

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СМЕШАННЫХ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ

Одной из устойчивых мировых тенденций в производстве удобрений в последнее время является увеличение объёмов производства и потребления комплексных магнийсодержащих удобрений. Магний входит в состав хлорофилла, пектиновых веществ и фитина, что определяет его значение в жизни растений: участвует в передвижении фосфора в растениях, активизирует некоторые ферменты, ускоряет образование углеводов, влияет на окислительно-восстановительные процессы в тканях растений и образование плодов [1].

Возрастание применения высококонцентрированных удобрений, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и связанное с этим увеличение выноса питательных элементов, включая магний, делают задачу компенсации потерь магния все более актуальной.

Целью работы является разработка технологии получения магнийсодержащих комплексных удобрений по bulk-blending технологии и, как следствие, одной из основных задач являлось изучение физико-химических основ получения магнийсодержащих комплексных удобрений по bulk-blending технологии.

С целью изучения химических превращений изучены физико-химические закономерности процессов, протекающих на различных стадиях в тукосмесях, образующиеся на различных стадиях получения комплексных удобрений, так как именно они влияют на конечный состав и свойства комплексных удобрений.

Основная часть. Комплексные NPKMg удобрения получали смешением фосфорсодержащего компонента (аммофоса или аммонизированного суперфосфата), азотсодержащего компонента (карбамида), калийсодержащего компонента (хлорида калия) и магнийсодержащего соединения (сульфата магния, магнезита или доломита). Расчет соотношения исходных веществ проводили исходя из получения NPKMg удобрений сбалансированных марок, содержащих магний в количестве 5% в расчете на MgO. Данные представлены в таблице 1.

Получение удобрений осуществляли тремя способами, моделирующими стадии процесса получения смешанных удобрений: сухим смешением исходных веществ, смешением с добавлением воды и сушкой – при комнатной температуре и при 80°C.

Таблица 1 – Массы компонентов для приготовления многокомпонентных магнийсодержащих удобрений заданной марки

Номер удобрения Компоненты	I-1 Марка: 12,9:12,9: 12,9:5,0	I-2 Марка: 17,6:17,6 :17,6:5,0	I-3 Марка: 14,3:14,3 :14,3:5,0	II-1 Марка: 10,4:10,4 :10,4:5,0	II-2 Марка: 14,2:14,2 :14,2:5,0	II-3 Марка: 11,5:11,5 :11,5:5,0
Аммофос, г	25,8	35,3	28,6	-	-	-
Аммонизированный суперфосфат, г	-	-	-	34,6	47,5	38,4
MgSO ₄ ·7H ₂ O, г	31,4	-	-	31,4	-	-
Магнезит, г	-	6,1	-	-	6,1	-
Доломит, г	-	-	24,0	-	-	24,0
Карбамид, г	21,5	29,08	23,6	16,7	22,7	18,4
KCl, г	21,5	29,2	23,8	17,3	23,7	19,2

Полученные смешанные NPKMg удобрения исследовали методами химического и рентгенофазового анализа на содержание различных форм фосфора, азота, магния. Рентгенографическое исследование полученных удобрений проведено с использованием базы данных [2], химическое исследование – согласно установленным стандартам. Стоит отметить, что в образцах, полученных смешением исходных веществ (на основе аммофоса) с добавлением воды и последующей сушкой при температуре 80 °С, имеются полифосфаты.

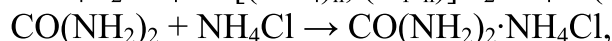
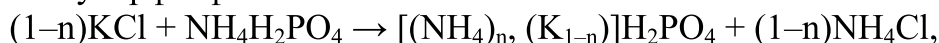
Таким образом, на основании полученных фаз предложен химизм получения NPKMg удобрений. Установлено, что на различных стадиях получения данных удобрений путем смешения с последующим увлажнением смеси и сушкой продукта протекает ряд конверсионных процессов.

На стадии сухого смешения в системах, включающих магнезит и доломит, взаимодействие между компонентами не происходит; в системе, включающей сульфат магния, происходит увлажнение смеси, очевидно, вследствие образования его соединения с карбамидом, содержащего меньшее количество кристаллизационной воды, чем в MgSO₄·7H₂O.

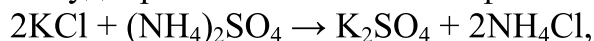
В присутствии воды конверсионные процессы протекают с участием всех NPK-содержащих исходных компонентов, а также сульфатов кальция и аммония-кальция, входящих в состав аммонизированного суперфосфата. Из соединений магния в реакции с компонентами смеси вступают сульфат и оксид; участие доломита в конверсионных процессах не обнаружено. Основными реакциями, которые могут объяснить наличие имеющихся фаз в синтезируемых удобрениях, являются взаимодействие хлорида калия с солями аммония и кальция с

образованием дигидрофосфата калия-аммония, сульфатов калия, калия-аммония и калия-кальция, хлорида аммония и его соединения с карбамидом:

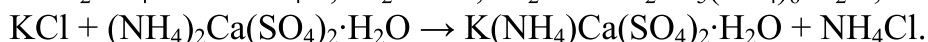
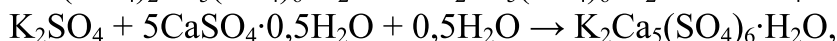
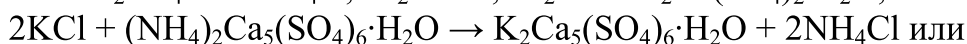
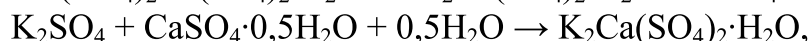
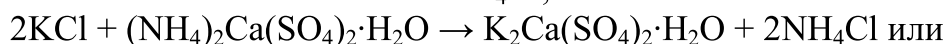
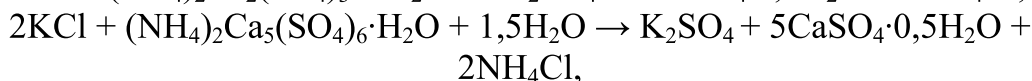
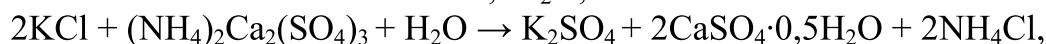
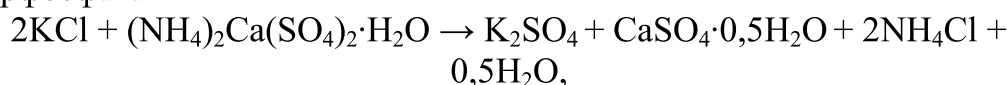
– при получении удобрений на основе аммофоса и аммонизированного суперфосфата



– при получении удобрений на основе аммофоса

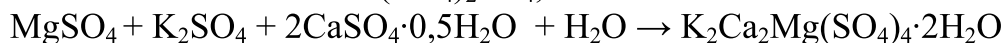
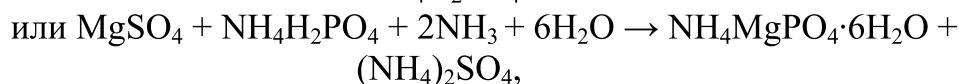
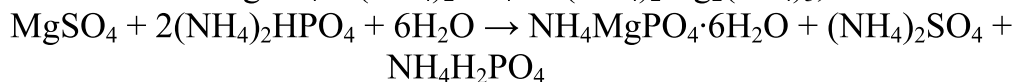
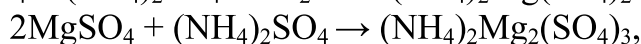
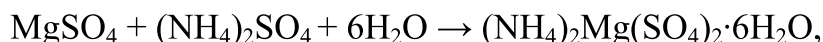


– при получении удобрений на основе аммонизированного суперфосфата

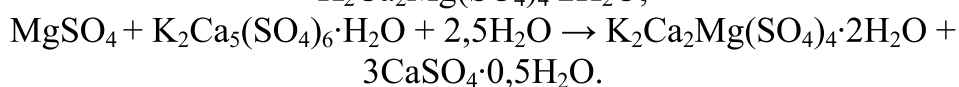
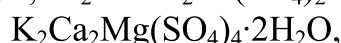
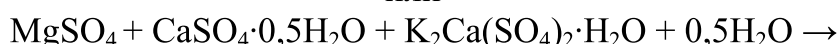


Количество воды и условия сушки также оказывают влияние на фазовый состав удобрений, включая магнийсодержащие фазы.

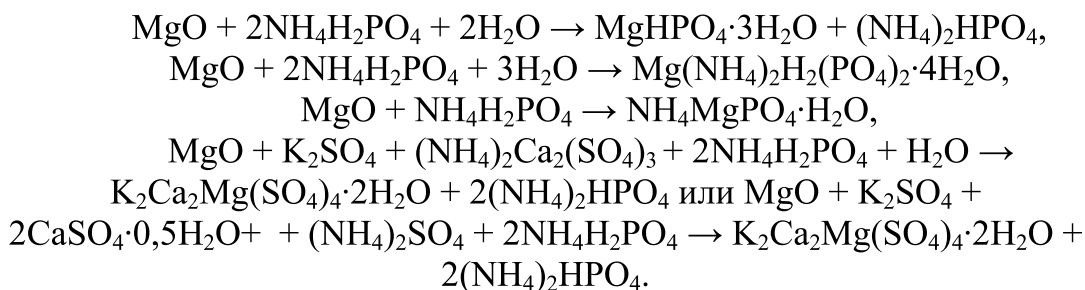
В удобрениях, полученных с использованием сульфата магния и высушенных при нагревании, основными магнийсодержащими фазами, кроме гидратов сульфата магния, являются сульфаты и фосфат аммония-магния, а в присутствии сульфата кальция – сульфат калия-кальция-магния:



или



Продуктами, образующимися из магнезита, являются фосфаты магния и аммония-магния; в удобрениях содержится также непрореагировавший оксид магния, а в результате сушки при нагревании в присутствии сульфата кальция образуется сульфат калия-кальция-магния:



Заключение. При сопоставлении результатов химического и рентгенофазового анализа можно сделать следующее заключение. В полученных удобрениях водорастворимыми магнийсодержащими фазами являются сульфаты магния и аммония-магния, а также магний в полигалите. Гидрофосфат магния и фосфаты аммония-магния в воде трудно растворимы, однако они являются цитратнорастворимыми соединениями и имеются сведения о том, что магний, а также азот и фосфор в виде фосфатов аммония-магния являются доступными для растений [3]. Присутствием в исследованных системах фосфата и сульфата аммония, а также хлорида калия, при взаимодействии которых образуется хлорид аммония, можно объяснить заметное количество перешедших в водный раствор соединений магния из удобрений, полученных с использованием магнезита. Поскольку эти образцы характеризуются невысоким содержанием водорастворимых фосфатов, то более вероятно, что присутствие водорастворимого магния обусловлено растворением в солях аммония оксида магния.

Образование в исследованных системах доступных для растений форм питательных элементов, в том числе и магния, благоприятно сказывается на агрохимических свойствах полученных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический интернет-портал химической промышленности [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://enc.scilib.com/article0000909.html> – дата доступа: 21.09.2014 г.
2. JCPDS International Centre for Diffraction Data 2003.
3. Crystallographic Properties of Fertilizer Compounds / J. R. Lehr [a. o.] // Chem. Eng. Bull. – 1967. – № 6. – P. 37.