

Фазовые превращения, сопровождающие сорбционное поглощение ионов никеля(II) струвитом

© Кузнецова Юлия Вячеславовна, Вольхин* Владимир Васильевич,
Казаков⁺ Дмитрий Александрович, Леонтьева Галина Васильевна,
Носенко Елена Александровна и Шутова Анна Валерьевна

*Кафедра химии и биотехнологии. Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Комсомольский пр., 29. г. Пермь, 614990. Пермский край. Россия.
Тел./Факс: (342) 239-15-11. E-mail: vvv@pstu.ru; kazakovbiotech@mail.ru*

*Ведущий направление; ⁺Поддерживающий переписку

Ключевые слова: струвит, Ni-струвит, октагидрат ортофосфата никеля, вивианит, метастабильное состояние, вторичное зародышеобразование, перекристаллизация, фазовое превращение.

Аннотация

Исследованы условия образования струвита, $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$, в метастабильном состоянии и его последующая перекристаллизация, сопровождающаяся изменением морфологии кристаллов. Определяющую роль при этом проявляет пересыщение раствора по ионам, входящим в состав струвита. Введение в раствор на стадии перекристаллизации струвита ионов Ni^{2+} приводит к переходу их в фазу струвита. Соответствующее пересыщение раствора способствует сорбции ионов Ni^{2+} струвитом. Механизм сорбции соответствует изовалентному изоморфному обмену ионов $Mg^{2+} \rightleftharpoons Ni^{2+}$ на базе структуры струвита.

Теоретически и экспериментально показано, что при сорбции ионов Ni^{2+} струвитом возможно образование не только твёрдого раствора замещения, но и фазовое превращение струвита, обогащённого ионами Ni^{2+} , в вивианит – один из двух известных полиморфов структуры октагидрата орто-фосфата никеля – магна. Повышение температуры способствует фазовому превращению струвита в вивианит. При температуре кипения водной суспензии, включающей ионы Ni^{2+} и $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$, вивианит становится единственной твёрдой фазой в продуктах взаимодействия. Такой же результат получен при кипячении Ni – струвита в воде. Результаты рентгенофазового анализа и Фурье ИК – спектроскопии свидетельствуют в пользу образования твёрдых растворов замещения ионов $Mg^{2+} \rightleftharpoons Ni^{2+}$ на основе структуры вивианита, содержащего смесь ионов магния и никеля в своём составе.

На основе результатов эксперимента по сорбции ионов Ni^{2+} струвитом подтверждена возможность фазового превращения струвита в вивианит при 45 ± 0.5 °С. Одновременно обнаружено, что фазовому превращению способствуют присутствующие в водной фазе анионы Cl^- и NO_3^- , но этот эффект в меньшей мере выражен у анионов SO_4^{2-} . Катионы NH_4^+ в водной фазе, наоборот, способствуют стабилизации струвита. Фазовый переход струвита в вивианит приводит к повышению мольного отношения $(Ni + Mg) : P$ в твёрдой фазе и в определённых условиях вызывает обогащение вивианита никелем.

Образование более стабильной фазы вивианита и возможность дополнительного поглощения ионов Ni^{2+} при фазовом превращении могут благоприятно влиять на эффективность использования струвита в качестве мелиоранта стабилизатора при ремедиации почвы, загрязнённой тяжёлыми металлами.