

ников В.А. // Журнал прикладной химии. - 2004. –Т.77. - Вып. 9. - С. 1416-1420.

4Ещенко Л.С, Салоников В.А. Гидролиз основного сульфата железа(III) в гидротермальных условиях // Весці Нацыянальнай акадэміі навукБеларусі Сер. хім навук. - 2004.- №3. - С. 297-302.

5 Ещенко Л.С. Получение красных железооксидных пигментов на базе местного сырья / Ещенко Л.С., Салоников В.А. \_ Труды БГТУ. Сер.III. Химия и технология неорганических веществ.-2003.- Вып.XI.- С. 268-272.

УДК 621.926

А. А. Гарабажиу, доц., канд. техн. наук  
А. Ф. Минаковский, доц., канд. техн. наук  
Д. Н. Боровский, ассист.  
О. И. Ларионова, асп.  
[Dzianis23@rambler.ru](mailto:Dzianis23@rambler.ru) (БГТУ, г. Минск)

### **МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФОСФАТНЫХ СМЕСЕЙ В ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА**

Воздействие на некоторые вещества, в процессе их измельчения, мощными механическими нагрузками вызывает не только увеличение удельной поверхности, необходимой для реализации многих технологических процессов, но и повышение реакционной активности этих веществ.

Результаты механохимической активации в значительной степени зависят от режима механической обработки и интенсивности механического воздействия на обрабатываемый материал, а также типа выбранной машины, в которой данный процесс будет проводиться [1, 2].

В связи с этим, для изучения процесса механохимической активации многокомпонентных фосфатных смесей на кафедрах МиАХиСП и ТНВиОХТ БГТУ были разработаны три экспериментальные установки на базе дисмембраторной мельницы со съемной классификационной камерой, барабанной шаровой мельницы и вибрационной мельницы, реализующих различный механизм воздействия на обрабатываемый материал.

Целью исследований явилось изучение зависимости активированности фосфоритов от вида (химического состава) калийсодержащих и азотсодержащих солевых компонентов NPK удобрений, используемых в качестве соактивирующей добавки, а также применяемых в составе традиционных комплексных удобрений, выпускаемых промышленностью.

Для этого осуществляли механохимическую активацию Верхнекамского и Каратауского фосфоритов с солевыми соактивирующими добавками – наиболее доступными источниками азота и калия в производстве комплексных удобрений – карбамид ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), хлорид калия ( $\text{KCl}$ ), сульфат аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Добавки вводились в виде сухих солей в массовом соотношении фосфорит : добавка – 1:4; 1:1; 4:1.

Степень активации фосфорита определялась как относительное содержание усвояемой (лимоннорастворимой) формы  $\text{P}_2\text{O}_5$  в композиции в пересчете на чистый фосфорит.

Изменение степени активации исследуемых многокомпонентных фосфатных смесей в барабанной шаровой мельнице в зависимости от соотношения фосфорит : добавка представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Степень активации (относительное содержание усвояемой формы  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) многокомпонентных фосфатных смесей барабанной шаровой мельнице в зависимости от массового соотношения фосфорит : добавка, %.**

Соотношение фосфорита и добавки по массе	Соактивирующая минеральная добавка		
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{KCl}$
<i>Верхнекамский фосфорит</i>			
1:4	83,65	74,0	80,88
1:3	–	72,77	76,10
1:1	63,32	67,50	67,25
3:1	–	47,19	55,0
4:1	44,13	44,05	51,53
<i>Фосфорит Каратау</i>			
1:4	54,73	61,50	45,27
1:1	36,90	36,90	37,12
4:1	25,36	33,44	25,56

Анализ данных представленных в таблице 1, показывает, что исследуемые добавки обладают активирующей способностью и повышают растворимость природных фосфоритов в 2%-ном растворе лимонной кислоты. Однако их эффективность варьируется для различных типов фосфатного сырья.

Из трёх исследованных добавок, наибольшей активирующей способностью обладает сульфат аммония, а хлорид калия и карбамид имеют практически одинаковое влияние на степень активации исследуемых фосфоритов.

Отсутствие антагонистического действия исследуемых солевых добавок, как на фосфатное сырьё, так и друг на друга позволяет сделать вывод о беспрепятственном их совместном использовании при получении комплексных удобрений различных марок.

Дальнейшие исследования проводились из расчета массового соотношения N:P:K – 1:1:1 на базе следующих композиций трехкомпонентных фосфатных смесей:

- 1) Вятско-Камский фосфорит (59,17 % масс.) + KCl + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- 2) Вятско-Камский фосфорит (63,8 % масс.) + KCl + CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>;
- 3) Фосфорит Каратау (58,7 % масс.) + KCl + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- 4) Фосфорит Каратау (70,7 % масс.) + KCl + CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>.

Зависимость содержания P<sub>2</sub>O<sub>5лр</sub> в исследуемых композициях (относительного содержания P<sub>2</sub>O<sub>5лр</sub> в пересчете на фосфорит), остатка на сите (%) и удельной поверхности при механохимической активации трехкомпонентных смесей с минеральными добавками в вибромельнице представлена в таблице 2.

**Таблица 2 – Зависимость содержания усвояемой формы фосфора P<sub>2</sub>O<sub>5лр</sub>, остатка на сите (%) и удельной поверхности трехкомпонентных смесей в вибромельнице от состава композиции**

Состав композиции	W <sub>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(усв.)</sub> , % / относительное содержание P <sub>2</sub> O <sub>5лр</sub> в пересчете на фосфорит, %	Размер ячейки сита, мкм						S <sub>уд.</sub> , см. <sup>2</sup> /г.
		200	100	80	40	20	<20	
Вятско-Камский ф-т + KCl + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,81 / 13,2	25,93	42,96	16,30	14,07	0,74	0	6231,2
Вятско-Камский ф-т + KCl + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	6,56 / 10,28	10,20	29,22	15,37	38,36	6,85	0	5771,6
Ф-т Каратау + KCl + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,15 / 8,77	18,23	30,86	14,45	25,95	10,52	0	4576,8
Ф-т Каратау + KCl + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	6,6 / 9,33	8,38	35,51	14,91	33,24	7,95	0	5154,5

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что при механохимической активации трехкомпонентных фосфатных смесей все исследуемые минеральные добавки обладают соактивирующей способностью и содействуют повышению содержания усвояемой формы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в фосфатном сырье в 1,6 – 1,8 раза. Наиболее эффективно использование добавки (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + KCl для Вятско - Камского фосфорита и добавки CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> + KCl для фосфорита Каратау.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бутягин, П. Ю. Кинетика и энергетический баланс в механохимических превращениях / П. Ю. Бутягин, А. Н. Стрелецкий // Физика твердого тела. – 2005. – Т.47, вып. 5. – С.37–41.
- 2 Чайкина, М. В. Механохимия природных и синтетических апатитов / М. В. Чайкина. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. – 223 с.