

УДК 553.311.2(26)

Ю.А. Курников¹, С.Н. Кравченко¹, М.И. Орлюк¹

МАГНИТНЫЙ ПЕСОК: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье впервые обобщены результаты магнитно-минералогических исследований магнитных песков побережья Черного моря. Сформулировано определение магнитного песка. Даны рекомендации применения магнитного песка в практических целях.

Разнообразные магнитные вещества широко используются во многих отраслях народнохозяйственного комплекса. Они нашли применение в медицине, на транспорте и для решения ряда экологических задач. Однако практически во всех магнитных изделиях используются материалы искусственного происхождения. Поскольку их изготовление обходится недешево, особый интерес вызывает природный магнитный песок. Несмотря на то, что словосочетание “магнитный песок” используется давно, оно до сих пор является термином свободного пользования без какой-либо конкретной понятийной нагрузки, обозначая любые пески с повышенным содержанием ферромагнитных минералов. Такая ситуация обусловлена тем, что они пока не стали объектом прикладных исследований. В связи с тем, что в настоящей работе впервые разработаны рекомендации для использования магнитного песка в практических целях, необходимо сформулировать четкое определение этого геологического объекта. Только в таком случае будет ясно, о каком песке идет речь. Формулировка должна учитывать специфические признаки магнитного песка и количество магнетита, необходимое для того, чтобы проявились полезные качества песка, а его добыча была рентабельной.

Определение. *Магнитный песок природный — рыхлая осадочная порода темносерого цвета с размером частиц 0,05–2,0 мм, в которой содержится не менее 2% зерен магнетита с подчиненным количеством других магнитных минералов.*

Распространение и характеристика россыпей. Магнитные пески известны уже давно во многих районах мира. По сведениям античных авторов, на Кинбурнском полуострове и на берегу Ягорлыцкого залива использовались содержащие магнетит пески, из которых выплавлялись “лучшие сорта железа”, не подверженные коррозии [2]. В средние века на побережье одного из Валаамских островов время от времени появлялись черные пески — магнитный железняк [33, 36]. Монахи использовали этот песок для сушки чернил. В 1791 г английский минералог-любитель У. Грегор писал о магнитных песках местечка Менакан в Англии, когда сообщал

об открытии титана [35]. Камчатское побережье Тихого океана изобилует скоплениями магнитного песка [37]. В юго-западной части Таманского полуострова, в прибрежной полосе между мысом Железный Рог и озером Соленое обнаружены скопления черного песка [38]. Небольшая россыпь магнитного песка установлена у села Любимовка к северу от г. Севастополь [29].

В береговой зоне Черного моря наиболее значительные по размерам и содержанию магнетита залежи песка развиты в Грузии [1, 8, 27, 29] и на юге Болгарии [26, 29, 32]. Поскольку они дают наглядное представление о россыпях магнитного песка, целесообразно хотя бы кратко описать результаты их изучения по материалам [1, 8, 9, 26, 27, 29, 30, 32].

Магнетитовые пески Грузии сформировались в основном реками Риони, Супса, Натанеби, Ингури, Кодор и Бзыбь. Содержание магнетита в полосе пляжных отложений длиной около 50 км между реками Чорох и Бзыбь колеблется в пределах 2–3%. Однако оно может достигать 70% в линзах и прослойках мощностью 4 см в верхнем метровом слое. Наиболее богатые россыпи залегают между реками Супса и Натанеби, где пески сосредоточены в мелководной зоне шириной 1,0–1,5 км и пляжной полосе шириной от 10 до 70 м. Общая длина россыпей достигает 10 км.

Россыпи магнитных песков позднечетвертичного возраста слагают подводные валы, пляжи, дюны, частично погребенные. Источником магнитных песков могут быть андезиты и андезито-базальты Аджаро-Имеретинского хребта, сиениты долины р. Натанеби. Магнитные пески состоят в основном из пироксена, магнетита, титаномагнетита, кварца, мусковита, биотита, биогенных карбонатов и гидроксидов железа. В небольшом количестве установлены эпидот, роговая обманка, оливин, ильменит, сфен, рутил и обломки кристаллических пород и сланцев.

Магнитные пески на побережье Несебрского и Бургасского заливов в Южной Болгарии известны с 1912 г. Они протягиваются от г. Несебр до г. Созополь полосой шириной до 100 м, длиной до 50 км. Их мощность в основном не превышает 0,4 м, изредка 1,0 м. На отдельных участках подводного склона пляжа содержание магнетита достигает 10%, а на шельфе не превышает 3%. В песках помимо магнетита установлены ильменит, циркон, хромит, титанит, пироксен, гематит, монацит и знаки других минералов.

Россыпи Южной Болгарии сформировались в результате размыва пород Странджанского антиклинория и Бургасского синклинория реками Ахела и Фракийская. Разрушению подвергались вулканогенно-осадочные, интрузивные кислые и основные породы от протерозоя до мела.

Лабораторные исследования. Предполагаемое практическое использование магнитных песков требует исследования их минералогического состава, гранулометрии, магнитных свойств и т.д.

Магнитные свойства песков определяются количеством и разнообразием ферромагнетика. В природе существует много минералов, которые определяют магнитные свойства горных пород и песка в частности (таблица 1).

Нами магнитно-минералогические исследования были выполнены на образцах пляжных песков из Грузии (Аджария) и Крыма (пос. Партенит). Изучены гранулометрический и минералогический состав, магнитная

восприимчивость (χ), коэрцитивная сила (H_c) и температуры Кюри (T_c) для 4 образцов песка. Минералогические исследования выполнены в Центральной лаборатории ПДРГП «Північгеологія» минералогом Середой В. В.:

№ 1 — магнитный необогащенный песок (Грузия), естественное состояние. Магнитная восприимчивость $\chi = 4400 \cdot 10^{-6}$ ед. СГСМ.

№ 2 — магнитный песок (Грузия), обогащенный. Магнитная восприимчивость $\chi = 17600 \cdot 10^{-6}$ ед. СГСМ.

№ 3 — магнитный песок (Грузия), остатки песка после обогащения. Магнитная восприимчивость $\chi = 600 \cdot 10^{-6}$ ед. СГСМ.

№ 4 — магнитный песок (Крым), обогащенный. Магнитная восприимчивость $\chi = 980 \cdot 10^{-6}$ ед. СГСМ.

Таблица 1. Магнитные параметры ферромагнитных минералов [25]

№ п/п	Минерал	Формула	Магнитные параметры			
			χ , магнитная восприимчивость, ед. СГСМ	I_s , намагниченность насыщения, Гс	H_c , коэрцитивная сила, Э	T_c , температура Кюри, °С
1	Магнетит	Fe_3O_4	0,7–2,0	490	10–150	578
2	Титаномагнетит	$xFe_3O_4(1-x)TiFe_2O_4$	10^{-6} – 10^{-1}	75–430	—	100–578
3	Треволит	$NiFe_2O_4$	0,5	240	—	590
4	Якобсит	$MnFe_2O_4$	20	320	—	510
5	Магнезиоферрит	$MgFe_2O_4$	0,8	140	—	310
6	Маггемит	γFe_2O_3	0,3–2,0	435	10–130	675
7	Гематит	αFe_2O_3	10^{-5} – 10^{-4}	1,5–2,5	7000–8000	675
8	Пирротин	FeS_{1+x}	10^{-2} – 10^{-3}	17–70	15–110	300–325
9	Гетит	$\alpha FeOOH$	$(0,02-80) \cdot 10^{-3}$	4,8	700	
10	Лепидокрокит	$\gamma FeOOH$	$(0,9-2,5) \cdot 10^{-3}$	—	—	—
11	Сидерит	$FeCO_3$	$(20,0-60,0) \cdot 10^{-5}$	—	—	238

Минералогический анализ исследованных образцов из Грузии приведен в таблице 2. Из выявленных 14 минералов главными являются пироксен и магнетит. Содержание магнетита (около 10%) и минералогический состав песка с побережья Грузии свидетельствуют о высоком качестве потенциального сырья для прикладных нужд.

Заметим, что кроме свободных достаточно крупных зерен магнетита и мартита, в зернах темноцветных минералов содержатся многочисленные пылеватые включения магнетита размером <0,05 мм, что повышает общее содержание магнетита на 0,5–1%.

Результаты определения гранулометрического состава магнитных песков и содержания магнетита-мартита в каждой фракции приведены в таблице 3. Для практического использования магнитных песков важно, чтобы фракция магнитных минералов была более мелкозернистой по сравнению

с силикатной. В пробах песка № 2, № 3 и № 4 существенное содержание магнетита фиксируется во фракциях песка 0,25–0,1 мм и <0,1 мм (см. табл.3).

Представление о плотностях могут дать исследования для грузинских песков [27] — 2,36–2,4 г/см³.

Таблица 2. Минералогический состав исследованных образцов

№ пробы	Магнетит, %	Мартит	Пироксен моноклиный, %	Эпидот	Легкая фракция (кварц, плагиоклаз, полевой шпат, халцедон), %	Гидрослюда, про- дукты замещения пироксена, %	Роговая обманка	Окислы и гидрокислы Fe	Гранат	Глаукоцит	Циркон	Хромит	Турмалин	Ставролит
1 — песок магнитный (Грузия)	11	зн	78	зн	8	3	зн	зн	зн					
2 — песок магнитный обогащенный, (Грузия)	40	зн	55	зн	2	3	зн	зн	зн	зн				
3 — хвосты после обогащения (Грузия)	1		87	1	8	3	зн				зн	зн	зн	зн
4 — песок обогащенный (Крым, Партенит)	3	зн	70	зн	17	3	зн	зн	зн	зн				

Таблица 3. Гранулометрический состав песков

№ пробы	>1,0 мм			1,0–0,5 мм			0,5–0,25 мм		
	вес, г	выход, %	содержание магнетита + мартита во фракции %	вес, г	выход, %	содержание магнетита + мартита во фракции, %	вес, г	выход, %	содержание магнетита + мартита во фракции, %
Пр. 2, вес 12,17 г обогащенный магнитный песок (Грузия)				0,10	1	Ед. зн. (вкл.)	5,02	41,2	3–5 (свободн. и вкл.)
Пр. 3, вес 54,31 г хвосты после обогащения	0,02		Ед. зн. (вкл.)	0,48	1	Ед. зн. (свобод. и вкл.)	34,33	63	Ед. зн. (свобод. и вкл.)
Пр. 4, Вес 40,48 г Обогащенный песок Крым, Партенит	0,02		Вкл.	0,72	2	Ед. зн. (вкл.)	30,93	76,5	Зн. (вкл.)

Продолжение табл. 3

№ пробы	0,25–0,16 мм			0,16–0,10 мм			<0,10 мм		
	вес, г	выход, %	содержание магнетита + мартита во фракции, %	вес, г	выход, %	содержание магнетита + мартита во фракции, %	вес, г	выход, %	содержание магнетита + мартита во фракции, %
Пр. 2, вес 12,17 г обогащенный магнитный песок (Грузия)	5,50	45	35–40	1,50	12,3	90±1	0,05	0,5	80–85
Пр. 3, вес 54,31 г хвосты после обогащения	18,81	35	0,5–1,0 (свободн. и вкл.)	0,62	1	20±1	0,05		20–25
Пр. 4, Вес 40,48 г Обогащенный песок Крым, Партенит	8,67	21,5	7–9	0,12		35±1	0,02		30–35

Магнитные свойства образцов песка, которые являются достаточной совокупной магнитной характеристикой типа и качества песка, представлены в таблице 4.

Таблица 4. Магнитные свойства исследованных образцов

№ пробы	Содержание магнитной фракции	Магнитные параметры		
		χ , 10^{-4} ед. СГСМ	H_c , э	T_c , °С
1 — песок магнитный (Грузия)	магнетит — 11%, мартит — знаки	4400	144	450, 540, 600
2 — песок магнитный обогащенный, (Грузия)	магнетит — 40%, мартит — знаки	17600	158	450, 540, 600
3 — хвосты после обогащения (Грузия)	магнетит + мартит — 1%	600	130	450, 540, 600
4 — песок обогащенный (Крым, Партенит)	магнетит — 3%, мартит — знаки	980	237	580

Терромагнитный анализ выполнен на кафедре геофизики геологического факультета в Национальном университете имени Тараса Шевченко. Кривая зависимости намагниченности насыщения от температуры получена в непрерывном режиме “нагрев — охлаждение” в постоянном магнитном поле 2000 э. Результаты показаны на рис. 1. Как видно из рисунка, первые три пробы имеют идентичные зависимости. Этого и следовало ожидать, поскольку минералогический состав у этих проб различается только количественно (см. табл. 2).

Кривая охлаждения идет ниже кривой нагревания, что свидетельствует о присутствии в данных пробах маггемита. Точка Кюри не превышает температуру 600°С, что характерно для магнетита. Однако спектр дебло-

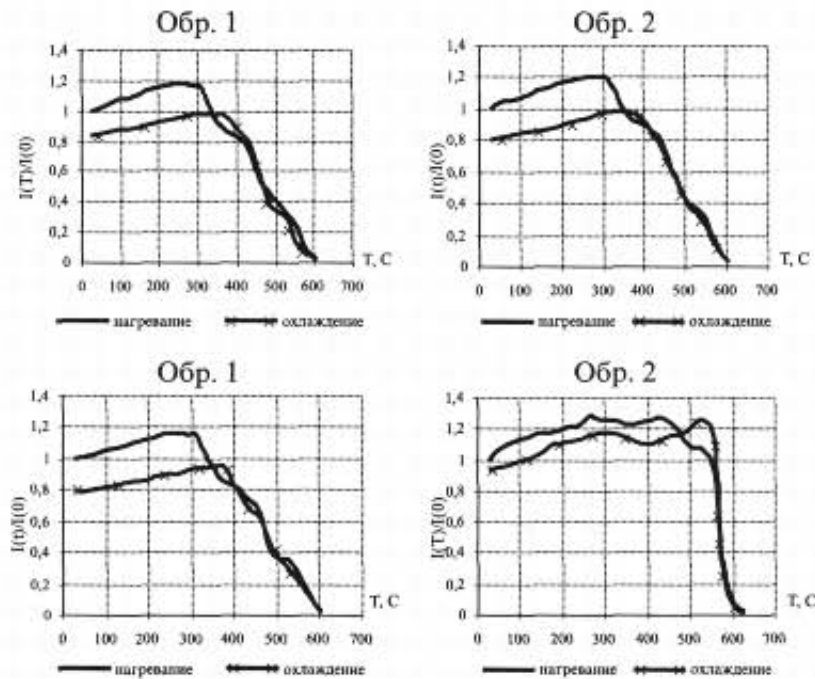


Рис. 1. Термомагнитные кривые

кирующих температур, зафиксированный в интервале от 350 до 600°C, является результатом минералогических изменений в процессе нагревания и наличием магнитных зерен разного размера. Температурная зависимость 4-й пробы отличается от таковой для проб 1–3. Видна единственная точка Кюри магнетита, и кривые “нагрев — охлаждение” почти не различаются.

Для образцов была получена остаточная намагниченность насыщения и определено магнитное поле (H_c), которое ее компенсирует. Этот параметр характеризует магнитную жесткость образца. На рис. 2 приведены результаты экспериментов. Кривые нормального (изотермического) намагничивания

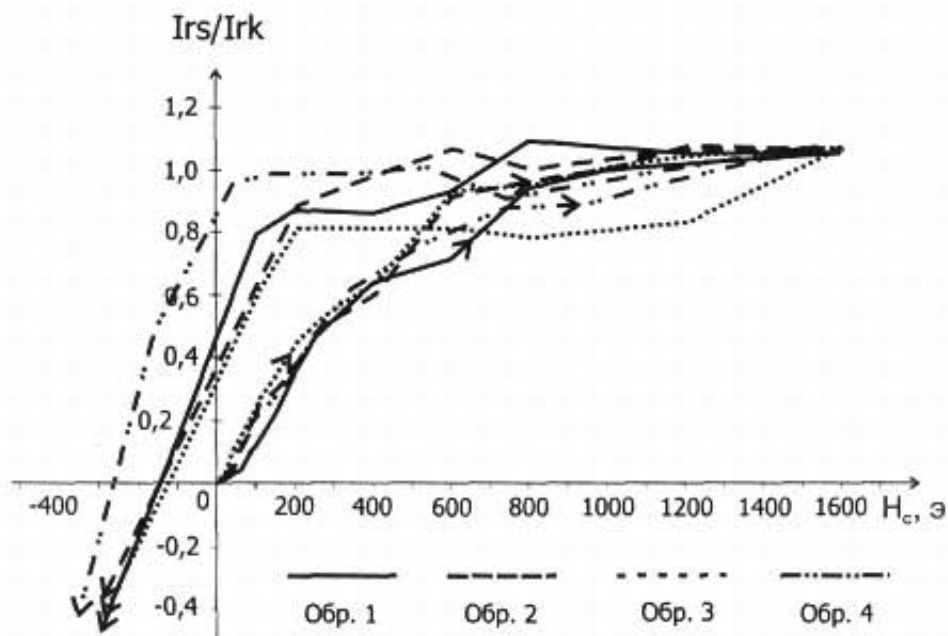


Рис. 2. Результаты определение коэрцитивной силы исследованных образцов

практически совпадают для всех образцов. Кривые размагничивания для первых трех образцов подобны, величина H_C у них равна примерно 150 эрстед. В магнитном отношении крымский образец является более жестким, значение H_C его составляет 230 эрстед.

Области применения. В начале 20-го века черные пески рассматривались только в качестве металлургического сырья [27]. К настоящему времени анализ разрозненных, но многочисленных литературных источников позволил определить много новых областей практического применения магнитного песка. Он может использоваться как самостоятельно, так и в качестве элемента различных смесей.

Параметры, качество и эффективность применения зависят от свойства исходного магнитного материала.

К настоящему времени магнитные порошки и пески используются в магнитных системах [10, 28]; комплексах подготовки питьевой воды для очистки, доочистки сточных и технических вод, обработки водных систем различного назначения, когда в фильтрах используются зернистые материалы [13, 14, 15, 17, 18, 24]; для изготовления: магнитного порошка, применяемого в качестве наполнителя при разработке постоянных твердых и гибких магнитов [3, 23, 19, 20], магнитной жидкости [5, 6, 21], композиционных материалов [16, 19], магнитоабразивных порошков [4].

Производство комбинированных изделий осуществляется изготовлением наполнителя размолотом или спеканием. Поскольку первый способ трудоемкий и дорогой, он имеет ограниченное применение. Изготовление наполнителя из магнитного песка спеканием экономичнее, технологичнее и позволяет получить новые, высокоэнергетичные магнитные материалы путем соединения окислов железа с окислами кобальта, никеля, цинка, металлов редкоземельной группы [23]. Потребность в широком использовании такой технологии назрела давно, но ограничивалась отсутствием доступного по цене исходного материала, которым на данном этапе может быть пока еще мало востребованный магнитный песок.

Рекомендуемый размер частиц магнитного наполнителя композиционных материалов составляет 50-200 мкм. Так как он совпадает с размерами магнитной фракции магнитных песков, это значительно расширяет область их применения, упрощает технологии изготовления и реализации магнитных материалов [20].

Следовательно, комплексное использование песка и магнитных систем делает доступнее разработку и реализацию новых технологий с улучшенными экономическими показателями и экологическими свойствами для следующих целей:

- централизованная подготовка питьевой воды [14, 15, 24];
- очистка технических и сточных вод [11, 12, 13];
- сооружение и эксплуатация нефтегазовых скважин [17, 22];
- магнитно-абразивная обработка в машиностроении [4, 28];
- транспортировка твердых полезных ископаемых [16, 31];
- повышение прочностных характеристик изделий из цементных растворов [18];

- создание ленточных конвейеров на магнитной подушке [16];
- создание конвейера для сложных трасс с магнитоактивными лентами [16];
- оздоровительно-лечебные процедуры [7, 34]

К настоящему времени ограниченное практическое применение нашли только магнитные пески на грузинском побережье Черного моря, которые используются в лечебных целях как физиотерапевтическое средство на курорте Уреки.

На черноморском побережье Украины, где обнаружены пока только небольшие скопления магнитного песка, необходимо проводить целенаправленные геолого-геофизические работы по выявлению его россыпей. Разработка россыпей может осуществляться без нарушения природного ландшафта при помощи устройства для извлечения магнитовосприимчивых минералов, разработанного НИПИОкеанмаш и ОМГОР ННПМ НАН Украины [33].

Морской магнитный песок пока не является товаром, но будет очень дорогим в будущем.

Благодарности. Авторы благодарны начальнику минералогической лаборатории Серее В.В. за выполнение минералогических и гранулометрических исследований, начальнику химико-аналитической лаборатории Орлюк З.В. за химический анализ образцов (Центральная лаборатория ПДРГП “Північгеологія”), сотруднику кафедры геофизики геологического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко Попову С. за термоманитный анализ образцов. Особую признательность выражаем доктору геол.-мин. наук, главному научному сотруднику Института геофизики им. С.И. Субботина О.М. Русакову за плодотворные дискуссии и обсуждение отдельных положений статьи.

1. *Абих Г.В.* Месторождение магнитного железняка на берегу Черного моря (реки Суца, Катамба) // Горн. журн.— 1856.— Ч. 3.— С. 10–15.
2. *Азбунов М.В.* Античная лоция Черного моря.— М.: Наука, 1987.— 156 с.
3. *Алексеев Л.Г., Корнеев А.В.* Эластичные магнитные материалы.— М.: Химия, 1976.— 197 с.
4. *Барон Ю.М.* Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов.— Л.: Машиностроение, 1986.— 156 с.
5. *Бибик Е.Е., Алексеев А.К.* Уплотнения на феррижидкостях и элементы их расчета // Сб. Дисперсные системы и их поведение в электролитах и магнитных полях.— Л. 1976.— С. 22–27.
6. *Бибик Е.Е., Бузунов О.В.* Достижения в области получения и применения ферромагнитных жидкостей.— М.: ЦНИИ “Электроник”.— сер. 6, вып. 7.— 1979.— 660 с.
7. *Бирла Г.С., Хэмлин К.* Магнитотерапия. М.: Гранд, 2002.— 234 с.
8. *Габуния К.Н.* Магнитные пески Черноморского побережья // Минеральные ресурсы Грузии.— Тбилиси, 1933.— С. 132–137.
9. *Джанджава К.И., Яшвили Г.Е.* Инженерно-геологические условия шельфа Южной Колхиды в связи проблемой подводной добычи магнетитовых песков // Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии.— Тбилиси, 1977.— С. 140–146.
10. *Калинкин А.К.* Анализ конструкций магнитножидкостных уплотнений // Вопросы теории и расчета электрических машин и аппаратов. Иваново; Ивановский энергетический институт, вып. 6, 1975.— С. 280–282.

11. *Класен В.И.* О перспективах использования магнитной обработки сточных вод. // Водные ресурсы, 1981.— № 4.— С. 146–152.
12. *Класен В.И.* Омагничивание водных систем.— М.: Химия 1982.— 296 с.
13. *Коваленко В.П., Ильинский А.А.* Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений.— М.: Химия.— 1982.— 270 с.
14. *Кульский Л.А., Душкин С.С.* Магнитное поле и процессы водоподготовки.— Киев: Наукова думка, 1988.— 112 с.
15. *Кульский Л.А., Строкач П.П.* Технология очистки природных вод.— Киев: Вища школа, 1981.— 327 с.
16. *Курников Ю.А.* Теоретические и экспериментальные основы создания горно-транспортных средств с использованием полей постоянных магнитов: автореф. дисс. докт. техн. наук Днепропетровск, 1991.— 36 с.
17. *Курников Ю.А., Концур И.Ф., Паневник А.В.* Омагничивающие устройства для активации водных систем // Нефтяная и газовая промышленность, 1988.— № 4.— С. 29–31.
18. *Курников Ю.А., Концур И.Ф., Паневник А.В.* Активизация тампонажного раствора для повышения качества крепления скважин // М.: Нефтяное хозяйство, 1989.— № 6.— С. 29–31.
19. *Курников Ю.А., Сливной В.Н., Лейзан Л.И.* Исследование возможности использования магнитоэласта для конвейеров на магнитной подушке // Шахтный и карьерный транспорт.— М.: Недра, 1978.— Вып. 4.— С. 103–108.
20. *Курников Ю.А., Сливной В.Н., Лейзан Л.И.* Разработка эластичных магнитов с повышенными магнитными свойствами для ленты конвейера на магнитной подушке // Шахтный и карьерный транспорт.— М.: Недра, 1980.— Вып. 6.— С. 129–132.
21. *Курников Ю.А., Юрченко В.М., Сливной В.Н.* О кривой намагничивания магнитомягкой обкладки резинотканевой ленты // Механизация горных работ.— Кемерово; Кузбасский политехнический институт, 1975.— Вып. 75.— С. 280–282.
22. *Кусакин А.Б., Курников Ю.А., Концур И.Ф., Паневник А.В.* Результаты испытаний омагничивающих устройств для предупреждения солеотложений // Газовая промышленность, 1990.— № 7.— С. 33–34.
23. *Рабкин Л.И., Соскин С.А., Эпштейн Б.Ш.* Ферриты.— Л.: Энергия.— 1968.— 379 с.
24. *Сокольский Ю.М.* Омагниченная вода — правда и вымысел.— М.: “Химия”.— 1990.— 144 с.
25. Физические свойства горных пород и полезные ископаемые (петрофизика) — Под ред. Дортман Н.Б.— М.: Недра, 1976.— 528 с.
26. *Цветкова-Голева В.* Тяжки минерали в пясците от южного българского крайбрежие // Изв. Геол. ин-та БАН.— Сер. рудн.— 1975.— 23.— С. 77–81.
27. *Чирвинский П.Н., Ульянов А.А.* Черный песок реки Супсы на Кавказе. Известия Донского Политех. Института, 1928.— XI.— С. 1–11.
28. *Шляго Ю.И., Бибик Е.Е., Евстишенков В.С.* Применение магнитно-реологических жидкостей с абразивным наполнителем для обработки стекла // Стекло и керамика, 1978.— № 1.— С. 19–20.
29. *Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П.* Минеральные богатства Черного моря.— Киев: Изд-во Карбон-Лтд, 2004.— 278 с.
30. *Шнюков Е.Ф., Белодед Р.М., Цемко В.П.* Полезные ископаемые Мирового океана.— Киев: Наук. думка, 1979.— 256 с.
31. *Штокман И.Г.* Основы создания магнитных транспортных установок. М.; Недра, 1972.— 192 с.
32. *Haage R.* Beitrage zur kenntnis der schwarzen sande von Burgas // Berg. Deutsch. Ges. Geolwiss. B. Miner. Lagerstätten.— 1968.— № 5.— P. 13–20.
33. *Патент (II) № 17651 от 20.01.97 г.*
34. <http://iv70.narod.ru/IV/2/1hist.htm>

35. <http://www.taboo.ru/adjara/rus/facts.shtml>
36. <http://www.chemport.ru/pertable/elinfo.php?el=22>
37. <http://a-epatko.nightmail.ru/valaam.htm>
38. http://forum.alterlogo.ru/logo/kamchatka_2002.htm
39. <http://doklad.ru/monika/doklad/view/zip-2739-15.html>

В статті вперше узагальнено результати магнітно-мінералогічних досліджень магнітних пісків узбережжя Чорного моря. Сформульовано визначення магнітного піску. Дано рекомендації щодо практичного застосування магнітного піску.

For the first time the paper generalizes magnetic-mineralogical studies of magnetic sand from the Black sea coast. Definition of magnetic sand is formulated. Recommendations are prepared to use magnetic sand for practical purposes.

УДК (551.435.3:551.468.1):(624.136:504.4.058))(477.75+262.54)

А.А. Пасынков¹

К ВОПРОСУ О ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ И РАЙОНЕ ОСТРОВА КОСА ТУЗЛА

В статье рассмотрены проявления литодинамических процессов в Керченском проливе и в районе острова Коса Тузла. Строительство дамбы изменяет сложившееся природное динамически равновесное состояние профиля морского дна, что приведет к нарушению природного баланса наносов.

Морская береговая зона и акватория Керченского пролива являются ареной непрерывно и активно развивающихся эндо- и экзогеодинамических процессов. Ретроспективный анализ географического положения береговой линии и островных систем в акватории пролива указывает на их постоянное изменение в исторически непродолжительный временной период.

Первыми схематическими морскими картами Керченского пролива являлись карты Страбона и итальянских мореплавателей (1318 г). На этих картах в акватории пролива был выделен только один остров, а косы Тузла не существовало или ее размеры были незначительны. Средневековые карты (Крюйса, 1699, Шхонбека, 1701, Нестерова, 1703, Биллингса, 1797) дают некоторое представление о динамике развития островов пролива и, в частности, района Тузлы. На протяжении этого периода времени коса неоднократно изменяла свои очертания, то составляя единое целое, то распадаясь в систему островов, простирающихся от Таманского залива в сторону мыса

© А.А. Пасынков¹:

¹ Южный отдел Украинского государственного геологоразведочного института.