

УДК 549

## Особенности химического и минерального состава различных типов фосфоритов Бельской впадины Предуральяского прогиба

*Малофеева Л.П.*

*Институт геологии и геохимии УрО РАН (ИГиГ УрО РАН)*

Фосфориты в южной части Предуральяского прогиба (ПП) известны с 20 гг. прошлого столетия, неоднократно предпринимались попытки поисков их промышленных залежей. Одно из месторождений – Ашинское – долгое время эксплуатировалось и в настоящее время выработано. Тем не менее, возможность обнаружения промышленных залежей фосфоритов целого ряда известных типов месторождений остается и изучение этого важного вида минерального сырья на плотно населенной территории, обеспеченной развитой дорожной сетью, является весьма актуальным.

В рамках работы исследован минеральный и химический состав двух типов рудопроявлений фосфора, различных по возрасту и механизму образования. Первый тип - конкреционные фосфориты позднегжельского-раннеассельского возраста, приуроченные к центральной части Бельской впадины, изучен на примере опорного разреза «Красноусольский» (район города Красноусольский, Башкортостан). Конкреции фосфоритов размером от 1,8 до 10 см округлой, эллипсоидной, уплощенной формы обнаружены в слое глинистых мергелей, соответствующий гжельскому ярусу верхнего карбона. Второй тип - жильные фосфориты артинского возраста, распространенные в мощных органогенных постройках, которые протягиваются на расстояние около 20 км вдоль окраины Русской платформы. В рамках работы рассмотрен массив Шах-Тау (район города Стерлитамак, Башкортостан), сложенного ассельскими, сакмарскими известняками; возраст секущих фосфорсодержащих жил на основании определения конодонтов и фузулинид принят как артинский ярус нижней перми [Чувашов Б.И. и др., 1995]. Образование жил фосфорсодержащих пород рифогенного массива Шах-Тау представляется аналогичным образованию непунических даек. Породы жил имеют характерную полосчатость, отвечающую постепенному расширению трещины.

Породы этих типов по содержанию фосфора относятся к фосфоритам высокого качества – содержание  $P_2O_5$  в пределах 14,82-37,81%.

Наиболее частыми минеральными компонентами фосфоритов являются кварц, кальцит, халцедон, пирит, гидроксиды железа. Чаще встречаются следующие минеральные ассоциации: апатит-карбонатные; апатит-кремнистые; апатит-карбонат-

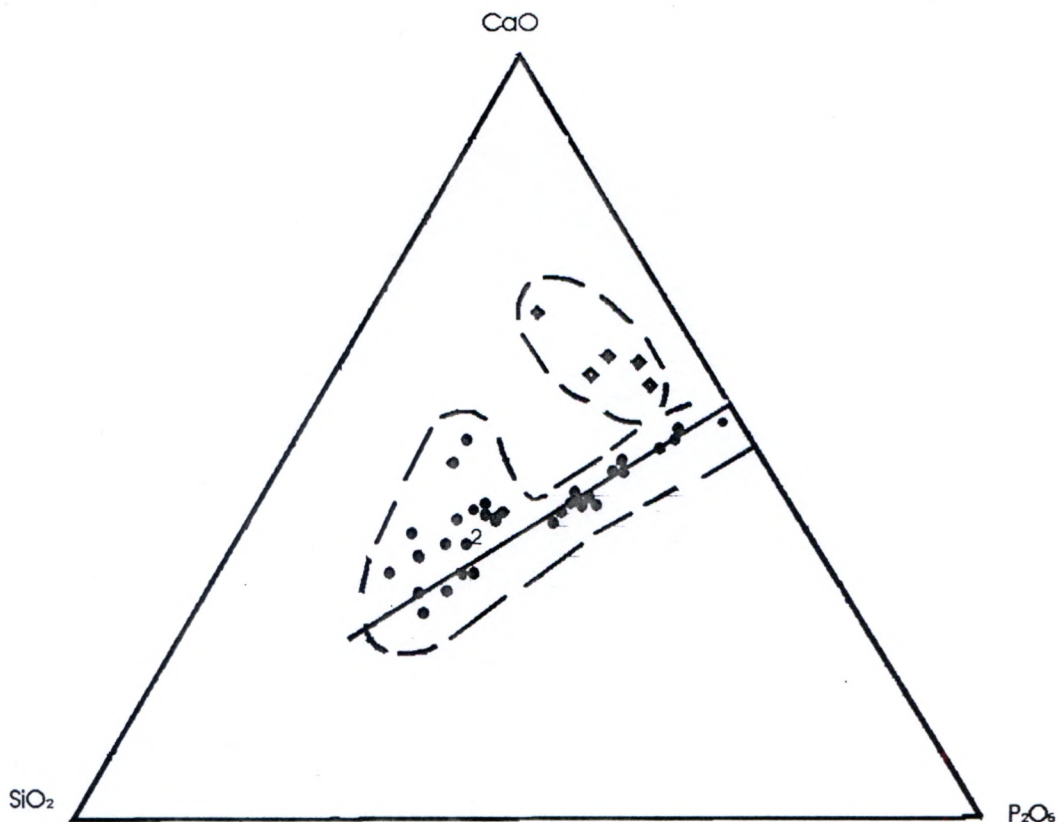


Рис. 1. Диаграмма состава фосфорсодержащих пород Бельской впадины Предуральяского прогиба в координатах  $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$ .

1- поле точек жильных фосфоритов г. Шах-Тау (Башкортостан).

2- составы конкреционных фосфоритов разреза «Красноусольский» (Башкортостан).

кремнистые. Соотношение макрокомпонентов этих минералов пород отражены на треугольной диаграмме  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$  (рис. 1.).

Все анализы разбиваются на два поля точек, соответствующих различным по механизму образования типам фосфоритов. Первое поле характеризует состав желваковых фосфорсодержащих пород. Они занимают центральную часть треугольной диаграммы, соответствующую пропорциональному соотношению оксидов. В пределах поля выделяется полоса точек, расположенных субпараллельно одной из биссектрис треугольника. Устанавливается отчетливый тренд снижения количества  $\text{SiO}_2$  в зависимости от пропорционального нарастания суммы  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{CaO}$ , отражающей увеличение в пробе количества апатита.

Во второе поле диаграммы попадают анализы жильных фосфоритов. Область их расположения свидетельствует о высоком количестве карбонатной составляющей (смещение поля в вершину треугольника  $\text{CaO}$  относительно точки состав апатита) и незначительной роли в составе кремнистых минералов, что подтверждается при изучении шлифов пород.

Аналогичные выводы о количестве карбонатов в пробах жильных пород, можно сделать при рассмотрении соотношения  $\text{CO}_2 - \text{Cl}^- - \text{F}^-$ . Все составы жильных пород тяготеют к вершине треугольника  $\text{CO}_2$ . В эту же область попадают анализы желваковых фосфоритов со значительным количеством карбонатов. В целом, наибольшее количество анализов (39 из 53) смещены в вершину, соответствующую 100%  $\text{F}^-$ .

Таблица 1

## Химический состав фосфоритов Бельской впадины Предуральяского прогиба

проба	А - 28(кр)	А - 28(ц)	Ш-А-2	Ш-Б-1	Ш-Б-1вн	Ш-Б-3	А-71ц	А-71кр	Ш-А-3ц	Ш-А-3кр	А-23кр	А-23ц
SiO <sub>2</sub>	35,1	25,75	4,1	9,3	4,86	9,28	19,8	23,4	6,4	6,4	18,63	13,2
TiO <sub>2</sub>	0,024	0,14	0,01	0,02	0,021	0,01	0,14	0,16	0,11	0,14	0,02	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,16	2,85	2,05	0,43	3,45	2,05	3,74	5,5	2,24	3,74	1,83	2,43
FeO	1,08	1,51	1,26	0,86	0,65	0,26	0,65	1,29	0,43	0,65	1,3	1,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,74	0,6	8,72	0,1	0,1	0,25	0,72	0,02	0,02	0,02	2,25	1,76
CaO	32,8	36,7	50,25	49,1	42,33	48,53	39,77	37,07	50,55	49,2	42,2	43,6
MgO	0,083	0,43	0,42	0,34	2,48	0,95	0,38	0,37	0,6	0,6	0,2	0,12
MnO	0,011	0,016	0,084	0,15	0,29	0,41	0,014	0,01	0,072	0,064	0,046	0,023
K <sub>2</sub> O	0,36	0,3	0,11	0,15	0,12	0,22	0,41	0,31	0,08	0,01	0,38	0,18
Na <sub>2</sub> O	1,13	0,66	1,07	1,58	1,34	0,64	0,66	0,72	1,08	1,08	0,86	0,74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25,06	27,9	19,3	21,75	20,05	12,06	30,3	28,22	25,9	29,8	29,93	32,85
п.п.п	1,44	3,59	12,64	15,8	17,9	25,25	3,73	2,62	12,72	7,93	1,91	3,39
сумма	99,99	100,45	100,0	99,48	100,42	99,9	100,31	99,68	100,2	99,62	99,56	100,03
F	2,65	1,41	4,7	2,64	3,05	3,85	3,59	2,26	0,43	0,76	1,51	3,01
Cl	0,1			0,6	0,1		0,15	0,35	0,1		0,5	0,35
CO <sub>2</sub> <sup>-</sup>				12,1	12,65				12,5	7,2		

**Примечание:** петрохимические силикатные анализы выполнены в химической лаборатории УНЦ УГГГА, аналитик Н.И. Пенкина. Всего выполнено 53 анализа.

**Пробы А-** конкреционные фосфориты (разрез «Красноусольский»);

**Ш-** жильные фосфориты г. Шах-Тау.

В пределах выделяемой области наблюдается некоторое количество проб двухкомпонентного F - Cl ряда (соотношение элементов 2,9:1); чаще присутствуют все три составляющие при ведущей роли фтор-иона. Ряд замещения CO<sub>2</sub> – F<sup>-</sup> разбивается на 3 участка, один из которых, как указывалось выше, относиться к пробам пород с высоким содержанием карбонатов (соотношение CO<sub>2</sub> – F<sup>-</sup> = 3,5:1); второй (отношение CO<sub>2</sub> – F<sup>-</sup> близко к 1:1) – пробы, в которых в поровых пространствах присутствуют как карбонаты, так и минералы кремнезема; третий – преимущественно кремнистое заполнение (соотношение CO<sub>2</sub> – F<sup>-</sup> = 1:2,2 и выше, до 100% фтористых разновидностей).

Таким образом, в фосфоритах Бельской впадины ведущую роль в составе играет фторапатит с подчиненным количеством хлорапатита, причем последним может присутствовать как самостоятельный минерал (пробы с высоким содержанием Cl), а также образовывать изоморфный ряд с фторапатитом при замещении ионом хлора некоторого количества фтора в анионной части минерала.

Петрохимические силикатные анализы фосфоритов показали высокое количество в их составе Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (от 0,43 до 8,5 %) при относительно низких содержаниях K<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O. Соотношения этих оксидов выявляет натрий-алюминиевую специализацию при смещении поля в область повышенных содержаний Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, и хотя K<sub>2</sub>O присутствует во всех пробах, влияние его на общую картину распределения точек незначительно. Количество натрия, алюминия, калия и их соотношение в жильных фосфоритах аналогично распределению этих компонентов в конкрециях – в отличие от предыдущих случаях самостоятельного поля точек не образуется.

Концентрически зональное строение конкреций и полосчатость образцов жильных фосфоритов позволяет предполагать и неоднородность породы по химическому составу. Для подтверждения этого факта при подготовке химических проб в нескольких образцах были взяты навески из краевых и центральных частей. Петрохимический анализ выявил следующие закономерности:

---

---

В желваковых фосфоритах по направлению от центра к периферии увеличивается количество  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  с одновременным снижением  $CaO$  и  $P_2O_5$ , что, очевидно, связано с уменьшением количества апатита по мере разрастания конкреции. В жильных фосфоритах по мере удаления от центра жилы увеличивается количество  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $FeO$ .

При этом  $CaO$  может как увеличиваться, так и уменьшаться. Количество  $Fe_2O_3$  остается постоянным. Увеличение содержания фосфора объясняется тем, что в полость постепенно поступают пластичные осадки более богатые апатитом, а затем в составе осадков увеличивается количество примесных минералов, что влечет за собой понижение фосфатности.

#### Выводы:

1. Фосфорсодержащие породы Бельской впадины Предуральяского прогиба по содержанию  $P_2O_5$  относятся к фосфоритам высокого качества.
2. В составе пород преобладают аутигенные минералы, такие как фторапатит, кальцит, кварц, халцедон, пирит.
3. По химическому составу фосфориты Бельской впадины подразделяются на два типа: 1- собственно фосфатные (конкреционные фосфориты позднежелтецкого-раннеассельского возраста), 2 – карбонатно-фосфатные (жильные фосфориты артинского возраста).
4. В фосфоритах обоих типов выявлена зональность по содержанию  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$ , отвечающая концентрически зональному строению конкреций полосчатости образцов жильных фосфоритов.

#### Литература

*Чувашов Б.И., Пруст Ж.Н., Буассо Т., Веннан Е., Черных В.В.* К истории формирования Стерлитамакских шиханов (раннепермские рифовые массивы Южного Предуралья). Ежегодник- 1995/ Институт геологии и геохимии им. академика А. Н. Заварицкого: Информационный сборник научных трудов. Екатеринбург: УрО РАН, 1996, с. 25-34.