долине р. Харьков, были проведены дальнейшие производственные испытания установок УЗВМ и ЛИУ по эффективности осушения обводненных грунтов вблизи водоупора. В зоне заложения тоннелей и станционных комплексов на этих участках распространены обводненные аллювиальные отложения, представленные песками различного грансостава с включением илистых линзовидных прослоев супеси и суглинка. Неоднородность литологического состава аллювия обусловила широкое изменение коэффициентов фильтрации от 2,3 до 11,7 м/сут, а коэффициентов водопроводимости — от 22,6 до 100 м²/сут, уровнеспроводности — от $1,5 \cdot 10^2$ до $5,0 \cdot 10^3$ м²/сут. Наличие вблизи склонов конусов выноса со значительной фациальной изменчивостью затрудняло схематизацию природных условий и построение расчетных зависимостей.

Лоток станционных построек станции Киевская, сооружаемой в открытом котловане, располагался на 0,5—2,5 м выше водоупора, представленного мергелистыми глинами нижнекиевской подсвиты палеогена. Преобладание в разрезе песчаных грунтов и незначительная мощность водоносного горизонта (до 5,5—7,5 м) предопределили применения двухъярусного водопонижения с помощью легких иглофильтровых установок. Работа установок ЛИУ-6Б первого яруса с дебитом 10—15 м³/ч, а затем и УЗВМ-2 с дебитом 20 м³/ч уже на 10-е сутки обеспечили необходимое снижение УГВ до 2,85—3,0 Ом. После разработки осушенной толщи производился перезамыв иглофильтров установки УЗВМ-2 и ЛИУ-6Б до водоупорного основания. По правой стенке котлована иглофильтры замывались под углом 20° к вертикали. Это позволило повсеместно осушить пески ниже лотка котлована. Активный период работы водопонижающих установок составлял 10 сут. Длительность работы установок в пассивном режиме определялась временем завершения гидро-

изоляции конструкций. Водоприток к установкам в этот период уменьшался до 4—6 м³/ч или до 0,1—0,15 м³/ч на погонный метр котлована, что позволяло отключать каждый третий иглофильтр.

Анализ хода водопонижения и развития депрессионной воронки, создаваемой водопонижающими установками на участке длиной 113 м, позволил объективно оценить гидрогеологическую обстановку и вторую половину котлована станции длиной 181 м разрабатывать под защитой одного яруса иглофильтров. Сумма понижения УГВ при строительстве станции Киевская составила около 6,5 м.

Строительство станции им. Академика Барабашова и прилегающих участков осуществлялось в исключительно сложных гидрогеологических условиях, обусловленных: а) близостью водоупора относительно лотка сооружений и расположением его в некоторых местах на 0,5—5,8 м выше дна котлована; б) резко выраженной фильтрационной неоднородностью аллювия; в) близостью границы постоянного питания водоносного горизонта за счет разгрузки грунтовых вод высоких террас и верхнекиевских песчаников. Поэтому наибольшие водопритoki наблюдались с правой стенки котлована. Величина необходимого снижения УГВ составляла 8—9 м. Первоначально была принята схема двухъярусного водопонижения с применением скважин и иглофильтровых установок. На участках, где водоупор залегает ниже лотка более чем на 1 м, успешно применялись установки ЛИУ-6Б с производительностью от 10 до 20 м³/ч. Длительная и эффективная работа установок (свыше 6 месяцев) позволила осушить грунты на расстояние до 60 м от забоя, в результате чего отпала необходимость бурения водопонижающих скважин первого яруса на второй половине станции и водопонижение в дальнейшем осуществлять только иглофильтрами второго яруса.

Для повышения эффективности и качества водопонижения в зоне укладки бетонной подготовки, а также исключения притоков воды с забоя была рекомендована торцевая мобильная установка ЛИУ. Перечисленные мероприятия позволили получить общий экономический эффект свыше 40 тыс. руб.

На участках, где водоупорные глины залегают на 0,5 м от лотка и выше, применялись установки вакуумного забойного водопонижения (УЗВМ-2).

Работа установки в производственно-экспериментальных условиях показала высокую эффективность и позволила снизить УГВ практически до нижней части иглофильтров по левой стенке котлована и с остаточным слоем воды на водоупоре до 15—20 см по правой, со стороны потока

Коэффициент фильтрации грун- тов, м/сут	Шаг игло- фильтров, м
0,5—1	0,75
1,0—10	1,5
10,0—20	2,25—3

грунтовых вод. Установка иглофильтров по правой стенке осуществлялась под углом 25—30° к горизонтали. В ближайшее время такие технологические схемы водопонижения будут применяться на строительстве Днепропетровского метрополитена, Волгоградского и Криворожского подземных трамваев.

На основании изучения опытно-производственного водопонижения, анализа и обобщения полученных результатов в условиях близкого расположения водоупорных глин относительно лотка сооружений можно сделать следующие выводы.

1. Значительное уменьшение остаточного слоя воды возможно за счет применения вакуумного водопонижения и с помощью замыва иглофильтров под углом 25—30° к горизонтали. 2. В аналогичных гидрогеологических условиях первый ярус водопонижающих установок следует применять только на первых 100—150 м котлована. 3. Снижение остаточного слоя воды установками второго яруса (при ширине котлована 21—22 м и до 30 м) необходимо осуществлять легкими иглофильтровыми установками, располагаемыми по левой и правой стенкам котлована, а также с использованием торцевой мобильной ЛИУ вблизи забоя. 4. Шаг иглофильтров в ряду второго яруса рекомендуется применять в зависимости от коэффициента фильтрации водонесных грунтов и понижения УГВ не более 4—5 м (см. ниже).

Список литературы: 1. Дорман Я. А., Квашнин В. А. Понижение уровня грунтовых вод при строительстве метрополитенов. — Трансп. стр-во, 1973, № 10, с. 15—16. 2. Справочное руководство гидрогеолога. — Л.: Недра, 1967. — 569 с. 3. Болотских Н. С., Клепиков Ф. Н. Усовершенствованная схема водопонижения над водоупором. — Трансп. стр-во, 1976, № 10, с. 12. 4. Мартыненко В. Я. Гидрогеологические особенности второй очереди Харьковского метрополитена и их влияние на выбор способов водопонижения. — Вестн. Харьк. ун-та, 1983, № 239. Природ. и трудовые ресурсы Левобереж. Украины, с. 32—35.

Поступила в редколлегию 23.11.83.

УДК 556.332.5(477)

К. М. ЗИНОВЬЕВ, Ж. С. МОРГУНЕНКО, Н. И. ОСТАПЧУК

К ВОПРОСУ О БОРЬБЕ С ПОДТОПЛЕНИЕМ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮЖНОЙ ЧАСТИ УКРАИНЫ

Инженерное освоение территорий, строительство и эксплуатация отдельных зданий и сооружений приводят к изменению равновесия грунтовых вод (УГВ) и подтоплению подземных частей отдельных зданий и сооружений, а также значительных площадей городской застройки.

На основании изучения условий и причин подтопления в ряде городов Украины (Днепропетровск, Запорожье, Одесса, Херсон, Кривой Рог, Красноперекоск и др.) можно сделать вывод о том, что формирование техногенного водоносного горизонта, из-за которого происходит подтопление, связано, как правило,

с толщей золото-делювиальных лессовидных средне- и верхне-четвертичных суглинков, залегающих на выдержанном водопоре, сложенном плиоцен-нижнечетвертичными красно-бурыми глинами. Мощность лессовидных суглинков для районов центральной и южной части УССР составляет в среднем 20—25 м, иногда достигая 35—40 м (г. Днепропетровск). Коэффициенты фильтрации суглинков составляют в среднем 0,5—2 м/сут.

В большинстве случаев в рассматриваемом районе застройки уровень грунтовых вод находился на глубинах порядка 15—20 м от поверхности или же водоносный горизонт вообще отсутствовал.

В настоящее время после застройки уровень грунтовых вод в некоторых местах вскрыт скважинами на глубинах 5—6 м (шинный завод в г. Днепропетровске), а в ряде городов он уже достиг поверхности (г. Кривой Рог, пос. Долгинцево и Зализный). В районах, где уровень грунтовых вод еще не вышел на поверхность, скорость его подъема составляет в среднем 0,3—0,6 м/год. Распространение техногенного водоносного горизонта на ранних стадиях его развития имеет куполовидный характер. На конечных стадиях развития подтопления имеется единый техногенный водоносный горизонт, образованный вследствие слияния отдельных куполов и имеющий большую площадь.

К основным причинам, вызывающим подтопление, относятся: утечки из водонесущих коммуникаций и хозяйственной канализации в пределах городской застройки и промышленных предприятий; нарушение естественного дренирования в результате засыпки оврагов и планирования территории; увеличение инфильтрации за счет плохого отведения атмосферных вод, искусственного полива и других факторов.

Для борьбы с подтоплением обычно применяются дренажные системы. Опыт городов Днепропетровска, Одессы, Кривого Рога показывает, что в суглинистых грунтах с малым коэффициентом фильтрации можно использовать различные виды дренажа (горизонтальный, вертикальный, комбинированный, лучевой).

Применение отдельного вида дренажа должно определяться, по нашему мнению, прежде всего степенью застройки территории и глубиной необходимого дренирования. Для одноэтажной застройки наиболее рационален горизонтальный дренаж, а для высотной — лучевой и комбинированный. Устройство дренажных систем в подтапливаемых или потенциально подтапливаемых районах должно производиться совместно с застройкой территории или опережать ее. Дренажная сеть должна локализовать участки возможной инфильтрации и устраиваться по разреженной сетке, которая впоследствии может сгущаться. Для выявления мест дополнительной инфильтрации и рационального размещения дрен необходима сеть наблюдательных скважин.

Поступила в редколлегия 18.11.83.