

1. *Бабинец А. Е., Жоров В. А., Совга Е. Е., Соловьева Л. В.* Цинк в Черном море.— Геол. журн., 1980, т. 40, № 3, с. 37—47.
2. *Барчук И. Ф., Булкин В. С., Огородник А. Ф. и др.* Экстракционно-нейтронно-активационный метод определения ртути, сурьмы, кадмия, серебра, кобальта, цинка и хрома в воде Черного моря.— В кн.: Методики анализа морских вод. : Тр. сов.-бол. сотрудничества. Л. : Гидрометеоздат, 1981, с. 83—90.
3. *Безбородов А. А., Митропольский А. Ю.* Геохимическая эволюция микроэлементов в Черном море.— Киев, 1978.— 60 с.— (Препринт / ИГН АН УССР; 78.8).
4. *Виноградова З. М., Коган Г. М.* Микроэлементы в планктоне и воде различных районов Черного моря.— Биология моря, 1971, вып. 22, с. 16—47.
5. *Емельянов Е. М., Тримонис Э. С., Шимкус К. М.* Количественное распределение и абсолютные массы взвешенных Fe, Al, Ti, Mn в водах Черного моря.— Геохимия, 1976, № 9, с. 1375—1390.
6. *Малюга Д. П.* К содержанию меди, никеля, кобальта и других элементов семейства железа в природных водах.— Докл. АН СССР, 1945, т. 48, № 2, с. 119—122.
7. *Морозов Н. П., Патин С. А., Никоненко Е. М.* Микроэлементы в воде, взвесах и гидробионтах Черного моря.— Геохимия, 1976, № 9, с. 1391—1399.
8. *Океанология: Химия океана. Т. 1. Химия вод океана / Отв. ред. О. К. Бордовский, В. Н. Иваненков.*— М. : Наука, 1979.— 518 с.
9. *Рожанская Л. И.* О вертикальном распределении кобальта в Черном море.— В кн.: Гидрофизические и гидрохимические исследования в Черном море. М. : Наука, 1967, с. 60—62.
10. *Рожанская Л. И.* Формы марганца и цинка в морской воде.— В кн.: Формы элементов и радионуклидов в морской воде. М. : Наука, 1974, с. 81—85.
11. *Рябинин А. И., Барчук И. Ф., Салтыкова Л. В., Огородник А. Ф.* Перспективы применения многоэлементных экстракционно-нейтронно-активационных методов анализа для изучения и контроля качества морских вод. Л. : Гидрометеоздат, 1981.— 99 с. (Тр. ГОИН; Вып. 153).
12. *Рябинин А. И., Романов А. С.* Нейтронно-активационный анализ морской воды.— Геохимия, 1970, № 7, с. 875—879.
13. *Рябинин А. И., Салтыкова Л. В., Коноваленко Н. А. и др.* Мониторинг токсичных и физиологически активных микроэлементов, растворенных в воде Азовского и Черного морей с применением нейтронно-активационного анализа.— В кн.: Тез. докл. II Всесоюз. совещ. «Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды». Рига, 1982.— с. 165.
14. *Рябинин А. И., Салтыкова Л. В., Мартынянов И. Н. и др.* Применение нейтронно-активационного и рентгенорадиометрического методов анализа в системе мониторинга загрязнения среды Черного моря и других морей СССР.— В кн.: Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды: Тр. I Всесоюз. совещ. Л. : Гидрометеоздат, 1980, с. 97—104.
15. *Сауков А. А., Айдинян Н. Х., Озерова Н. А.* Очерки геохимии ртути.— М. : Наука, 1972.— 336 с.
16. *Скопинцев Б. А.* Формирование современного химического состава вод Черного моря.— Л. : Гидрометеоздат, 1975.— 336 с.
17. *Страхов Н. М., Белова И. В., Глаголева М. А., Лубченко И. Ю.* Распределение и формы нахождения элементов в поверхностном слое современных черноморских отложений.— Литология и полез. ископаемые, 1971, № 2, с. 3—31.
18. *Spencer D. W., Brewer P. G.* Vertical advection diffusion and redox potentials as controls on the distribution of manganese and other trace metals dissolved in waters of the Black Sea.— J. Geophys. Res., 1971, vol. 76, N 24, p. 5877—5892.
19. *Spencer D. W., Brewer P. G., Sachs P. L.* Aspects of the distribution and trace element composition of suspended matter in the Black Sea.— Geochim. et cosmochim. acta, 1972, vol. 36, N 1, p. 71—86.

Ин-т ядерных исслед. АН УССР, Киев
Ин-т геол. наук АН УССР, Киев

Статья поступила
15.12.82

УДК 551.462(262.5)

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛУБОКОВОДНЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЧЕРНОГО МОРЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

С. Т. Звольский, В. И. Мельник, П. К. Вовк

Изучение экзогенной металлогении дна морей и океанов с целью поисков месторождений полезных ископаемых, а также решение других задач, связанных с народнохозяйственным освоением верхней части

разреза морского дна, требуют постановки исследований физико-механических свойств донных осадков. Прежде всего необходимо знать объемную массу твердой части осадков, в пересчете на которую дается оценка концентрации полезного компонента в продуктивных слоях донных осадков и его абсолютной массы.

Исследования физико-механических свойств донных осадков приобрели важное значение в связи с началом разработок месторождений твердых полезных ископаемых и интенсивным развитием морских нефтегазовых промыслов. Этими исследованиями обеспечивается работа подводной техники, с помощью которой осуществляется разведка и эксплуатация экзогенных месторождений полезных ископаемых, проектирование и строительство подводных трубопроводов, другое гидротехническое строительство.

Изучение физико-механических свойств донных осадков Черного моря выполнено в рамках многолетней программы Совместных комплексных океанографических исследований Черного моря (СКОИЧ) и по проекту «Черное море».

На дне Черного моря весьма вероятны россыпные месторождения полезных ископаемых, залежи нефти, газа, строительных материалов [18]. Комплексное и сбалансированное освоение минеральных ресурсов моря требует тщательного геологического изучения его. Геологические исследования в Черном море по названным выше программе и проекту направлены на изучение геологического строения дна, рудоносности и нефтеносности слагающих его пород, вещественного состава и стратификации верхнего слоя донных осадков, их экзогенной металлогении. В частности, в основных чертах уже изучены минеральный и химический состав донных осадков моря, содержание и распределение в них основных макрокомпонентов и микроэлементов [1, 4, 7, 11—15], выявленная здесь в голоценовых осадках урановая аномалия (с оценкой общей массы урана в современных осадках) [17, 20], физико-механические свойства глубоководных осадков.

Фактический материал по физико-механическим свойствам глубоководных донных осадков моря получен нами в черноморских экспедициях научно-исследовательских и исследовательских судов «Академик Вернадский» (1972 и 1973 г.), «Михаил Ломоносов» (1978 г.), «Фаддей Беллинсгаузен» (1979, 1981 и 1982 г.), «Гидролог» (1980 г.). При сборе этого материала широко использованы созданные нами способы применения ядерно-геофизических методов (ЯГМ) и радионейтронная аппаратура — колонковый гамма-плотномер и нейтронный влагомер донных осадков. ЯГМ позволяют оперативно и с высокой точностью определять показатели физико-механических свойств осадков в условиях, максимально приближенных к естественным [8, 9]. Пробы осадка измерялись непосредственно в пробоотборниках, практически исключающих разуплотнение осадка после снятия с него гидростатического давления, существующего на дне водоема. Применение ЯГМ обеспечивает получение непрерывных диаграмм изменчивости показателей свойств по разрезу толщи осадков, значительно упрощает техническую сторону измерений, повышает производительность поисково-разведочных работ.

Закономерности распределения важнейших показателей физико-механических свойств в верхней толще глубоководных (200—2200 м) донных осадков моря охарактеризованы: 1) субширотным разрезом этой толщи осадков, охватывающим материковый склон (восточный и западный), его подножия и абиссальную равнину моря; 2) изолиниями средней объемной массы верхней 80-сантиметровой толщи нерасчлененных современных и древнечерноморских осадков моря и полигона, охватывающего два параллельных Дунайских каньона; 3) поперечным разрезом исследованной толщи осадков этих каньонов; 4) графиками распределения показателей физико-механических свойств в исследованной толще донных осадков в общей сложности по 174 станциям. На этих станциях выполнено 8602 определения объемной

массы (ρ_V), объемного влагосодержания (W_V), рассчитаны по ним плотности скелета осадков ($\rho_{ск}$) и их массовое влагосодержание (W).

Верхние слои глубоководных донных осадков Черного моря, которые исследовались нами, как правило, сложены текучими, вязкотекучими и слабoplastичными осадками голоценового и вюрмского возраста, которые находятся на различных стадиях формирования их физико-механических свойств.

Выделенные в глубоководной части моря вещественно-генетические типы донных осадков [2, 14, 16] существенно отличаются по своим

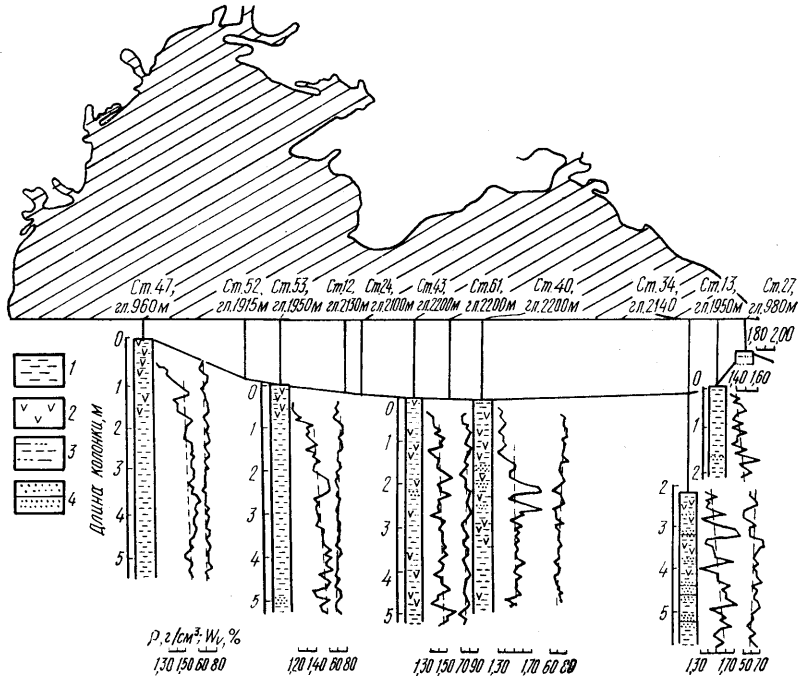


Рис. 1. Распределение объемной массы и объемной влажности в верхнем слое донных осадков Черного моря (субширотный разрез)

Ил: 1 — пелитовый; 2 — то же, обогащенный органическим веществом; 3 — алевроито-пелитовый; 4 — песчаные прослойки

физико-механическим свойствам, хотя их показатели изменяются в довольно широких, часто перекрывающихся пределах. По данным наших исследований и других авторов [2, 6], физико-механические свойства наиболее распространенных терригенных слабоизвестковых илов характеризуются следующими основными показателями: плотность ρ равна 2,48—2,69 г/см³; пористость n и объемное влагосодержание $W_V = 70—86\%$; $\rho_V = 1,20—1,60$ г/см³; $\rho_{ск} = 0,34—0,87$ г/см³; пластическая прочность P_m составляет 2,3—21,7 КПа; липкость L — 1,7—2,9 КПа (показатели ρ , P_m , L определены В. А. Емельяновым). Физико-механические свойства биогенных пелитовых (сапропелевых) илов характеризуются такими показателями: $\rho = 1,91—2,14$ г/см³, $\rho_V = 1,12—1,25$ г/см³, W_V достигает 94%; P_m таких илов довольно высокая — от 1,5 до 10,5 КПа. Наибольшими показателями ρ_V (1,42—1,91 г/см³), $\rho_{ск}$ (0,59—1,47 г/см³) и прочностных свойств P_m (от 1,4 до 100 КПа) характеризуются терригенные пелитовые и алевроито-пелитовые илы [6]. Их W_V и n чаще составляют 70—73%, а среднее значение ρ — 2,68 г/см³ (изменяется от 2,63 до 2,82 г/см³).

На рис. 1 дан субширотный разрез глубоководных донных осадков Черного моря, который характеризует распределение важнейших показателей их физического состояния — объемной массы и влагосодержания на континентальном склоне (ст. 47, 13, 27), его подножии (ст. 53, 34) и в центральной части глубоководной равнины (ст. 40, 43).

Определения указанных показателей на этих станциях выполнены радиоизотопным колонковым способом в пробоотборной трубке диаметром 127 мм поинтервально с шагом 5—10 см.

Станция 47 расположена на континентальном склоне западной части моря, которая характеризуется широким развитием шельфа и небольшим уклоном континентального склона. Поднятые на этой станции донные осадки по всему разрезу представлены пелитовыми илами. До глубины 250 см преобладают карбонатные осадки светло-серых тонов, текучей, вязкотекучей и слабopластической консистенции. В верхней части разреза много буровато-зеленых прослоев сапропелевых илов. Текстура однородная, слоистая, глубже 150 см микрослоистая. В интервале 250—307 см ил приобретает черную окраску, комковатую текстуру, липкопластичную консистенцию, а в интервале 307—470 см — зеленовато-серый цвет, крупнокомковатую текстуру. В этом интервале он обильно насыщен газом. Глубже по разрезу, до конца поднятой колонки, залегает тот же зеленовато-серый ил с одномиллиметровыми прослойками красно-бурого.

Объемная масса современных осадков на ст. 47 не превышает 1,25 г/см³. В слое древнечерноморских осадков наблюдается постепенное повышение ρ_v до 1,45 г/см³. Изменения этой величины в данном слое до 0,20 г/см³ обусловлены прослоями осадков, сильно обогащенных органическим веществом. В нижней части древнечерноморских осадков ρ_v достигает среднего, хорошо выдержанного значения в слое (предположительно) новоэвксинских осадков — 1,60 г/см³. Постоянство средней величины ρ_v новоэвксинских осадков, которая проявляет лишь самую незначительную тенденцию к возрастанию с глубиной залегания осадков (выявленную статистической обработкой определенных значений объемной массы), объясняется прежде всего относительно однородным вещественным и гранулометрическим составом этих осадков. Среднее значение W_v донных осадков по исследуемому разрезу составляет около 70 %. При этом проявляется, хотя и слабо, тенденция к уменьшению этой величины с глубиной залегания осадков.

Донные осадки по разрезу ст. 53 также представлены пелитовыми илами. До глубины 226 см это в основном светло-серые (вверху с зеленоватым, внизу с голубым оттенком) карбонатные илы, обогащенные органическим веществом. Их консистенция изменяется от вязкотекучей до слабopластичной, текстура однородная, в нижней части — прослой и пятна черного ила. В интервале 226—402 см цвет ила черный, консистенция липкопластичная, структура комковатая, на глубине 304—330 см залегает прослой палево-серого ила. Глубже, до конца поднятой колонки, он принимает зеленовато-серый цвет, мелкокомковатую текстуру с прослоями черного ила. На глубине 518—521 см встречены прослойки желтовато-серого мелкозернистого кварцевого песка. Объемная масса донных осадков по разрезу этой станции изменяется в более широких пределах, по сравнению с предыдущей, и характеризуется существенно меньшим средним значением. Это в общем согласуется с циркумконтинентальной зависимостью распределения осадков в море по их гранулометрическому составу, с которым ρ_v коррелирует. Большие изменения значений ρ_v осадков здесь могут быть объяснены периодическим оползневым сносом к подножию склона более грубого пелитового материала. Подтверждением этого является наличие прослоек мелкозернистого песка, обнаруженных в разрезе донных осадков ст. 53. Тенденция к увеличению показателя ρ_v донных осадков с глубиной залегания на этой станции выражена более четко. То же можно сказать и о W_v , величина которой уменьшается от 73 % в верхней части разреза до 68—70 % в нижней.

Более пестрая картина в распределении величин ρ_v и W_v донных осадков наблюдается в подножии материкового склона Кавказского района, где в связи с большим уклоном поверхности роль оползней и мутьевых потоков в формировании физико-механических свойств донных осадков резко возрастает. Как видно из рис. 1 (ст. 34), чередо-

вание слоев, которые обогащены органическим веществом и характеризуются низкими значениями ρ_v , с терригенными, в том числе песчанистыми, обуславливает изменение показателя ρ_v по разрезу до $0,40 \text{ г/см}^3$. Донные осадки на ст. 34 представлены пелитовыми илами с большим количеством прослоев алевритового и мелкопесчанистого материала. Верхний слой до глубины 285 см сложен темно-серыми пелитовыми илами, консистенция которых изменяется до слабопластичной. В интервале 16—240 см часты одно—четырёхсантиметровые прослои сапропелевого ила. На глубине примерно 139 см в сапропелевом прослое наблюдается алеврито-мелкопесчанистая прослойка темно-серого цвета. Односантиметровая алеврито-песчанистая прослойка подстилает прослой сапропелевого ила на глубине 191,5 см. Прослой сапропелей в интервале 159—164 см имеет типичную текстуру оползня (контрузивную). Неровная (контрузивная) и нижняя граница верхнего слоя. Далее до глубины 556 см залегает слой серого, горизонтально-слоистого ила. В нем обильны прослойки алевритового и мелкопесчанистого материала. На глубине 315—340 см в этом слое выявлено много пятен и линз зеленовато-бурого ила, обогащенного органикой и закисью железа. Слой насыщен сероводородом. Глубже, до конца отобранной колонки, залегает черный, однородный, горизонтально-слоистый, липкопластичный ил, интенсивно вскипающий с соляной кислотой.

На ст. 27 геологическая трубка встретила очень плотный пелито-алевритовый осадок и погрузилась в него всего на 20 см. Объемная масса этого осадка уже на глубине 5 см составила $1,59 \text{ г/см}^3$, а на глубине 20 см увеличилась до $2,10 \text{ г/см}^3$. Промежуточные значения ее $1,77 \text{ г/см}^3$ отмечены на глубине 10 см и $2,01$ — на глубине 15 см. Лабораторные определения ρ_v этого осадка в интервале 8—13 см показали цифру $1,91 \text{ г/см}^3$.

Донные осадки по разрезу ст. 40 ((центральная часть глубоководной аккумулятивной равнины) сложены пелитовыми илами с прослоями крупного алеврита и мелкозернистого песка. До глубины 218 см цвет ила светло-серый, консистенция изменяется от жидко-текучей (в интервале 0—3 см) до слабопластичной (глубже 75 см). На глубинах 10—42 и 164—188 см в этом слое выявлены прослои сапропелевых илов однородного черного оттенка, а на глубине 51—191 см — зеленоватого. В интервале 176—218 см наблюдаются прослойки крупно- и мелкозернистого илистого песка темно-серых тонов. Глубже, до конца колонки, цвет ила черный, текстура крупнокомковатая, консистенция липкопластичная. На глубине 268, 307, 333 см отмечены прослои, обогащенные органическим веществом, а по всему слою — тонкие (около 1 мм) прослойки мелкозернистого песка. Илы этого слоя сильно карбонатизированы. С горизонта 260 см они насыщены газом. Средняя объемная масса слоя 30—100 см древнечерноморских осадков на этой станции составляет $1,40 \text{ г/см}^3$, а залегающих на глубине 300—450 см — $1,55 \text{ г/см}^3$. Промежуточный слой из-за чередования прослоев, сложенных мелкозернистым, крупноалевритовым и пелитовым материалом, обогащенным органическим веществом, характеризуется большими колебаниями значений ρ_v . Станция 40 расположена ближе к материковому склону Кавказского района и находится внутри одного из устойчивых циклонических течений, ближе к его периферии [3]. Этим объясняется наличие здесь крупноалевритового и мелкозернистого песчанистого материала и относительно более высокое значение средней ρ_v осадков. С глубиной ρ_v донных осадков (ст. 40) также имеет слабо выраженную тенденцию к увеличению, а W_v немного превышает 70 % в верхней части разреза и уменьшается с глубиной.

Донные осадки на ст. 43, которая расположена внутри того же циклонического течения, но в диаметрально противоположной стороне, до глубины 252 см представлены светло-серым, однородным, пелитовым илом текучей (до глубины 3 см), вязкотекучей (до глубины 20 см) и слабопластичной консистенции, мелкокомковатой, местами тонкослоистогоризонтальной текстуры. По всему слою отмечены про-

слой сапропелевых илов. Ниже, до глубины 318 см, встречен слой грязно-серого пелитового ила такой же консистенции и текстуры с четко выраженными верхней и нижней границами. Еще ниже, до глубины 477 см, залегает слой зеленовато-серого ила микрослоистой до глубины 402 см, а ниже крупнокомковатой текстуры. Крупнокомковатый ил обильно насыщен газом. В интервале 364—447 см залегают пять прослоев и линзы очень плотного темно-бурого ила, обогащенного

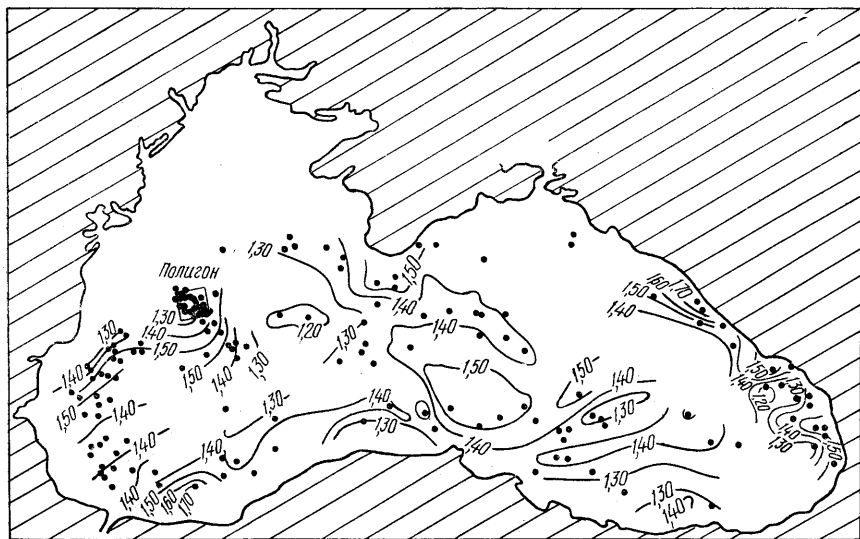


Рис. 2. Изолинии средней объемной массы верхнего 80-сантиметрового слоя донных осадков Черного моря

органическим веществом. Глубже залегает светло-серый, а с глубины 505 см до конца поднятой колонки — голубовато-серый однородный липкопластичный ил.

Средняя объемная масса осадков по разрезу ст. 43 составляет $1,44 \text{ г/см}^3$, а среднее объемное влагосодержание — 73—74 %. Донные осадки в этой части глубоководной аккумулятивной равнины образовались в спокойной гидродинамической обстановке моря (в халистазе) из биогенного и тонкодисперсного терригенного материала, поставляемого сюда крупными реками северо-западного обрамления моря. Незначительные колебания значений ρ_v по разрезу станции (до $0,20 \text{ г/см}^3$) обусловлены в основном прослоями широко развитых здесь биогенных (сапропелевых) илов и несколькими прослоями очень плотного голубовато-черного ила. Здесь также установлена довольно четкая тенденция к увеличению ρ_v и уменьшению W_v с глубиной залегания осадка.

На рис. 2 для тех районов моря, где это позволяла плотность геологических станций, показаны изолинии средней объемной массы верхней 80-сантиметровой толщи нерасчлененных современных и древнечерноморских осадков (исключался верхний 10-сантиметровый слой илов преимущественно жидкотекучей консистенции). Средняя объемная масса осадков этой толщи по отдельным станциям определялась по семи и больше (где линейный интервал перемещения прибора составлял 2,5 и 5 см) дискретным измерениям.

На материковом склоне западной части моря выделен полигон, где физико-механические свойства донных осадков изучены более детально. Этот полигон интересен тем, что он охватывает два параллельных Дунайских каньона, устья которых заложены в верхней части материкового склона, а русла выходят в абиссальную равнину моря; образуя здесь мощные конусы выноса осадочного материала. Часть геологических станций находится в русле этих каньонов. Рис. 3 иллю-

стрирует распределение средней объемной массы донных осадков полигона в верхней 80-сантиметровой толще.

По поперечному разрезу каньонов (рис. 4), секущему их почти параллельно береговой линии, илы более северного из них (ст. 165) в слое 0—8 см пелитовые, жидкотекучей консистенции. Слой 8—53 см представлен пелитовыми илами вязкотекучей консистенции. С глубины 22 см встречаются примазки гидротроилита. Следующий слой с

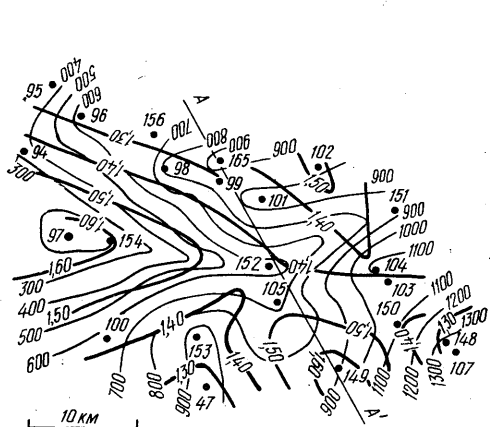


Рис. 3. Изолинии средней объемной массы верхнего 80-сантиметрового слоя донных осадков полигона

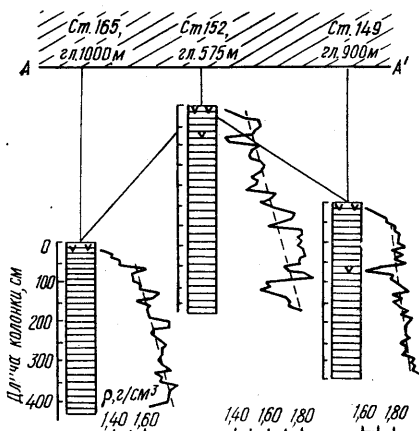


Рис. 4. Поперечный разрез верхнего слоя донных осадков двух параллельных каньонов (полигона)

Усл. обозн. см. на рис. 1

подошвой на глубине 200 см сложен липкопластичным пелитовым илом с прослоями гидротроилита. Залегающий ниже слой до забоя (460 см) состоит из однородного терригенного, липкопластичного, пелитового ила с довольно большой объемной массой ($1,75 \text{ г/см}^3$). Средняя объемная масса верхней 80-сантиметровой (без жидкотекучего ила) толщи илов составляет $1,41 \text{ г/см}^3$, градиент ρ_v по этой станции — $0,07 \text{ г/см}^3$ на 1 м колонки.

На ст. 152, которая находится между каньонами (глубина 525 м), верхний 10-сантиметровый слой представлен кокколитовым скрытослоистым илом. Глубже (до 29 см) залегают сапропелевый, зеленовато-бурый вязкотекучий ил мелкокомковатой структуры. На глубине 29—107 см встречен пепельно-серый пелитовый ил крупнокомковатой структуры. Еще глубже, до забоя пробоотборника (544 см) залегают терригенный темно-серый пелитовый ил с прослоями (2—3 мм) гидротроилита и серого (5—10 мм) ила. Среднее значение ρ_v этого ила составляет $1,70 \text{ г/см}^3$, а слоя 10—80 см — $1,43 \text{ г/см}^3$.

На ст. 149, расположенной в южном каньоне, верхние два слоя и по мощности и по составу аналогичны таким же слоям ст. 152. С глубины 25 см залегают терригенные пелитовые илы, в слое 25—90 см — светло-серый, вязкотекучий, однородный, в слое 90—190 см — темно-серый, вязкотекучий, однородный. Средняя объемная масса илов последнего слоя составляет $1,70 \text{ г/см}^3$, а верхнего (10—80 см) — $1,66 \text{ г/см}^3$ (градиент $\rho_v = 0,04 \text{ г/см}^3$ на 1 м колонки). Сопоставление этого разреза с предыдущим (см. рис. 1) и с другими разрезами станций глубоководной части моря показывает, что под современными донными осадками в каньонах полигонов залегают довольно плотные терригенные илы.

Построенные по плотно расположенным по длине колонок данным определениям исследуемых показателей многочисленные разрезы донных осадков по отдельным станциям, субширотный разрез и изолинии средней объемной массы позволили нам сделать выводы о не-

которых общих закономерностях формирования физико-механических свойств глубоководных донных осадков Черного моря. Основной из них состоит в том, что физико-механические свойства этих осадков определяются прежде всего особенностями формирования их вещественного и гранулометрического состава. Эти особенности выражаются в различном соотношении основных типов, подтипов и классов осадков в отдельных районах глубоководной части моря и в различных скоростях осадконакопления осадочного материала, а также диагенетическими преобразованиями этих осадков. Диагенетические преобразования, которые заключаются в увеличении молекулярного взаимодействия между минеральными частицами осадка, редукции сульфатов, образовании аутигенных минералов, преобразовании органического вещества и в других явлениях, в общем случае оказывают литифицирующее действие на осадок [1, 2, 5, 6, 10].

Геологическое обрамление материкового склона Кавказского района и Крыма, крутизна склона, интенсивность гидродинамических процессов и, наконец, повышенная сейсмичность этого района способствуют формированию здесь в основном терригенных, разнородных по гранулометрическому составу донных осадков, содержащих в мелкопесчанистой и алевроитовой фракциях относительно большое количество кварца, кальцита, опала и тяжелых темноцветных минералов [15]. Осадки здесь характеризуются высокими значениями средней величины ρ_v и низкими — W_v .

В формировании донных осадков центральной части глубоководной аккумулятивной равнины основную роль играет биогенный фактор. В самом верхнем слое (современные осадки) здесь широко развиты кокколитовые серые и светло-серые илы. Вместе с тем в этой части моря активны процессы автохтонного минералообразования (глауконита, стяжений пирита), которые приводят к значительному погрубению осадочного материала [11, 12]. Кроме того, в центральную часть моря грубозернистый материал привносится реками Днепр, Юж. Буг, Кубань [12, 14]. Тяжелая подфракция песчано-алевритовой фракции осадков этой части моря содержит до 20 % циркона, 12 % граната и 10 % рутила — минералов, характерных для аллювия северных рек. Всем этим объясняется относительно высокая плотность верхнего слоя донных осадков центральной части моря (см. рис. 2).

В северо-западной части моря с небольшим уклоном континентального склона, относительно спокойными условиями осадконакопления, незначительным поступлением крупнозернистого, в том числе биогенного детритового материала (вследствие сероводородного заражения вод Черного моря), средние значения объемной массы донных осадков характеризуются более низкими значениями.

Четко прослеживается и другая общая закономерность — уменьшение средней величины ρ_v и увеличение W_v от верхней части материкового склона к его подножию и к центральной части глубоководной равнины (по периферии из-за некоторого погрубения осадочного материала эта закономерность не выдерживается). В центральной части моря и на пологом материковом склоне Днепровско-Дунайского района, для которых характерны условия относительно спокойного осадконакопления, распределение показателей ρ_v и W_v донных осадков по разрезам колонок сравнительно равное (ст. 43, 47). Небольшие колебания этих показателей здесь обусловлены главным образом чередованием слоев биогенных (сапропелевых) и терригенно-известковых илов. В подножии материкового склона, особенно для Кавказского района с его относительно большими уклонами, где происходит переотложение снесенного сюда со склона и нижней части шельфа осадочного материала, показатели ρ_v и W_v характеризуются большими отклонениями от их средних значений (до 0,40 г/см³ и больше).

Важная роль в формировании физико-механических свойств глубоководных донных осадков принадлежит устойчивым циклоническим течениям моря.

И, наконец, еще одна закономерность — это (хотя и незначительное) четко выраженное увеличение объемной массы и уменьшение влагосодержания донных осадков с глубиной их залегания (см. рис. 1).

SUMMARY

A great amount of new data on mechanical and physical properties of deep-water bottom sediments in the Black Sea permitted drawing a conclusion on general regularities of formation of these properties.

1. *Бабинец А. Е., Митропольский А. Ю., Ольштынский С. П.* Гидрогеологические и геохимические особенности глубоководных отложений Черного моря.— Киев: Наук. думка, 1973.— 160 с.
2. *Бабинец А. Е., Емельянов В. А., Митропольский А. Ю. и др.* Физико-механические свойства донных осадков Черного моря.— Киев: Наук. думка, 1981.— 204 с.
3. *Богуславский С. Г., Саркисян А. С., Джиоев Т. З., Ковешников Л. А.* Анализ расчета течений Черного моря.— Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1976, т. 12, № 3, с. 337—340.
4. *Бутузова Г. Ю., Градусов Б. П., Ратеев М. А.* Глинистые минералы и их распределение в верхнем слое осадков Черного моря.— Литология и полез. ископаемые, 1975, № 1, с. 3—11.
5. *Емельянов В. А., Митропольский А. Ю., Парцевский Н. А.* О физико-механических свойствах глубоководных донных отложений Черного моря.— В кн.: Проблемы гидрогеологии и инженерного грунтоведения. Киев: Наук. думка, 1975, вып. 4, с. 166—171.
6. *Емельянов В. А.* Физико-механические свойства глубоководных осадков Черного моря.— Киев, 1977.— 47 с.— (Препринт / ИГН АН УССР; 77-1).
7. *Емельянов Е. М., Лисицын А. П., Тримонис Э. С. и др.* Геохимия позднекайнозойских отложений Черного моря.— М.: Наука, 1982.— 242 с.
8. *Звольский С. Т.* Гамма-методы измерения объемной массы дисперсных грунтов и донных отложений.— М.: Атомиздат, 1980.— 112 с.
9. *Звольский С. Т.* Радиоизотопно-колонковый способ измерения влажности и плотности донных отложений.— Инж. геология, 1982, № 3, с. 92—102.
10. *Лысенко М. П.* Состав и физико-механические свойства грунтов.— М.: Недра, 1980.— 272 с.
11. *Митропольский А. Ю., Ольштынский С. П., Усенко В. П.* Некоторые особенности вещественного состава донных осадков восточной части Черного моря.— Киев, 1975.— 69 с.— (Препринт / ИГФМ АН УССР; 75).
12. *Митропольский А. Ю., Ольштынский С. П., Усенко В. П.* Некоторые особенности вещественного состава донных осадков западной части Черного моря.— Киев, 1977.— 68 с.— (Препринт / ИГФМ АН УССР; 77).
13. *Митропольский А. Ю., Безбородов А. А., Овсяный Е. И.* Геохимия Черного моря.— Киев: Наук. думка, 1982.— 144 с.
14. *Тримонис Э. С.* Основные черты современного осадконакопления в глубоководной части Черного моря.— В кн.: Гидрогеологические и геологические исследования Средиземного и Черного морей.— М.: Изд. Ин-та океанологии АН СССР, 1975, с. 182—185.
15. *Тримонис Э. С.* Минералогия крупноалевритовой фракции современных глубоководных осадков Черного моря.— В кн.: Материалы по минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород и руд. Киев: Наук. думка, 1976, вып. 4, с. 37—49.
16. *Шимкус К. М., Емельянов Е. М., Тримонис Э. М.* Донные отложения и черты позднечетвертичной истории Черного моря.— В кн.: Земная кора и история развития Черноморской впадины. М.: Наука, 1975, с. 138—164.
17. *Шнюков Е. Ф., Безбородов А. А., Мельник В. И., Митропольский А. Ю.* Геохимическая эволюция урана в Черном море.— Геол. журн., 1979, т. 39, № 6, с. 1—9.
18. *Шнюков Е. Ф., Белодед Р. М., Цемко В. П.* Полезные ископаемые Мирового океана. 2-е изд., доп. и перераб.— Киев: Наук. думка, 1979.— 255 с.
19. *Щербаков Ф. А., Куртин П. Н., Поляков А. С.* Осадконакопление на континентальном склоне Черного моря.— В кн.: Комплексные исследования природы океана. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975, вып. 5, с. 141—148.
20. *Degens E. T., Khoo F., Michaelis W.* Uranium anomaly in Black Sea sediments.— Nature, 1977, vol. 269, p. 566—569.

Ин-т геол. наук АН УССР,
Киев

Статья поступила
17.10.83

П-463
Т. 44
N 5

1-И 212

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ УССР

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Научный журнал
основан в 1934 г.
Выходит один раз
в два месяца

Том 44 5 • 1984

КИЕВ НАУКОВА ДУМКА

РУДЫ И РУДООБРАЗОВАНИЕ



УДК 551.21+553(477)

ВУЛКАНОГЕННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ

В. В. Науменко

В течение длительной истории формирования земной коры (4,6 млрд. лет) и развития ее структур роль вулканических процессов была весьма значительной, хотя и не однозначной. По мере «обрастания» гетерогенного вещества земной корой и продуктами ее консолидации наблюдалось эволюционное изменение вулканической деятельности в качественном и количественном отношении.

С континентальными и субмаринными вулканическими процессами (вулканогенно-осадочным, собственно вулканическим, вулканогенно-интрузивным) связаны многие месторождения. Среди вулканогенных месторождений выделяют гидротермальные или газогидротермальные (континентальные) и вулканогенно-осадочные (субмаринные).

В зависимости от связи с особенностями вулканического процесса все месторождения подразделяются на собственно вулканические, субвулканические и глубинно-вулканические [18]. Особенности вулканогенных месторождений предопределяются характером развития структур земной коры и связанным с ним вулканизмом. Как правило, вулканизм ранних этапов формирования земной коры геосинклинальный, более поздних — континентальный, происходивший главным образом в режиме тектономагматической активизации (ТМА).

Территория Украины, представляющая собой сочетание разнообразных тектонических элементов, сформировалась в течение длительной истории развития (3,8 млрд. лет) и состоит из таких регионов: Украинский щит (УЩ), Волыно-Подольская плита, Днепровско-Донецкая впадина (фрагмент крупной рифтовой зоны), Донбасс, Причерноморская плита (впадина), Скифская платформа (Степной Крым), складчатые сооружения Горного Крыма и Карпат.

Формирование континентальной земной коры, существующей в настоящее время, протекало в условиях геосинклинального, орогенного

СЕРИЯ А
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЫХОДИТ ОДИН РАЗ
В ДВА МЕСЯЦА