

$$C_1 = f_1(x, \tau); \quad C_2 = f_2(x, \tau) ,$$

где C_1 – концентрация компонента в покрытии; C_2 – концентрация этого компонента в металле.

Распределение концентрации определяется дифференциальным уравнением диффузии для нестационарного потока и одномерной задачи.

$$\frac{\partial C_1}{\partial \tau} = D_1 \frac{\partial^2 C_1}{\partial x^2} \quad (\tau = 0; x < 1)$$

$$\frac{\partial C_2}{\partial \tau} = D_2 \frac{\partial^2 C_2}{\partial x^2} \quad (\tau = 0; x > 1)$$

где D_1 – коэффициент диффузии компонента в покрытии; D_2 – коэффициент диффузии компонента в металле.

Путем решения указанной системы с учетом краевых условий методом Лапласа получили:

$$C_{1(x=1)} = C_{2(x=1)} = \frac{\alpha}{1 + \alpha} ,$$

где $\alpha = \frac{D_1}{D_2}$.

Полученные уравнения позволяют определить распределение компонентов покрытия или подложки во времени на определенном расстоянии от плоскости раздела фаз.

УДК 661.152.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛИЙАММОНИЙФОСФАТА НА ЕГО СОСТАВ

Н.И. Воробьев, О.Б. Дормешкин, В.И. Шатило
(БГТУ, г. Минск)

Одним из перспективных видов минеральных удобрений являются бесхлорные водорастворимые комплексные удобрения. По данным Минсельхозпрода выявленная потребность тепличных хозяйств Республики Беларусь в водорастворимых бесхлорных удобрениях, в частности, в фосфате калия, оценивается в

515 т в год. В настоящее время он закупается по импорту по цене 1100–1300 у. е. за т.

На кафедре ТНВ и ОХТ в течение ряда лет ведутся интенсивные разработки конверсионного способа получения фосфата калия на основе продуктов отечественного производства. Конверсионный способ основан на обменном взаимодействии между дигидрофосфатом аммония и хлоридом калия по реакции



Как показал обзор литературных данных, а также результаты выполненного эксперимента, в системе $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4\text{--KCl--H}_2\text{O}$ кристаллизуется не чистый фосфат калия, а твердые растворы дигидрофосфатов калия и аммония переменного состава, именуемые калийаммонийфосфатом. Основные результаты выполненных исследований публиковались ранее.

Целью настоящей работы является изучение влияния условий проведения технологического процесса, в частности, влияния концентрации и соотношения исходных реагентов, режима кристаллизации и промывки на состав калийаммонийфосфата.

Исходные растворы фосфатов аммония получали путем выщелачивания аммофоса водой. Процесс конверсии заключался во взаимодействии полученного раствора с твердым хлоридом калия, количество которого изменяли от 50 до 150 %. Состав осадков после конверсии представлен в таблице 1.

Анализ влияния концентрации исходных растворов фосфатов аммония и нормы хлорида калия показывает, что при их повышении возрастает выход по P_2O_5 и калию. Кроме того, продукт, представляющий собой твердые растворы дигидрофосфатов калия и аммония, при увеличении нормы KCl обогащается фосфатом калия, а при повышении концентрации исходного раствора фосфатов аммония – фосфатом аммония. Это обусловлено тем, что для дигидрофосфатов калия и аммония характерен изоморфизм I рода, т. е. при кристаллизации из растворов они выделяются совместно, образуя смешанные кристаллы переменного состава, где возможно взаимозамещение ионов калия и аммония. Однако повышение нормы вводимого KCl сверх 100–125 % от

стехиометрии приводит к переходу хлоридов в твердую фазу, что влечет за собой резкое увеличение содержания хлора в продукте.

Таблица 1 – Химический состав осадка калийаммонийфосфата

Условия конверсии		Содержание компонентов в осадке (в пересчете на сухое вещество), %				Выход по калию, %	Выход по P_2O_5 , %
Содержание P_2O_5 в растворе фосфатов аммония, %	Норма KCl , % от стехиометрической	P_2O_5	NH_4^+	K^+	Cl^-		
16,0	75	53,80	6,36	15,80	2,60	37,67	54,66
	100	52,46	5,17	19,17	2,42	39,80	68,40
	125	52,59	3,71	20,97	2,49	40,08	76,40
	150	41,23	3,25	23,50	9,53	50,40	82,70
20,0	50	54,01	8,86	13,60	2,07	49,80	73,50
	75	49,36	7,20	16,22	2,95	52,15	77,80
	100	47,68	5,61	19,15	4,07	52,60	85,50
	125	40,96	4,06	23,68	9,70	60,80	86,00

Были проведены исследования по изучению влияния условий кристаллизации на форму и размеры кристаллов. Как показал электронно-микроскопический анализ, калийаммонийфосфат кристаллизуется в виде прочных сростков кристаллов – агрегатов. Форма и внешний вид сростков позволяют называть их друшми, т. к. призматические иглы, составляющие агрегат, имеют более или менее общее направление роста. Такая неровная внешняя форма агрегатов, высокая удельная поверхность не позволяют в полной мере удалить маточник с поверхности и внутренних полостей при фильтрации продукта, следовательно, с уменьшением размеров кристаллов возрастает влажность, что закономерно влечет за собой повышение содержания ионов аммония и хлора.

Как показали исследования по изучению влияния условий кристаллизации на крупность агрегатов, их размеры уменьшаются по мере повышения скорости охлаждения растворов, а также при увеличении скорости перемешивания раствора.

Введение стадии отмывки продукта, а также использование различных видов промывных жидкостей закономерно влечет за

собой изменение состава продукта. Осуществление процесса отмывки калийаммонийфосфата позволяет повысить качество продукта за счет снижения содержания в нем хлорид-иона (до 0,2-0,4 %).

Анализ характера изменения соотношения $K^+ : NH_4^+$ в калийаммонийфосфате в процессе отмывки позволяет сделать вывод, что в случае использования воды происходит растворение дигидрофосфата аммония, а продукт обогащается фосфатом калия. В то же время, при отмывке осадка раствором фосфата аммония соотношение $K^+ : NH_4^+$ в осадке снижается с 1,61 до 1,17. Это свидетельствует о частичном замещении фосфата калия в продукте фосфатом аммония.

На основании изложенного можно сделать вывод, что изменение технологических параметров процессов конверсии, кристаллизации и промывки позволяет регулировать химический состав продукта и, тем самым, варьировать соотношение питательных элементов в удобрении в соответствии с требованием потребителей.

УДК 661.183.6 + 549.691

ПОЛУЧЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНООБМЕННИКОВ НА ОСНОВЕ КАОЛИНА

Л.С. Ещенко, Г.М. Жук, В.А. Касилович

(БГТУ, г. Минск)

Неорганические ионообменники выгодно отличаются от синтетических ионообменных смол своей химической устойчивостью и уникальной способностью сорбировать даже следовые количества некоторых катионов и анионов, в том числе и радионуклидов из растворов сложного состава в широком интервале pH. В настоящее время удалось создать большое количество неорганических ионитов с высокой обменной способностью и селективностью, среди которых особое место занимают алюмосиликаты. К ионному обмену способны алюмосиликаты с трехмерной жесткой кристаллической решеткой, слоистые, волокнистые, аморфные. Алюмосиликаты с жесткой кристаллической структурой почти не