

Keywords: management, tenement house, support infrastructure, competition.

Прокофьев Константин Юрьевич — ассистент кафедры «Организация строительства и управление недвижимостью» ФГБОУ ВПО ПсковГУ, +7 (8112) 79-78-92, tom8271@yandex.ru.

УДК 666.97

В. Н. Волков, М. Л. Давтян

СИНТЕЗ ФОСФАТА АЛЮМИНИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОУПОРНЫХ БЕТОНОВ

Осуществлен синтез фосфата алюминия двумя способами и определен химический состав полученных образцов весовым и фотометрическим методами. Проведено предварительное испытание полученных солей в качестве инициатора твердения кислотоупорных бетонов на основе жидкого стекла и установлено оптимальное массовое соотношение между компонентами сухой смеси, жидким стеклом и фосфатом алюминия.

Ключевые слова: синтез, фосфат алюминия, химический состав, инициатор, кислотоупорные бетоны.

При взаимодействии солей алюминия с растворимыми фосфатами образуется фосфат алюминия в виде трудно растворимого белого студенистого осадка $AlPO_4 \cdot xH_2O$. За счёт высокой адсорбционной способности осадка вместе с ним осаждаются побочные продукты реакции. При нагревании соли вода теряется и её полное удаление происходит при $t = 1200 - 1300$ °С, температура плавления около 2000 °С (Тихонов В. Н., 1971).

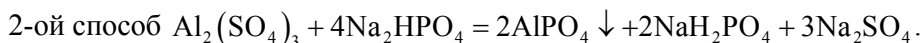
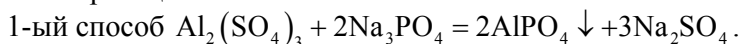
Фосфат алюминия растворим в минеральных кислотах и щелочах. Применяется в качестве катализатора дегидратации спиртов, для весового определения алюминия, является компонентом термостойких связующих и стекол.

Гель фосфата алюминия имеет высокую сорбционную активность, не токсичен, безвреден для человека и используется в качестве основы для получения антацидных и вакцинных препаратов (Патент РФ, 2000).

Из литературы (Субботкин, 1967) известно, что в производстве кислото- и огнеупорных цементов и бетонов применяется жидкое стекло. Для ускорения процесса твердения добавляется токсичный гексафторсиликат натрия $Na_2[SiF_6]$ (ПДК 1,0 мг/м³). В настоящее время вместо него в качестве инициатора твердения стали использовать фосфат алюминия. Однако, эффективность его действия, водостойкость кислотоупорных цементов зависит от способа получения $AlPO_4$, pH его водной суспензии и других факторов. Кроме того, фосфат алюминия поставляется в Россию, главным образом, из Германии и Китая и имеет высокую стоимость.

Целью работы является синтез и установление химического состава фосфата алюминия, а также изучение возможности его использования в качестве инициатора твердения кислотоупорных бетонов на основе жидкого стекла.

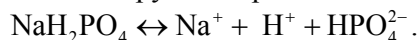
Для синтеза фосфата алюминия были использованы гранулированный сульфат алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ китайского производства, фосфат $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и гидрофосфат натрия $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ отечественного производства. Синтез фосфата алюминия проводили двумя способами по следующим уравнениям реакций:



По уравнениям реакций рассчитывали массы исходных веществ, необходимые для синтеза.

В обоих случаях осадок фосфата алюминия образуется в виде геля.

По второму способу в качестве побочного продукта получается дигидрофосфат натрия, который диссоциирует с образованием ионов водорода:



В результате этого суспензия имеет слабокислую реакцию. Состав геля можно выразить формулой $\{(\text{AlPO}_4)_n \cdot (\text{H}_2\text{O})_z \cdot m\text{HPO}_4^{2-} \cdot 2(m-x)\text{H}^+\}^{2x-} \cdot 2x\text{H}^+$.

Получение фосфата алюминия состоит из следующих стадий.

1. Готовили раствор 1:36,0 г сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 100 мл воды, нагретой до 70–80°C.

2. Готовил раствор 2: 41,1 г $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (или 77,4 г $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) растворяли в 100 мл воды, нагретой также до 70–80°C.

3. Раствор 2 постепенно приливали к раствору 1 в стакане на 250 л при перемешивании в течение ~10 мин. Образуется осадок геля фосфата алюминия во всем объеме раствора.

4. Осадок на фильтре промывали дистиллированной водой до отрицательной реакции на сульфат-анионы с хлоридом бария.

5. Осадок отфильтровывали, высушивали при температуре 110–140 °C и измельчали до порошкообразного состояния.

Наиболее удобным реагентом для весового определения алюминия является 8-оксихинолин (оксин) (Шарло, 1965). Алюминий количественно осаждается из слабокислых ацетатных растворов с образованием желто-зеленого кристаллического оксихинолината состава $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$. При этом он отделяется от щелочных и щелочноземельных металлов. Содержание алюминия (или Al_2O_3) вычисляли с использованием факторов пересчета: $\text{Al}/\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3 = 0,0587$ или $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3 = 0,1110$.

Определение фосфатов в полученных соединениях мы проводили фотокolorиметрическим методом, основанным на образовании комплексной фосфорномолибденованадиевой гетерополиоксидной кислоты желтого цвета. Реакция протекает по уравнению:



Для построения калибровочного графика готовили серию стандартных растворов KH_2PO_4 в мерных колбах на 50 мл с различными концентрациями

фосфат-анионов и добавлением определенных количества растворов ванадата аммония NH_4VO_3 и молибдата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$. Оптическую плотность (D) окрашенного раствора измеряли на фотоэлектроколориметре с зеленым светофильтром в области длин волн 435–480 нм и затем строили графическую зависимость в координатах D – C (PO_4^{3-}).

Для определения фосфатов навеску полученного вещества массой 0,3 г растворяли в мерной колбе на 100 мл с добавлением соляной кислоты и при нагревании. 1,0 мл исследуемого раствора переносили в мерную колбу на 50 мл и добавляли те же реактивы, что и в стандартные растворы. Полученный раствор разбавляли до метки дистиллированной водой и через 30 минут измеряли оптическую плотность. По калибровочному графику определяли концентрацию фосфат-анионов и рассчитывали их содержание в полученных соединениях.

Результаты анализа полученных солей следующие:

1-ый способ $\omega(\text{Al}) = 9,7 \pm 0,2\%$, $\omega(\text{PO}_4^{3-}) = 34,1 \pm 0,4$, формула $\text{AlPO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$;

2-ой способ $\omega(\text{Al}) = 8,6 \pm 2,3\%$, $\omega(\text{PO}_4^{3-}) = 32 \pm 1,5\%$, формула $\text{AlPO}_4 \cdot 10,5\text{H}_2\text{O}$

Как видно из представленных данных состав полученных солей различается только содержанием кристаллизационной воды.

Для приготовления кислотоупорной композиции мы использовали следующие материалы:

1) натриевое жидкое стекло (ЖС) как цементирующую основу;

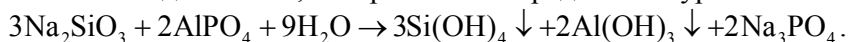
2) тонкомолотый кварцевый песок (маршалит) с размером частиц 0,001–0,02 мм в качестве наполнителя. Благодаря своей развитой поверхности тонкодисперсная фракция способна реагировать со щелочью ЖС, участвуя тем самым в процессе твердения;

3) кварцевый песок с размером частиц 0,15–0,6 мм в качестве наполнителя, который обеспечивает прочность и кислотостойкость бетона;

4) фосфат алюминия — инициатор процесса твердения.

Вначале готовили сухую смесь из маршалита, кварцевого песка и фосфата алюминия. Затем добавляли жидкое стекло и тщательно перемешивали.

Процесс твердение кислотоупорной композиции является коллоидно-химическим взаимодействием, которое можно представить уравнением:



Этот процесс начинается с момента затворения бетона жидким стеклом. Образуется гель кремниевой кислоты и гидроксида алюминия, который откладывается на поверхности зерен наполнителя, постепенно уплотняется и цементируется.

В результате предварительных испытаний мы установили, что массовое соотношение между маршалитом и кварцевым песком составляет 1:3. Расход ЖС на 1 кг сухой смеси составляет 200–220 г, добавка фосфата алюминия — 12–15 % от массы ЖС. Полное твердение наблюдалось через 5–6 часов.

Прочность полученных бетонов не зависела от способа получения фосфата алюминия. Однако, водостойкость бетона с использованием $AlPO_4$, полученного вторым способом, была заметно выше.

Использование фосфата алюминия вместо гексафторсиликата натрия позволяет производить экологически безопасные строительные материалы.

Литература

1. Способ получения геля алюминия. Патент РФ № 2149138. 2000.
2. Субботкин М. И. Курицина Ю. С. Кислотоупорные бетоны и растворы. М., 1967.
3. Тихонов В. Н. Аналитическая химия алюминия. М. : Наука, 1971.
4. Шарло Г. Методы аналитической химии. Л. : Химия, 1965.

V. N. Volkov, M. L. Davtyan

SYNTHESIS AND APPLICATION OF ALUMINUM PHOSPHATE IN THE PRODUCTION OF ACID-PROOF CONCRETES

Synthesis of aluminum phosphate was carried out with the help of two methods. The chemical composition of the test samples was defined with the help of gravimetric and photometric methods. The synthesized salts were examined in the preliminary test as an initiator of the solidification of the acid-proof concretes consisted of liquid glass. The optimal mass correlation between the constituents of the dry mix, liquid glass and aluminum phosphate was identified.

Keywords: synthesis, aluminum phosphate, chemical composition, initiator, acid-proof concretes.

Волков Владимир Николаевич — доцент кафедры «Химия» ФГБОУ ВПО ПсковГУ, канд. хим. наук, доцент.

Давтян Мкртыч Левонович — доцент кафедры «Инженерная защита окружающей среды» ФГБОУ ВПО ПсковГУ, канд. хим. наук, доцент.

УДК 534.22

С. С. Воронков

О СКОРОСТИ ЗВУКА В ГАЗАХ

Рассмотрены различные формулы для скорости звука в газах. Отмечается, что в потоке вязкого теплопроводного газа с поперечным сдвигом необходимо учитывать влияние диссипации энергии и теплообмена на скорость звука при анализе возникновения турбулентности.

Ключевые слова: скорость звука, вязкий теплопроводный газ, возникновение турбулентности.