

Г. И. БУШИНСКИЙ

**О КЛАССИФИКАЦИИ ФОСФОРИТОВ**

(Представлено академиком А. Н. Заварицким 26 VI 1944)

В 1888 г. R. Penrose<sup>(10)</sup> разделил все фосфориты на четыре группы: 1) аморфные желваковые фосфориты, 2) слои фосфатных известняков, 3) гуано и 4) костяные слои. В основном эта классификация сохранилась до сих пор и подверглась лишь детализации. «Слои фосфатных известняков» впоследствии стали называться пластовыми фосфоритами.

Первая классификация русских фосфоритов была предложена Энгельгардтом в 1891 г.<sup>(8)</sup> Все желваковые фосфориты (пластовые тогда не были известны) он разделил на три типа: 1) кварцево-песчанистые, 2) глауконитово-песчанистые и 3) плотные. Последние были затем переименованы в глинистые.

К настоящему времени, особенно за последние годы, накопилось много нового материала<sup>(2-5, 9)</sup>, который позволяет дать более широкую классификацию.

Фосфатное вещество фосфоритов состоит из минералов, имеющих кристаллическую решетку типа апатита, а именно — фтороapatита, гидроксилapatита, карбонатапатита-подолита и карбонат-фтороapatитов<sup>(2, 5, 9)</sup>. К последним относится мало изученная в структурном отношении, но весьма распространенная в природе группа минералов, как франколит (синоним — штаффелит) и его скрытокристаллическая разновидность — коллофан с одной стороны и курскит с другой. Каждый из этих минералов образуется только в строго определенных геологических условиях.

Преимущественно гидроксилapatитом и отчасти фтороapatитом сложены так называемые островные фосфориты, которые распространены на островах южных морей. Эти фосфориты образовались на суше в результате разложения гуано. В минералогическом отношении они еще слабо изучены.

Фтороapatитом и карбонатапатитом (подолитом или даллитом) сложены конкреционно-лучистые фосфориты силура Подолии (табл. 1) и меловых отложений Вайоминга в США. Как те, так и другие залегают в глинистых сланцах морского происхождения. Эти фосфоритные конкреции снаружи гладкие или бугорчатые, а в центре имеют звездообразную полость. Минералогическое отличие конкреционно-лучистых фосфоритов заставляет выделить их в самостоятельный тип.

В отношении состава фосфатных минералов, слагающих пластовые и конкреционные или желваковые фосфориты, пока еще нет единства мнения. Оптические свойства ( $\epsilon$ ,  $\omega$ ;  $\omega - \epsilon$ ) и рентгенограммы их не обнаруживают различия\*. Однако большое число выполненных за последние годы подробных химических анализов, сопровождавшихся пет-

\* Курскит имеет обычно более высокое двупреломление, чем штаффелит.

рографическим изучением, показывает, что содержание  $\text{CO}_2$  в конкреционных фосфоритах во всех случаях больше, чем в пластовых, и находится в определенных соотношениях к  $\text{P}_2\text{O}_5$  (табл. 1). Здесь имеются в виду относительно чистые фосфориты, в которых под микроскопом не обнаружено карбонатов.

Таблица 1  
Содержание важнейших компонентов в типовых морских фосфоритах

Компоненты	Пластовые			Конкреционные			Конкреционно-лучистые	
	Вольск	Кара-тау	Айдахо, США	Егорьевск	Брянск	Егорьевск*	Подолія	
$\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .	34,82	33,33	32,24	24,86	19,99	31,39	36,18	36,81
$\text{CaO}$ . . . . .	50,07	46,64	45,96	39,33	29,82	49,55	49,79	49,65
$\text{CO}_2$ . . . . .	2,73	2,09	1,80	4,36	3,88	5,34	4,43	0,33
F . . . . .	3,44	2,89	3,40	2,55	2,06	3,61	0,57	2,21
$\text{CO}_2 : \text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .	0,08	0,06	0,06	0,17	0,19	0,17	—	—

\* Фосфатизованная древесина из порландского фосфоритного слоя.

В классификации Н. Д. Смирнова (6) нетрудно заметить, что среди усвояемых оказались все конкреционные фосфориты, а среди трудноусвояемых — пластовые. Не вполне ясен только вопрос с фосфоритами Алжира. Далее, вегетационные опыты с овсом на подзолистой почве Долгошрудного опытного поля в 1926 г. показали, что фракции  $< 0,05$  мм фосфоритной муки конкреционных фосфоритов дали урожай 17—22 г на сосуд, а пластовых 8—10 г на сосуд (7).

Таблица 2  
Сравнительная таблица особенностей типовых морских фосфоритов

Особенности	Типы фосфоритов		
	Пластовые	Конкреционные	Конкреционно-лучистые
Фосфатный минерал	Коллофан	Курскит	Даллит-апатит
$\text{CO}_2 : \text{P}_2\text{O}_5$ , весовое	$0,08 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,03$	—
Содержание $\text{P}_2\text{O}_5$ в фосфорите, %	обычно 30—37	обычно 10—30	36—37
Количество примесей	обычно мало	обычно много	весьма мало
Оолитовая структура	обычно	редко	отсутствует
Органические остатки	редки	обычны	весьма редки
Глауконит	редко	часто	отсутствует
Доломит	обычен	отсутствует	отсутствует
Место накопления	обычно геосинклинали	обычно платформенные	—
Мощности пластов	обычно большие (до 17 м)	обычно малые (до 1,5 м)	рассеянные конкреции
Усвояемость сырой фосфоритной муки растениями	трудноусвояемые	усвояемые	трудноусвояемые
Промышленная переработка	химическая переработка	размол в муку	химическая переработка

Эти факты, а также ряд других особенностей, сведенных в табл. 2, заставляют считать, что коллофан и курскит остаются, если не различными видами, то, по крайней мере, разновидностями карбонат-фтор-апатита. Как правило, конкреционные фосфориты совместно с пластовыми не образуются и одни в другие не переходят. Так называемые фосфоритные плиты (курская, актюбинская, егорьевская и др.) состо-

ят из фосфоритных конкреций, сцементированных фосфатом, и относятся к конкреционным фосфоритам.

В основу предлагаемой классификации (табл. 3) положен генетический принцип. Для морских химически осажденных фосфоритов этот принцип не удалось выдержать и пришлось прибегнуть к различиям в структуре и текстуре. С этими различиями связано так много других важных особенностей (табл. 2), что, несомненно, при дальнейшем изучении фосфоритов будут выяснены породившие эти особенности определенные генетические факторы, которые смогут стать генетическим классификационным признаком.

Таблица 3  
Классификация фосфоритов

		Фосфориты	Примеры месторождений	Фосфатный минерал
Морские	Химически осажденные	пластовые	Вольск, Хопер, Кара-тау, Скалистые горы США	коллофан (франколит)
		желваковые (конкреционные)	Егорьевск, Курск, Актюбинск, Южная Каролина	курскит
		конкреционно-лучистые	Подолия, Готланд, Вайоминг (США)	даллит-фторapatит
	Органогенные	оболовые костяные	Эстония Самостоятельных м-ний нет	коллофан коллофан-курскит (?)
Континентальные	Органогенные	костяные	Эльдарская степь	гидроксилапатит-коллофан
	Органогенно-метасоматические	островные пещерные	Науру, Кюрасо Австрия, Южная Африка	гидроксилапатит, оксиапатит, коллофан и другие
	Метасоматические	—	Флорида hard-rock Теннесси white-rock	коллофан
Переработанные	Гидротермальные	—	Антоново-Липовское (Урал), Эстремадура (Испания)	франколит
	Остаточные	—	Сызрань (Батраки), Ю. Каролина (США)	различный
	Переотложенные	—	Подолия, Флорида land pebble	различный
	Метаморфические	—	Тешик-гас (Кара-тау)	фтор-апатит

Дальнейшие подразделения фосфоритов удобно производить по составу примесей, что уже давно начато А. Н. Энгельгардтом (8) и продолжено А. Д. Архангельским (1).

Поступило  
26 VI 1944

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Д. Архангельский, Фосфориты СССР, сборник, стр. 23, 1927.  
<sup>2</sup> И. Борнеман-Старынкевич и Н. Белов, ДАН, XXVI, 8, 811 (1940).  
<sup>3</sup> Г. И. Бушинский, Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 14 (2) (1936), 15 (5) (1937); 16 (4) (1938). <sup>4</sup> Г. И. Бушинский, Агрономические руды СССР, 6 (1941). <sup>5</sup> А. В. Казаков, Тр. Научного ин-та по удобр., вып. 145 и 139 (1937). <sup>6</sup> Н. Д. Смирнов, Фосфоритоведение, сборник, стр. 104, 1935. <sup>7</sup> Н. Д. Смирнов, Фосфорные удобрения и их качества, сборник, стр. 221, 1938.  
<sup>8</sup> А. Н. Энгельгардт, Фосфориты и сидерация, 1891. <sup>9</sup> D. Massonell and J. W. Gruner, Am. Mineralogist, 25, 157 (1940). <sup>10</sup> R. Penrose, U. S. Geol. Surv., 46 (1888).