

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Копейкина А. Н.* Значение вторичных элементов питания для сельскохозяйственных культур // Хим. пром-сть за рубежом.— 1984.— № 1.— С. 26—43.
2. *Willaker G. W., Lundstrom F. O., Hendrich S. B.* Reaction between urea and gypsum // Ind. Eng. Chem.— 1933.— N 25.— P. 1280—1284.
3. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений и кормовых фосфатов.— М., 1975.— 215 с.

УДК 631.812

С. В. Плышевский, С. И. Кулешова

### ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ

Один из перспективных способов модифицирования минеральных удобрений с целью повышения коэффициента их использования — капсулирование гранул в полимерные оболочки и формирование на их поверхности труднорастворимых защитных покрытий [1]. Согласно требованиям, предъявляемым к гранулированным удобрениям, материал покрытия должен обладать механической прочностью, отверждаться при низкой температуре, быть концентрированным по содержанию питательных веществ.

В данной работе приведены результаты исследований по получению труднорастворимого защитного покрытия, содержащего магнийаммонийфосфат, известный как удобрение [2].

В качестве исходных веществ были использованы  $MgO$ ,  $Mg(OH)_2$ , каустический магнезит, термическая и экстракционная фосфорная кислота, 25%-ный раствор  $NH_4OH$ , аммофос, аммофосная пульпа. Взаимодействие указанных веществ осуществлялось в условиях, обеспечивающих образование магнийаммонийфосфата. Как показали данные рентгенофазового и ИК спектроскопического анализа, в композициях кроме  $MgNH_4PO_4 \times xH_2O$  и  $Mg(NH_4)_2(HPO_4)_2 \cdot 4H_2O$  присутствует также  $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ .

Для изучения свойств композиций образцы готовили по методике, изложенной в работе [3]. Физико-механические свойства образцов определяли по стандартным методикам [4], скорость растворения в воде — методом, описанным в работе [5].

Экспериментально установлено, что на свойства композиций большое влияние оказывает способ приготовления. Одновременное введение в реактор термической  $H_3PO_4$ , раствора  $NH_4OH$  и  $MgO$  приводит к получению сыпучего продукта. Интенсивность взаимодействия снижается при использовании  $H_3PO_4$ , частично нейтрализованной  $MgO$  или  $NH_4OH$ . При этом реакционная масса сохраняет свою подвижность. За счет изменения рН кислоты от 3,7 до 3,9 достигается образование тестообразной массы, отверждающейся в течение суток. Скорость отверждения массы возрастает при снижении степени нейтрализации  $H_3PO_4$ . Вязкость массы уменьшается при использовании  $H_3PO_4$ , аммонизированной до рН 4,5. Однако образцы, полученные из такой массы, после сушки при 373 К имели низкую прочность, обусловленную высокой пористостью материала.

Установленные прочностные характеристики образцов позволили сделать вывод о том, что лучшими являются покрытия на основе термической  $H_3PO_4$ ,  $MgO$  и раствора  $NH_4OH$ , взятых при молярных соотношениях  $MgO$  и  $P_2O_5$ ,  $NH_3$  и  $P_2O_5$ , равных 2:1 и (7÷8):1 соответственно. Зависимость предела прочности при сжатии  $\sigma_{сж}$  образцов от содержания в материале защитного покрытия магнийаммонийфосфата (рис. 1, кривая 2) показывает, что увеличение его массовой доли свыше 9—10% приводит к снижению прочности материала.

Исследовано влияние на свойства материала защитного покрытия соотношения магнийаммонийфосфата и  $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ . Готовили образцы с соотношением указанных соединений от 1:1 до 1:13. Массовая доля магнийаммонийфосфата в них уменьшается от 43,95 до 6,94%. Наибольшим пределом прочности при сжатии обладали образцы, включающие соединения в соотношении 1:13. Через 3 сут после их приготовления предел прочности достигал  $198,5 \cdot 10^5$  Па. Следовательно, возрастание прочности образцов обуславливается увеличением содержания в материале  $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ .

Аналогичные изменения прочности материала защитного покрытия наблюдались в композициях на основе  $MgO$ ,  $H_3PO_4$  и аммофоса. Однако предел прочности, равный  $269,8 \cdot 10^5$  Па, достигался при соотношении магнийаммонийфосфата и  $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ , равном 1:17.

В результате изучения открытой пористости образцов выявлено, что материал, твердеющий на воздухе,

имеет такую открытую пористость (5—15%), при нагревании — высокую пористость (до 36%).

При замене MgO каустическим магнезитом увеличивается продолжительность отверждения материала покрытия, взаимодействие компонентов сопровождается интенсивным газовыделением, вспениванием, что повышает пористость материала. По этой причине материал покрытия имеет более низкие прочностные характери-

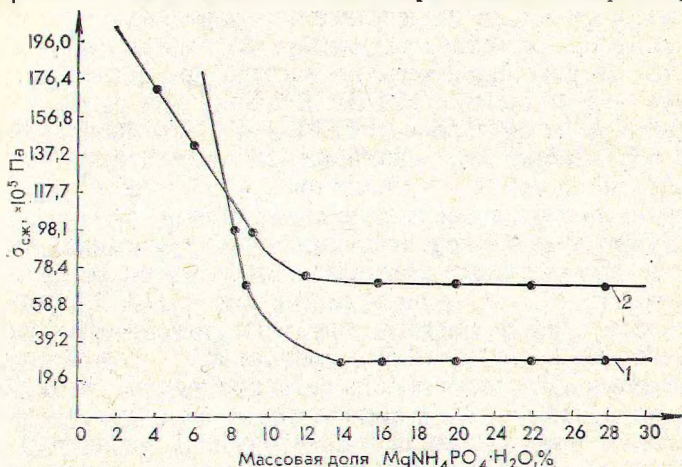


Рис. 1. Влияние природы аммонийсодержащего компонента на механическую прочность материала покрытия:  
1—материал на основе  $NH_4OH$ ; 2—на основе аммофоса

стики (рис. 2). Использование  $Mg(OH)_2$  вместо MgO снижает интенсивность взаимодействия компонентов, повышает пластичность массы. Максимальное значение  $\sigma_{сж}$  ( $142,2 \cdot 10^5$  Па) присуще композициям с молярным соотношением магнийаммонийфосфата и  $MgHPO_4 \times 3 H_2O$ , равным 1 : 10.

Исследование влияния количества  $H_3PO_4$  на свойства получаемого материала показало, что применение ее 20—30%-ных растворов предполагает последующую сушку образцов, ведет к увеличению сроков отверждения. Образцы имели низкую прочность. Замена  $H_3PO_4$  пульпой аммофоса, а также термической  $H_3PO_4$  на экстракционную снижает прочность материала покрытия.

Скорость растворения полученных материалов за-

щитного покрытия колеблется в зависимости от состава покрытия и при скорости потока 120 см/мин составляет 0,01—0,001 г/мин. Скорость растворения ниже у композиций на основе экстракционной  $H_3PO_4$ , а также пульпы аммофоса с высоким значением pH. У материала покрытия, полученного на основе  $MgO$ ,  $NH_4OH$  и термической  $H_3PO_4$  с молярным соотношением  $MgO$  и  $P_2O_5$ , равным 2:1, скорость растворения снижается по

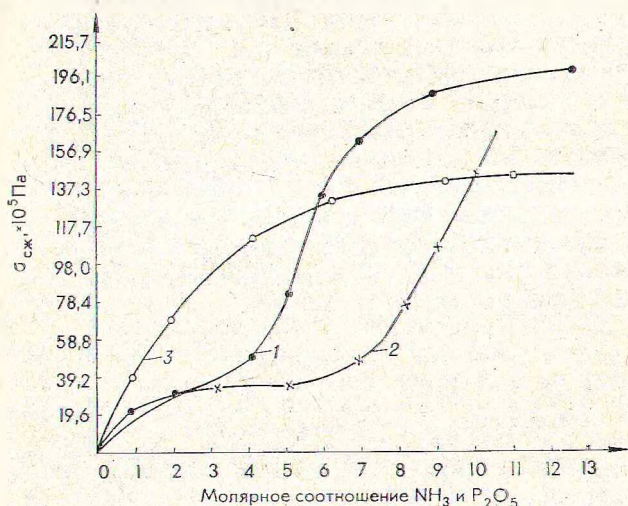


Рис. 2. Влияние природы магнийсодержащего компонента на механическую прочность материала покрытия:  
1—материал на основе  $MgO$ ; 2—на основе  $Mg(OH)_2$ ; 3—на основе каустического магнезита

мере уменьшения молярного соотношения  $MgO$  и  $NH_3$ . Причем с меньшей скоростью растворяются образцы, имеющие молярное соотношение  $MgO$  и  $NH_3$  1:1. Среди образцов, полученных из термической  $H_3PO_4$  и  $MgO$ ,  $NH_4OH$  либо  $MgO$  и аммофоса, каустического магнезита и аммофоса, в аналогичных условиях при молярном соотношении  $MgO$  и  $P_2O_5$  2:1 и  $NH_3$  и  $P_2O_5$  5:1 самую малую скорость растворения имеют образцы на основе каустического магнезита.

Анализ данных по растворимости образцов защитного покрытия позволил сделать заключение о диффузионном характере их растворения. В довольно широком

интервале скоростей потока растворителя наблюдается криволинейность изменения коэффициента растворения в зависимости от скорости потока растворителя.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при использовании традиционного сырья могут быть получены различные композиции, содержащие магнийаммонийфосфат, с необходимыми для защитных покрытий свойствами. В зависимости от вида сырья и соотношения исходных компонентов изменяются как фазовый состав, так и физические свойства материала защитного покрытия. Лучшими физико-механическими свойствами обладают материалы покрытия с преобладанием гидрофосфата магния.

Для технологии гранулированных удобрений с труднорастворимыми фосфатными покрытиями, включающими магнийаммонийфосфат, предпочтительны композиции на основе  $MgO$  и пульпы аммофоса [7], которые могут быть нанесены на гранулы удобрений в барабанных грануляторах путем попеременной обработки пульпой аммофоса и  $MgO$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шпекторов Г. Я., Позин Л. М., Михайлов В. И. Удобрения с регулируемой скоростью растворения.— М., 1983.— 47 с.
2. Корицкая Т. Д., Ремен Р. В. Магнийаммонийфосфат как комплексное удобрение // Журн. Всес. хим. об-ва.— 1962.— Т. 7, № 5.— С. 546.
3. Федоров Н. Ф. Вяжущие свойства на основе систем типа окись металла—кислота // Журн. прикл. химии.— 1968.— Т. 41, № 12.— С. 2753.
4. Лукин Е. С., Андрианов Н. Т. Технический анализ и контроль производства керамики.— М., 1975.— 271 с.
5. Здановский А. В. Кинетика растворения природных солей в условиях вынужденной конвекции.— Л., 1956.— 209 с.
6. Пенчева Л. А., Копылев Б. А., Позин М. Е. О скорости растворения некоторых минеральных удобрений // Изв. вузов. Химия и хим. технология.— 1967.— Т. 10, № 3.— С. 319.
7. А. с. 715563 СССР. Состав для защиты минеральных удобрений // С. И. Кулешова и др. (СССР).— № 2667971; Заявлено 22.06.70; Оpubл. 18.02.80, Бюл. № 6.— 1 с.