



Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский институт по удобрениям и
инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова»
(ОАО «НИУИФ»)



**Р У С С К О Е
Г О Р Н О - Х И М И Ч Е С К О Е
О Б Щ Е С Т В О**

РЕФЕРАТ

Влияние добавки АгроМаг на физико-механические свойства
сложных удобрений

Москва 2013 год

**Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В.Самойлова»
(ОАО «НИУИФ»)**

1. Введение.

ОАО «НИУИФ» проводил лабораторные испытания для определения влияния добавки АГРОМАГ®'а (молотого брусита) на *физико-химические и физико-механические* свойства лабораторных образцов NPK-удобрений марки 15:15:15 и сульфоаммофоса марки 14:34:8 (S).

2. Влияние магнийсодержащих добавок на физико-механические свойства удобрений.

2.1. NPK-удобрение марки 15:15:15.

В качестве магнийсодержащих добавок использовали:

1) Порошок магнезитовый каустический марки ПМК-83 в соответствии с ГОСТ 1216-87 (86,00% MgO, 2,30% CaO, 2,5% SiO₂, 0,47% Fe₂O₃, 1,03% H₂O);

2) АГРОМАГ® (молотый брусит) (60÷61% MgO, 2,0% CaO, 1,2% SiO₂, 0,3% Fe₂O₃, макс. 1,00% H₂O);

3) Пыль известковая (доломитовая) в соответствии с ТУ 14-105-636-2000 (25÷30% MgO, 35÷38% CaO, 6÷8% SiO₂, 3÷4% Fe₂O₃, потери при прокаливании 15÷20%).

Способ введения магнийсодержащей добавки:

1) в экстракционную фосфорную кислоту и последующим смешением с серной кислотой перед нейтрализацией аммиаком;

2) в серную кислоту и последующим смешением с экстракционной фосфорной кислотой и нейтрализацией аммиаком.

Результаты

1) Наиболее эффективной из *магнийсодержащих* добавок следует считать добавку АГРОМАГ®, для которой наблюдаются наиболее высокие показатели по *прочности* гранул и наиболее низкие по *слёживаемости* при равных количествах содержания MgO в сравниваемых образцах продукта. Причём введение АГРОМАГ®'а через ЭФК позволяет получить наиболее *прочные* гранулы.

На *слёживаемость* способ ввода данной добавки, как показали результаты исследований, практически не оказывает влияния.

При увеличении содержания добавки АГРОМАГ®'а *прочность* гранул монотонно возрастает, тогда так *слёживаемость* при содержании MgO в продукте в виде АГРОМАГ®'а от 0,4% масс. и более практически не изменяется.

Наиболее эффективно вводить АГРОМАГ® в продукт через ЭФК. Оптимальная концентрация добавки - 0,4-0,5% масс. MgO в продукте, что соответствует норме введения АГРОМАГ®'а 6,20-7,75 кг/т готового продукта.

2) Добавка ПМК-83 уступает по эффективности АГРОМАГ®'у. Её влияние на качество продукта в зависимости от способа ввода незначительно.

Статическая *прочность* гранул при увеличении содержания добавки ПМК-83 так же монотонно возрастает, однако не так быстро как в случае с АГРОМАГ®'ом.

Слэживаемость достигает минимального значения при содержании MgO 0,6% масс. в продукте, что соответствует норме внесения ПМК-83 7,0 кг/т готового продукта.

3) Наименее эффективная добавка известковая (доломитовая) пыль. Если по *прочности* гранул показатели близки к тем, что имеют образцы продукта с использованием добавки ПМК-83, то по *слэживаемости* они гораздо хуже.

2.2. Сульфоаммофос (САФ), диаммонийфосфат (ДАФ) и моноаммонийфосфат (МАФ).

Способ введения магнийсодержащей добавки:

Ввод добавки MgO осуществлялся в смесь кислот перед аммонизацией.

Результаты

С увеличением влажности продукта в большинстве случаев наблюдается снижение *прочности* гранул САФ. Добавка MgO уменьшает данную зависимость.

Использование добавки MgO, как и при производстве ДАФ, уменьшает *слэживаемость* получаемого сульфоаммофоса.

Использование добавки MgO в производстве ДАФ привело:

- к увеличению *прочности* гранул ДАФ на 14 ÷ 60 %;
- к снижению *слэживаемости* в 3,5-4 раза ;
- к снижению *пористости* гранул примерно в 2 раза.

По результатам исследований оптимальное содержание магния в ДАФ-е представляется равным 0,4 ÷ 0,5 % MgO.

Так же установлено, что увеличение содержания фтора в исходной экстракционной фосфорной кислоте (ЭФК) ухудшает физические свойства удобрительных фосфатов аммония (уменьшается *прочность* гранул, повышается *слэживаемость*).

Увеличение содержания магния в исходной ЭФК компенсирует негативное действие соединений фтора, повышает *прочность* и снижает *слэживаемость* гранул МАФ, ДАФ и САФ.

Добавка MgO значительно снижает *слэживаемость* МАФ и увеличивает *прочность* гранул. Несмотря на рост содержания воды и фтора, увеличение массовой доли MgO значительно повышает *прочность* гранул (\approx в 1,4 раза) и снижает среднее значение *слэживаемости* (\approx в 2,7÷4,3 раза).

**Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В.Самойлова»
(ОАО «НИУИФ»)**

Увеличивается эффективность поверхностной обработки удобрения кондиционирующими смесями. Это может быть связано со снижением пористости, в результате чего кондиционирующие смеси меньше впитываются внутрь гранул.

Добавка MgO в несколько раз уменьшает присутствие фтора (с 7-11,6% до 2-4,9%) и кремния (с 0,9-1,5% до 0,19%) на поверхности гранул, общее содержание их в грануле уменьшается.

Сравнение образцов МАФ, полученных на основе ЭФК из различного сырья.

Наименование продукта	Массовая доля (в пересчете на сухое вещество), %			Прочность гранул, средн. (мин/макс), МПа	Слеживаемость, средн. (мин/макс) МПа (необработ.)
	F	MgO	H ₂ O		
МАФ марки 12:52 из ЭФК на основе хибинского апатита	2,7	0,16	0,8 (0,6/1,2)	7,7 (5,9/12,2)	0,494 (0,000/1,313)
МАФ марки 10:48 из ЭФК на основе фосфоритов Каратау (Коксу)	3,4	2,2	1,2 (0,9/2,7)	10,7 (8,8/13,0)	0,182 (000/1,221)
	3,6	2,19			
МАФ марки 10:48 из смеси на основе фосфатов Каратау (Коксу) и шламовой кислоты из хибинского апатита (*)	3,1	0,72	1,1 (0,8/2,4)	10,7 (7,4/12,9)	0,116 (0,000/1,221)

(*) Шламовая кислота – это фосфорная кислота с повышенным содержанием гипса, побочный продукт со стадии обессульфачивания фосфорной кислоты.

Гранулы ДАФ и САФ с добавками магния обладают лучшей, более плотной структурой, составлены из кристаллов меньших размеров с меньшей пористостью, поверхность гранул более однородная, ровная и гладкая.

По данным НИУИФ магний входит в состав сложного нерастворимого в воде мелкодисперсного комплекса примерного состава $Mg(Fe,Al)NH_4(HPO_4)_2F_2 \cdot nH_2O$.

Мелкодисперсные не растворимые в воде соединения магния, такие как $Mg(Al, Fe)NH_4(HPO_4)_2F_2 \cdot nH_2O$, $Mg(NH_4)_2(HPO_4)_2 \cdot nH_2O$, и др. работают как затравка, образующая центры кристаллизации и способствующая образованию гранул с мелкокристаллической структурой, обладающих большой плотностью и прочностью и хорошими физическими свойствами. Образование магниевыми комплексами кристаллогидратов связывает воду, повышает пересыщение растворов и ещё больше ускоряет кристаллизацию и способствует образованию множества мелких, прочно связанных между собой кристаллов.

Выводы.

- ❖ Увеличение содержания магния в исходной ЭФК и в аммонизированных пульпах повышает *прочность* гранул, снижает слеживаемость NPK-удобрений марки 15:15:15, сульфоаммофоса марки 14:34:8 (САФ), МАФ и ДАФ, увеличивает эффективность обработки поверхности гранул кондиционирующими добавками.
- ❖ При аммонизации ЭФК соединения магния образуют мелкодисперсные малорастворимые комплексные кристаллогидраты, которые работают затравкой, способствуя образованию центров кристаллизации и одновременно связывают вокруг себя воду, увеличивая степень пересыщения растворов, ускоряя процесс кристаллизации. В результате формируется прочная и плотная мелкокристаллическая структура гранул, придающая удобрениям хорошие физические свойства. Кроме того, соединения магния частично связывают фтор, уменьшая его водорастворимую часть.
- ❖ Для существенного улучшения физических свойств NPK-удобрений марки 15:15:15, сульфоаммофоса марки 14:34:8 (САФ), МАФ и ДАФ достаточно увеличения в них содержания магния до уровня $\approx 0,5\%$ MgO. Это соответствует норме введения АГРОМАГ® 6,2-7,7 кг на 1 тонну готового продукта.
- ❖ Присутствие соединений магния в нейтрализует негативное влияние фтора и влажности продукта на физические свойства (на слеживаемость, *прочность* гранул) удобрительных фосфатов аммония.
- ❖ Наиболее эффективной из *магнийсодержащих* добавок следует считать добавку АГРОМАГ®, для которой наблюдаются наиболее высокие показатели по *прочности* гранул и наиболее низкие по *слеживаемости* при равных количествах содержания MgO в сравниваемых марках минеральных удобрений.

**Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора
Я.В.Самойлова»
(ОАО «НИУИФ»)**

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Результаты химического анализа, статической прочности и слёживаемости
исследуемых образцов NPK-удобрения марки 15:15:15**

Магниевая добавка	Способ ввода	P ₂ O ₅ (общ.), % масс.	N, % масс.	K ₂ O, % масс.	MgO, % масс.	H ₂ O, % масс.	Прочность, МПа	Слёживаемость, кПа
Холостой опыт (без магниевой добавки)		14,04	14,66	16,48	-	0,51	2,32	71
Порошок магnezитовый каустический ПМК-83	В ЭФК	14,60	14,06	15,20	0,43	0,26	3,41	52
		13,44	14,16	16,22	0,65	0,56	3,90	8
		15,10	13,59	15,23	0,92	0,29	4,02	5
	В серную кислоту	14,67	13,77	15,47	0,41	0,52	2,98	40
		14,81	14,21	15,86	0,65	0,56	3,90	11
		14,75	14,04	15,41	0,99	0,34	4,17	0
АГРОМАГ® (молотый брусит)	В ЭФК	15,00	13,91	15,44	0,27	0,45	3,41	22,3
		13,93	14,74	16,56	0,39	0,46	3,64	20
		-	-	-	0,55	0,48	4,27	19,3
		13,76	14,27	16,87	0,68	0,38	4,41	7
	В серную кислоту	13,50	14,18	16,68	0,25	0,45	2,78	24,5
		14,03	13,37	16,76	0,42	0,34	3,63	13
		-	-	-	0,55	0,51	3,85	11
		14,42	14,10	16,12	0,73	0,41	3,99	9
Пыль известковая (доломитовая)	В ЭФК	13,40	13,79	16,31	0,27	0,47	2,51	71,0
		14,08	14,22	16,23	0,42	0,39	3,6	49
		13,93	13,26	15,55	0,60	0,51	4,1	24,5

Результаты изучения статической прочности образцов

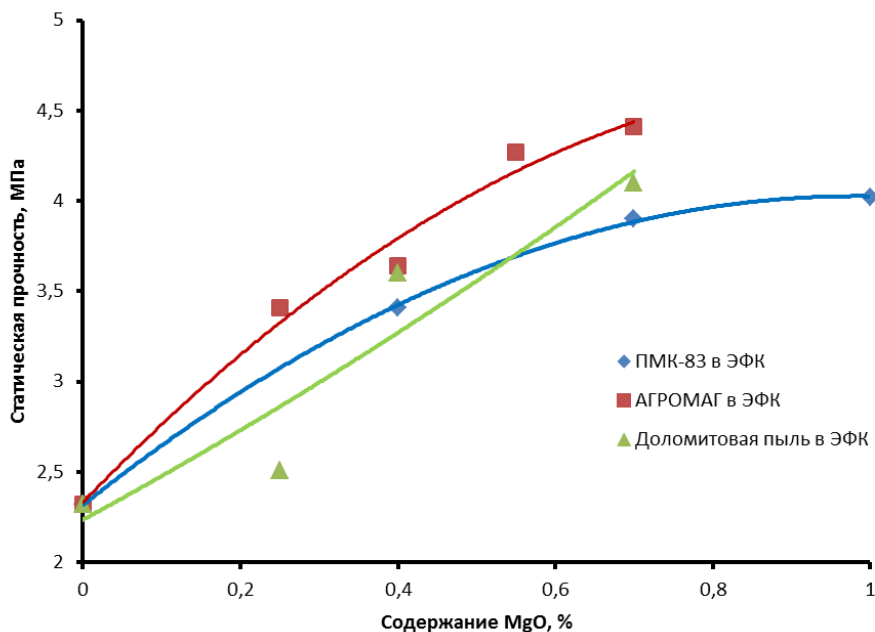


Рисунок 1а) Обобщенный график.
С добавками ПМК-83, АГРОМАГ®'а (молотого брусита) и известковой (доломитовой) пыли в ЭФК

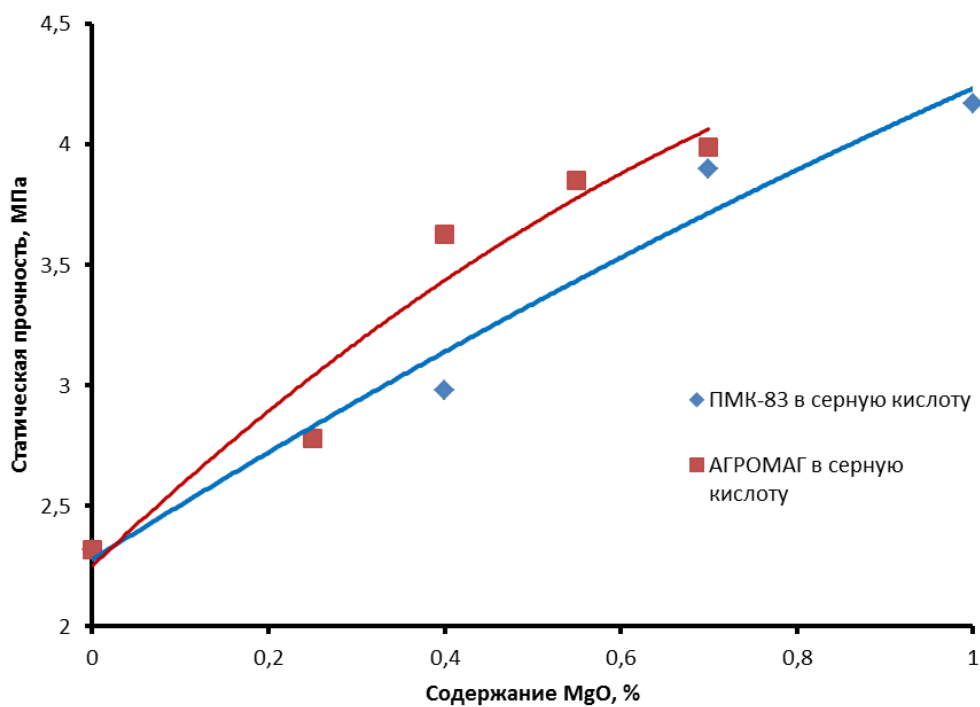


Рисунок 1б) Обобщенный график.
С с добавками ПМК-83 и АГРОМАГ®'а (молотого брусита) в серной кислоте

Результаты изучения слёживаемости образцов

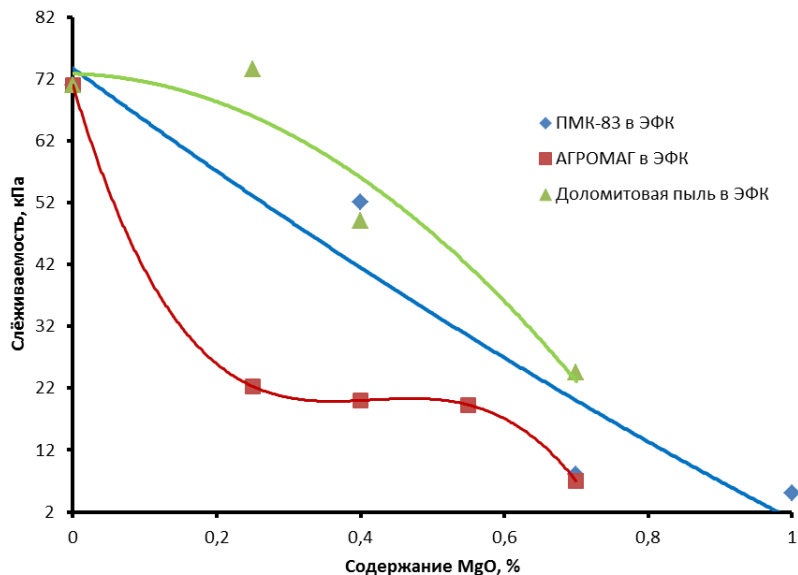


Рисунок 2а) Обобщённый график.

С добавками ПМК-83, АГРОМАГ®'а (молотого брусита) и известковой (доломитовой) пыли в ЭФК

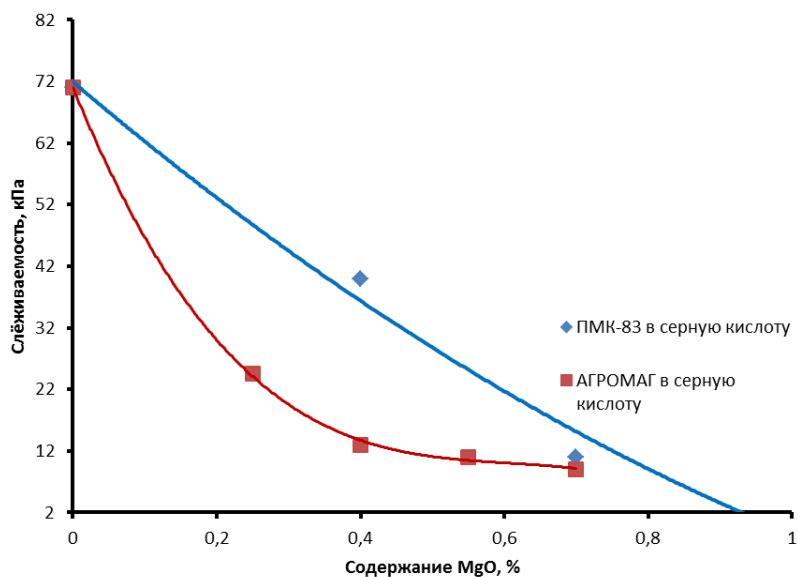


Рисунок 2б) Обобщённый график.

С с добавками ПМК-83 и АГРОМАГ®'а (молотого брусита) в серной кислоте