



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



**RMSS**

**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% SiO<sub>2</sub>, 0,47% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,03% H<sub>2</sub>O);

2) АГРОМАГ® (молотый брусит) (60÷61% MgO, 2,0% CaO, 1,2% SiO<sub>2</sub>, 0,3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, макс. 1,00% H<sub>2</sub>O);

3) Пыль известковая (доломитовая) в соответствии с ТУ 14-105-636-2000 (25÷30% MgO, 35÷38% CaO, 6÷8% SiO<sub>2</sub>, 3÷4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 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 <sub>2</sub> 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.

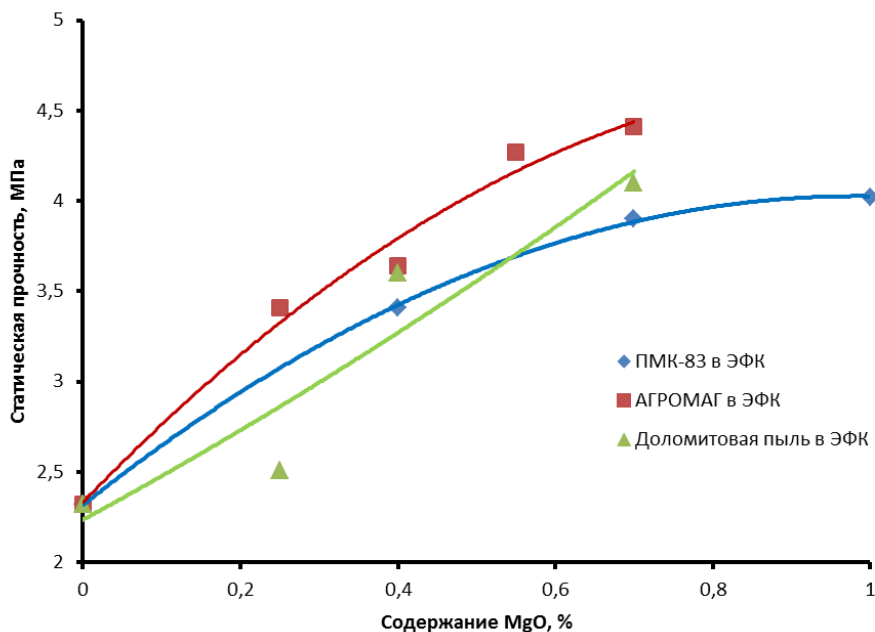
**Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора  
Я.В.Самойлова»  
(ОАО «НИУИФ»)**

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

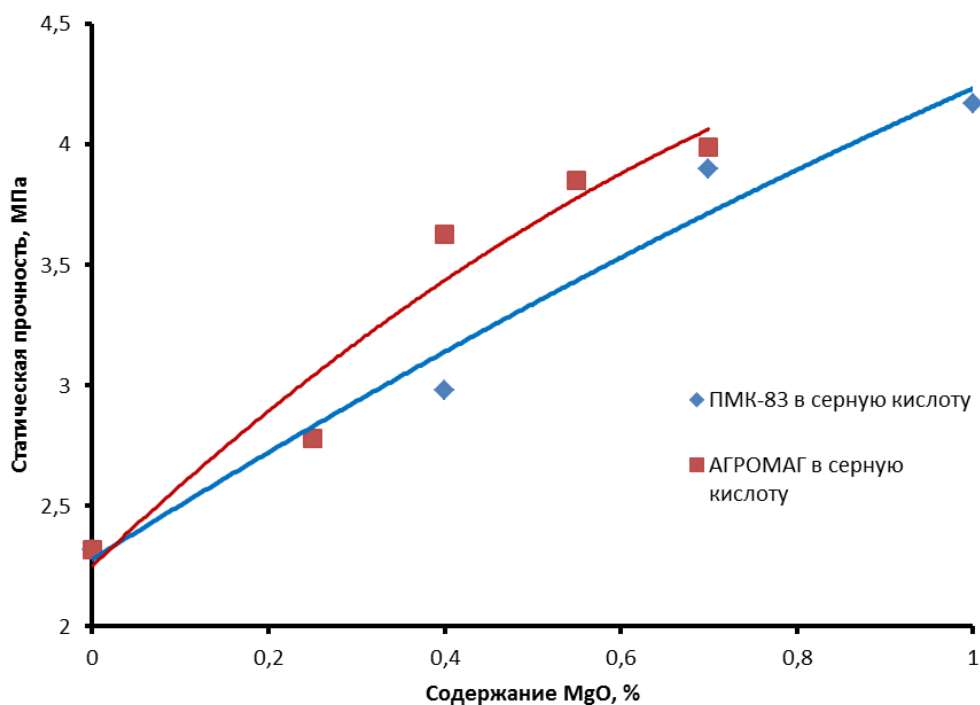
**Результаты химического анализа, статической прочности и слёживаемости  
исследуемых образцов NPK-удобрения марки 15:15:15**

Магниевая добавка	Способ ввода	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (общ.), % масс.	N, % масс.	K <sub>2</sub> O, % масс.	MgO, % масс.	H <sub>2</sub> 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

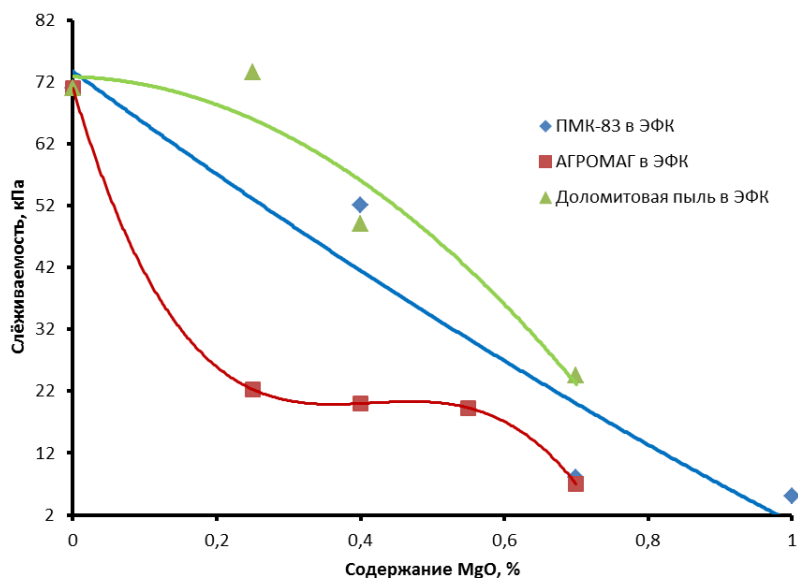


**Рисунок 1а)** Обобщенный график.  
С добавками ПМК-83, АГРОМАГ®'а (молотого брусита) и известковой (доломитовой) пыли в ЭФК



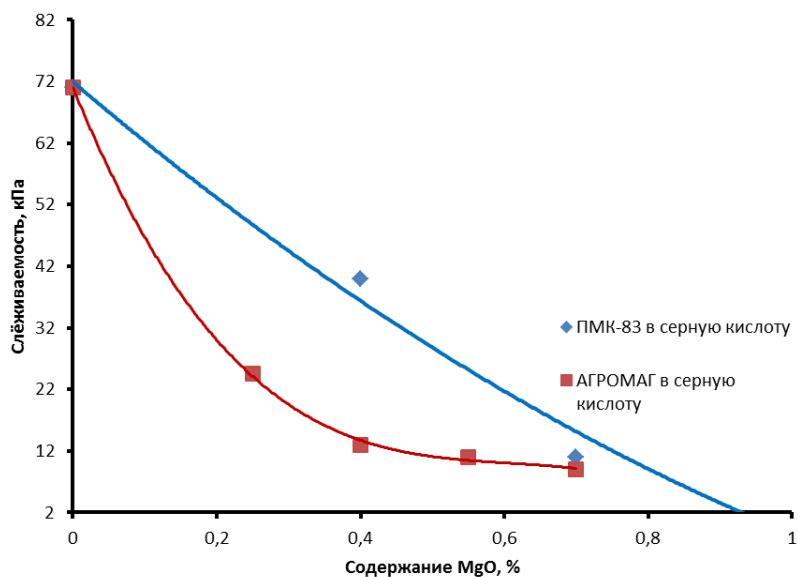
**Рисунок 1б)** Обобщенный график.  
С с добавками ПМК-83 и АГРОМАГ®'а (молотого брусита) в серной кислоте

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