



# ФОСФАТЫ

Авторы: Л. Ю. Аликберова

---

ФОСФАТЫ, соли и сложные эфиры кислородных кислот фосфора(V).

Из солей – неорганич. Ф. – различают ортофосфаты и полимерные (конденсированные) Ф. Последние подразделяют на полифосфаты с линейным строением фосфат-аниона, метафосфаты с кольцеобразным (циклическим) строением фосфат-аниона и ультрафосфаты с сетчатой разветвлённой структурой фосфат-аниона. Ортофосфаты – соли ортофосфорной кислоты  $H_3PO_4$ .

Однозамещённые или дигидроортофосфаты содержат анион  $H_2PO_4^-$ , растворимы в воде; из двух- и трёхзамещённых ортофосфатов, содержащих соответственно гидроортофосфат-анион  $HPO_4^{2-}$  и ортофосфат-анион  $PO_4^{3-}$ , растворимы только соли щелочных металлов и аммония. Трёхзамещённые ортофосфаты термически устойчивы (кроме Ф. с катионами  $NH_4^+$ ,  $Hg^{2+}$ );  $Ca_3(PO_4)_2$  заметно диссоциирует при темп-ре выше 2000 °С. При нагревании гидро- и дигидроортофосфатов происходит их дегидратация с образованием полимерных (линейных или кольцевых) фосфатов.

Все минералы фосфора представляют собой ортофосфаты (см. [Фосфаты природные](#)). В пром-сти растворимые в воде ортофосфаты получают взаимодействием  $H_3PO_4$  с гидроксидами, хлоридами, карбонатами металлов или аммиаком; труднорастворимые ортофосфаты – с использованием реакций обмена.

Полимерные Ф. разл. структурных типов могут быть описаны формулами:  $M_{n+2}P_nO_{3n+1}$  (линейные полифосфаты) или  $M_nP_nO_{3n}$  (кольцевые, или циклич. метафосфаты).

Свойства полимерных Ф. зависят от природы катиона, строения фосфат-аниона, значения n, структуры и др. Так, растворимость линейных полифосфатов, как правило, падает с увеличением степени полимеризации, но может быть увеличена

путём модифицирования полифосфатов, напр. изменением скорости охлаждения расплава. Полимерные Ф. (линейные и кольцевые) получают в осн. термич. дегидратацией гидро- и дигидроортофосфатов или нейтрализацией соответствующих поли- или метафосфорных кислот. В пром. масштабах эти способы используют для получения дифосфата (пирофосфата) натрия  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , триполифосфата натрия  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ , а также полимерных метафосфатов (натрий-фосфатные стёкла, метафосфат калия и др.). Среди циклич. метафосфатов хорошо изучены тримета-, тетрамета-, гексамета- и октаметафосфаты. Ультрафосфаты – как правило, аморфные, стеклообразные вещества, гигроскопичные, легко гидролизующиеся на воздухе с образованием поли- и метафосфатов. Последние в присутствии большого количества воды могут гидролизироваться за счёт полного расщепления связей  $\text{P}-\text{O}-\text{P}$  вплоть до образования ортофосфатов. Ультрафосфаты образуются в результате термич. дегидратации смеси ортофосфатов с фосфорными кислотами оксидом фосфора(V).

Ф. кальция, аммония, калия и др. широко применяют в качестве фосфорных удобрений и кормовых добавок в животноводстве. Ф. натрия и калия – компоненты жидких и порошкообразных моющих средств и ПАВ при буровых работах, в цементной, текстильной пром-сти при подготовке шерсти, хлопка к белению и крашению. Ф. используют в качестве пищевых добавок, входят в состав эмалей, глазурей, стёкол, огнестойких материалов (антипирены), мягких абразивов. Кристаллич. гидроортофосфаты калия и аммония – сегнето- и пьезоэлектрики. Ф. применяют в металлургии при фосфатировании поверхности металлич. изделий с целью увеличения их коррозионной стойкости, в фармацевтич. пром-сти при изготовлении лекарственных препаратов, зубных паст и порошков.

Из эфиров фосфорных кислот – органич. Ф. – наиболее известны одно-, двух- и трёхзамещённые ортофосфаты, соответственно первичные  $\text{ROP}(\text{O})(\text{OH})_2$ , вторичные  $(\text{RO})_2\text{P}(\text{O})\text{OH}$  и третичные  $(\text{RO})_3\text{PO}$  (где R – алкил, арил или гетероциклич. радикал).

Общий метод получения органич. Ф. – взаимодействие  $\text{POCl}_3$  со спиртами или фенолами (см. также [Фосфорилирование](#)). Органич. Ф. применяют в качестве пестицидов, флотореагентов, теплоносителей, модифицирующих добавок для

пластмасс, как присадки к маслам, экстрагенты и др. Некоторые органич. Ф.

([аденозинфосфорные кислоты](#), [глюкозофосфаты](#), [нуклеиновые кислоты](#), [нуклеотиды](#), [фосфолипиды](#) и др.) выполняют важные функции в живых организмах.

## Литература

Лит. см. при ст. [Фосфор](#).