

О.И. Ларионова, асп.;
А.Ф. Минаковский, доц., канд. техн. наук;
В. И. Шатило, доц., канд. техн. наук,
О.Б. Дормешкин, проф., д-р техн. наук;
В.Н. Босак проф., д-р с-х. наук,
dormeshkin@yandex.ru (БГТУ г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ НА АКТИВАЦИЮ ФОСФОРИТОВ КАРАТАУ

Потребность в фосфорных удобрениях для Республики Беларусь составляет около 320 тыс. тонн P_2O_5 в год. Фактическое потребление агропромышленным комплексом нашей страны P_2O_5 в 2014г. составило 153,3 тыс. тонн.

В связи с прекращением поставок апатитового концентрата российскими производителями, ранее были проведены поисковые исследования по применению низкосортных фосфоритов стран СНГ для производства комплексных удобрений [1]. В частности, наибольший интерес в качестве фосфатного сырья представляет фосфорит бассейна Каратау (Казахстан).

Содержание P_2O_5 в обогащенном фосфорите Каратау (месторождение Жанатас) – $25 \pm 0,5$ мас.%. Содержание лимоннорастворимой формы P_2O_5 ($P_2O_{5\text{ЛР}}$) – 5,03 мас.% (20,1% отн.).

Характерной особенностью фосфорита Каратау является наличие больших количеств железо- и алюминийсодержащих минералов, а также других сопутствующих примесей (в том числе карбонатов и органических соединений), что создает значительные ограничения при его переработке кислотными способами.

Основными способами переработки низкосортного фосфатного сырья являются:

- частичная замена высококачественного фосфатного сырья низкосортным в производстве экстракционной фосфорной кислоты, суперфосфатов, азотнокислотной вытяжки;
- разложение фосфатного сырья пониженной нормой минеральных кислот;
- приготовление фосфоритной муки на основе фосфоритов желвакового типа;
- «сухая» либо «мокрая» механохимическая активация фосфоритов в том числе в смеси с минеральными и (или) органическими добавками.

Авторами был выполнен комплекс исследований, целью которых явилось:

- изучение взаимодействия активированного и неактивированного фосфорита с сухими солевыми компонентами;

- исследование взаимодействия активированного и неактивированного фосфоритов с растворами минеральных солей.

В качестве солевых компонентов использованы KCl , $CO(NH_2)_2$ и $(NH_4)_2SO_4$.

Степень активации фосфорита определялась как относительное содержание усвояемой (лимоннорастворимой) формы P_2O_5 в композиции к общему его содержанию в фосфорите.

На первом этапе были изучены композиции, приготовленные в массовом соотношении «фосфорит:добавка» – 1:5; 1:4; 1:3; 1:2; 1:1; 2:1; 3:1; 4:1 и 5:1.

Установлено, что все внесенные добавки в разной степени обладают активирующей способностью и увеличивают содержание лимоннорастворимой формы P_2O_5 в 1,5 – 3,1 раза, относительное содержание лимоннорастворимой формы P_2O_5 в пересчете на чистый фосфорит увеличилось на 15 – 66 % по сравнению с исходным.

Наибольшей активирующей способностью обладает сульфат аммония, что может быть объяснено гидролитической и физиологической кислотностью.

При изучении совместного влияния KCl и $CO(NH_2)_2$, а также KCl и $(NH_4)_2SO_4$ в качестве модельных композиций принимали смеси компонентов из расчета массового соотношения N:P:K – 1:1:1.

При смешении исходного фосфорита Каратау с двухкомпонентной смесью $CO(NH_2)_2 + KCl$ степень активации увеличилась в 1,4 раза, а предварительная механоактивация фосфорита не оказала заметного влияния. При смешении неактивированного фосфорита с $(NH_4)_2SO_4 + KCl$ степень активации увеличилась в 1,6 раза.

При получении комплексных удобрений «мокрым» способом фосфорит Каратау обрабатывается водными растворами минеральных солей: 40%-ный раствор $(NH_4)_2SO_4$, 50%-ный раствор NH_4NO_3 , 20%-ный раствор NH_4Cl , 50%-ный раствор $CO(NH_2)_2$, 20%-ный раствор KCl . Расход реагентов фосфорит:соль (в пересчете на массу чистого солевого компонента) – соответствовал массовому соотношению 1:2; 1:1; 2:1.

Изменение степени активации фосфатного сырья Каратаусского месторождения в зависимости от вида минеральной добавки и соотношения фосфорит:добавка представлены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1 можно сделать вывод о том, что наибольшее активирующее воздействие на Каратауский фосфорит оказывает 20%-ный раствор хлорида аммония (увеличение содержания усвояемой формы P_2O_5 в 3-5 раза, в зависимости от содержания

раствора соли в композиции). Растворы других солей оказывают значительно меньшее влияние на степень перехода фосфора в усвояемую форму P_2O_5 . Для всех смесей характерно увеличение относительного содержания усвояемой формы P_2O_5 в 1,5-2 раза при увеличении массовой доли соли в композиции от 33% до 67%.

Таблица 1 – Влияние состава и количества добавляемого к фосфориту раствора соли на изменение относительного содержания усвояемой формы P_2O_5 , %.

Массовое соотн. фосфорит:соль	Состав раствора, масс.%				
	40 % $(NH_4)_2SO_4$	20% NH_4Cl	50 % NH_4NO_3	50 % $CO(NH_2)_2$	20 % KCl
<u>Неактивированный фосфорит Каратау</u>					
Активированный фосфорит Каратау					
2:1	<u>26,42</u>	<u>40,53</u>	<u>25,50</u>	<u>31,56</u>	<u>19,90</u>
	30,45	30,80	31,11	20,53	30,78
1:1	<u>34,81</u>	<u>50,30</u>	<u>40,99</u>	<u>37,53</u>	<u>43,50</u>
	36,91	39,09	37,16	32,02	39,26
1:2	<u>41,07</u>	<u>81,48</u>	<u>44,53</u>	<u>46,30</u>	<u>48,60</u>
	48,72	46,13	46,02	44,32	46,75

Аналогично было исследовано изменение степени перехода P_2O_5 фосфорита в усвояемую форму при обработке его азотсодержащими растворами с добавлением KCl . В качестве модельной композиции принимали смеси компонентов из расчета массового соотношения N:P:K – 1:1:1 и 1: 0,8: 1,2. В этом случае возрастание относительного содержания усвояемых форм P_2O_5 достигло 87%.

Эффект, который оказывают растворы минеральных солей на фосфорит, может быть обусловлен либо образованием новых фаз, либо частичным разложением карбонатов, содержащихся в фосфатном сырье. Рентгенофазовый анализ показал, что в композициях «фосфорит – сульфат аммония» и «фосфорит – сульфат аммония – хлорид калия» наблюдается образование новой фазы – коктеита $((NH_4)_2Ca(SO_4)_2 \cdot 2H_2O)$. В остальных системах взаимодействия не отмечено.

Ещё одним механизмом активации может являться деформация структуры фосфатного минерала при разложении карбонатов под действием растворов солей аммония с выделением газообразных продуктов. Для установления возможного разложения карбонатных примесей в процессе солевого разложения было определено содержание CO_2 в твердой фазе образцов, полученных после фильтрации пульпы и отмывки от растворимых солей. Обнаружено, что уменьшение содержания CO_2 составило 9-36% от исходного.

Исследование по грануляции комплексных удобрений показали, что статическая прочность гранул находится в пределах 1,9-7,1 МПа, а гигроскопическая точка составляет 50,4-62,0% относительной влажности воздуха.

Проведенные предварительные агрохимические исследования показали, что удобрения, полученные на основе фосфорита Каратау, не уступают по своей эффективности стандартным комплексным удобрениям.

Результаты исследования подтверждают, что смешение природных фосфоритов с различными минеральными азот- и калийсодержащими добавками позволяет добиться высокой степени перевода фосфора в усвояемую форму, и может рассматриваться как эффективный способ получения фосфорных и комплексных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Dormeshkin O., Minakouski A., Shatsila V. Influence of mineral additives on activation of low concentrated phosphate rocks in complex fertilizers production // Proceedings of the 2nd International Sciences Congress «Fundamental Studies in America, Europe and Asia: Humanitarian and Social Sciences». International Agency for Development of Culture, Education and Science. USA, New York, 2014. P. II – p. 621-626.

2 Ларионова О.И., Минаковский А.Ф., Шатило В. И., Дормешкин О.Б. Получение комплексных удобрений из низкосортных фосфоритов. // «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии»: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 26-28 ноября 2014г.: в 2 ч. – Минск: БГТУ, 2014. – Ч.1 – с. 28-31.

УДК 53 (023)

Ю.Д. Алашкевич, проф., д-р техн. наук mart@sibgtu.ru

В.И. Ковалев, доц., канд. техн. наук mart@sibgtu.ru

Р.А. Марченко, ст. преп. r.a.marchenko@mail.ru
(СибГТУ, г. Красноярск)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ СКОРОСТИ И ДАВЛЕНИЯ ВОДНОЙ СТРУИ ПРИ КОНТАКТЕ ЕЁ С ПРЕГРАДОЙ

Минимальной скоростью струи при контакте с неподвижной преградой является величина этой скорости, при которой возникает гидравлический удар, когда струя приобретает абсолютную жесткость и не подвержена деформации в поперечном сечении, даже в мгновенного момента контакта ее фронта с неподвижной преградой [1].