

ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЯ ФОСФАТОВ МАГНИЯ И ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ЦИКЛИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Кузнецова Ю.В., Вольхин В.В.

*Пермский Национальный Исследовательский Политехнический Университет, 614990, Пермский край,
г.Пермь, Комсомольский проспект 29
e-mail: julietta44perm@mail.ru*

Фосфаты магния и переходных металлов широко используются при производстве различных материалов и в конечном итоге попадают в отходы, которые еще не утилизируются в полной мере. В то же время, в природе сформировался и успешно функционирует круговорот Р и его соединений. Представляется целесообразным включение фосфоросодержащих отходов производства в природный круговорот Р.

При решении поставленной задачи приходится учитывать различие энергии связей в фосфатах ряда металлов, которые представлены водородными связями с участием молекул воды между тетраэдрическими анионами PO_4^{3-} или HPO_4^{2-} , и октаэдрическими катионами $\text{M}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$, где $\text{M}^{2+} = \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}$, и прочными ковалентными связями Р – О – Р между полиэдрами, например в пирофосфатах. Ортофосфаты, образованные за счет сетки водородных связей, поддаются превращениям за счет регулирования рН водных сред, но при переработке фосфатов с ковалентными связями приходится прибегать к гидролизу в более жестких условиях.

В качестве основного звена между техногенными и природными процессами может выступать $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (струвит) – удобрение пролонгированного действия. Проведено теоретическое обоснование и получено экспериментальное подтверждение взаимопревращения фосфатов $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (ньюберит). При этом показано, что ньюберит образуется в кислой среде, а струвит – в нейтральной и слабощелочной, и ионный обмен в динамических условиях позволяет осуществлять их обратимое количественное взаимопревращение. Обратимое превращение в водном растворе ионов $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}$ и $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-$ можно использовать для регулирования растворимости фосфатов ряда щелочно-земельных и переходных металлов и перевода их в форму $\text{MHPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $\text{M}^{2+} = \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Mn}, \text{Cu}$, а далее – для получения на их основе соединений типа $\text{MNH}_4\text{PO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $\text{M}^{2+} = \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Cu}, \text{Zn}$. Возможно регулирование форм струвита - $\text{MgMPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, где $\text{M}^+ = \text{NH}_4^+, \text{K}^+$. При ионном обмене в динамических условиях на его базе можно получить разные виды микроудобрений. Также есть возможность освобождения фосфатов от примеси токсичных ионов металлов, например ионов Ni^{2+} .