



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ

УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНО-
ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Россия, Московская область, г.Люберцы, Октябрьский проспект, 259

Телефон / ФАКС: +7 (495) 554-42-46

e-mail: info@gighs.ru



«Утверждаю»

ВРИО генерального директора

ФГПУ «ГИГХС»

Шаповалов Н.Г.

2014 г.

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Горбовского Константина Геннадиевича «Получение и свойства карбамидсодержащих НРК-удобрений из различных видов фосфатного сырья» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

Актуальность работы

Диссертационная работа Горбовского К.Г. посвящена изучению свойств и получению карбамидсодержащих НРК-удобрений с использованием экстракционной фосфорной кислоты из различных видов фосфатного сырья. Актуальность работы обусловлена тем, что в настоящее время на мировом рынке минеральных удобрений наблюдается значительный спрос на различные виды концентрированных комплексных НРК-удобрений, получение которых возможно лишь при использовании карбамида и нитрата аммония – твёрдых удобрений с наиболее высоким содержанием азота. Основной недостаток применения нитрата аммония – это усиление мер пожаро- и взрывобезопасности при производстве, хранении и транспортировке продукта. По этой причине многие производители отказываются от применения нитрата аммония в пользу карбамида. Однако

при получении карбамидсодержащих удобрений возникают проблемы, связанные с низким качеством продукта (высокая гигроскопичность и слеживаемость). Снизить долю карбамида в продукте и улучшить качество продукта можно путем получения фосфатно-аммиачных пульп с мольным отношением $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ больше 1,0, однако сведения о влиянии изменения мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ на свойства карбамидсодержащих NPK-удобрений отсутствуют. В этой связи рассматриваемая работа, направленная на изучение свойств карбамидсодержащих NPK-удобрений с мольным отношением $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ более 1,0 и способов их получения, является актуальной для промышленности минеральных удобрений.

Научная новизна

1. Впервые получен большой массив экспериментальных данных по влиянию содержания карбамида и значения мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ фосфатно-аммиачной пульпы на гигроскопичность NPK-удобрений. Показано, что увеличение содержания карбамида приводит к увеличению гигроскопичности. При изменении мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ гигроскопичность достигает максимального значения при $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,7$ (с. 97-122; с. 130-137).
2. Установлены особенности изменения свойств (гигроскопичности, слеживаемости, статической прочности) уравновешенных марок карбамидсодержащих NPK-удобрений, полученных с использованием экстракционной фосфорной кислоты из различных видов фосфатного сырья, в зависимости от мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$. Показано, что наилучшими свойствами обладают продукты, полученные при соотношении компонентов, соответствующем мольному отношению $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,7$ (с. 140-156).
3. Установлены особенности влияния кондиционирующих добавок магния и бора на свойства (гигроскопичность, слеживаемость, статическая прочность) уравновешенных марок карбамидсодержащих NPK-удобрений в зависимости от мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ (с. 157-167).

В первой главе (с. 7-59) диссертационной работы представлен литературный обзор о физико-химических закономерностях получения комплексных карбамидсодержащих удобрений. Рассмотрены различные технологии получения карбамидсодержащих NP- и NPK-удобрений.

Во второй главе (с. 60-156) представлены результаты экспериментальных исследований.

Изучено влияние мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ и содержания карбамида в системе $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - \text{KCl} - \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ на гигроскопичность. Показано, что увеличение содержания карбамида в системе приводит к росту гигроскопичности. При изменении мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ максимум гигроскопичности достигается при значении 1,4 (с. 60-96).

Изучены гигроскопичность, слеживаемость и статическая прочность гранул уравновешенных марок карбамидсодержащих НРК-удобрений с использованием экстракционной фосфорной кислоты из различных видов фосфатного сырья: апатитового концентрата и фосфоритов Каратау (месторождение Коксу). Показано, что зависимость гигроскопичности, слеживаемости и статической прочности от мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ имеет полиэкстремальный характер с минимумом при $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,1$ и максимумом при $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,4$. Минимальное значение гигроскопичности и слеживаемости достигается при $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,7$. Статическая прочность гранул возрастает прямолинейно с увеличением мольного отношения $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ (с. 97-137).

Исследовано влияние кондиционирующих добавок. Показано, что каустический магнезит и борная кислота, введенные в экстракционную фосфорную кислоту перед аммонизацией позволяют улучшить потребительские качества продукта (с. 138-156).

Представлена номограмма зависимости вязкости и плотности от температуры и влажности кислой фосфатно-аммиачной пульпы с мольным отношением $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 0,5$, полученной на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Каратау (месторождение Коксу). Установлен важный для практики результат: показано, для перекачивания и переработки необходимо упаривать такую пульпу до влажности 20-21%, что соответствует вязкости 30-35 сПз (с. 127-129).

В третьей главе (с. 157-170) представлены разработанные автором технологические схемы получения карбамидсодержащих НРК-удобрений с использованием экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата и фосфоритов Каратау. Результаты опытно-промышленных испытаний показали возможность получения карбамидсодержащих НРК-удобрений по предложенным автором схемам.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена на кафедре технологии неорганических веществ Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева и в лаборатории технологии

удобрений ОАО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова».

Работа изложена на 182 страницах машинописного текста и содержит 71 рисунок, 29 таблиц и библиографию из 95 источников.

К наиболее существенным относятся следующие результаты:

1. Установлено оптимальное соотношение компонентов (фосфаты аммония, сульфат аммония, карбамид, хлорид калия) в готовом продукте для получения карбамидсодержащих NPK-удобрений марок 15:15:15, 16:16:16 и 17:17:17, которое соответствует мольному отношению $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ фосфатно-аммиачной пульпы, полученной на основе экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата или фосфоритов Каратау (месторождение Коксу), равного 1,7, которое позволяет получать продукт с наилучшими потребительскими свойствами.
2. Установлено положительное влияние добавок каустического магнезита и борной кислоты, вводимых в экстракционную фосфорную кислоту перед аммонизацией, на свойства карбамидсодержащих NPK-удобрений.
3. Построена номограмма зависимости вязкости и плотности кислой фосфатно-аммиачной пульпы с мольным отношением $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 0,5$, полученной на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Каратау (месторождение Коксу), от температуры и влажности. Установлено, что для эффективной транспортировки и переработки такой пульпы ее упаривание нужно проводить до влажности 20-21%, что соответствует вязкости 30-35 сПз.
4. На основе проведенных исследований предложен способ получения карбамидсодержащих NPK-удобрений с использованием экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата и фосфоритов Каратау с получением фосфатно-аммиачной пульпы с мольным отношением $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,7$. При использовании экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Каратау схема предусматривает получение кислой пульпы, её упаривание и доаммонизацию.

По объему и структуре работа соответствует установленным требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Практическая ценность работы

Определены соотношения исходных компонентов при получении уравновешенных марок карбамидсодержащих NPK-удобрений, позволяющие производить получать продукт с наилучшими потребительскими свойствами.

Показано положительное влияние кондиционирующих добавок каустического магнезита в количестве 1,0% мас. MgO в готовом продукте (с. 140-149) и борной кислоты в количестве 0,25% мас. В (с. 150-156) на свойства карбамидсодержащих NPK-удобрений.

Исследованы реологические свойства кислых фосфатно-аммиачных пульп на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Каратау (месторождение Коксу) с мольным отношением $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 0,5$ (с. 127-129). На основе полученных результатов построена номограмма зависимости вязкости и плотности пульпы от ее влажности и температуры, с помощью которой можно контролировать процесс упаривания и оценивать транспортабельность пульпы.

Результаты работы могут быть использованы при разработке технологий комплексных NPK-удобрений с добавками карбамида.

Публикации

Работа прошла апробацию на международных конференциях, в частности, на IV Международной конференции Российского химического общества имени Д.И. Менделеева, посвященной 80-летию со дня рождения П.Д. Саркисова (Москва, 2012) и на XXVI Международной конференции молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2012» (Москва, 2012). Всего по результатам работы опубликовано 7 научных работ, 3 из которых в журналах, рекомендованных ВАК: «Химическая промышленность сегодня» (2013, №6), «Химическая технология» (2013, №1, 2). Представлены 2 заявки на патент. Научные публикации достаточно полно отражают содержание диссертации.

Автореферат работы адекватно отражает ее основное содержание, научную новизну, практическую значимость, выводы и другие ключевые моменты. Сочетание тематики диссертации, формулировок ее целей, научной новизны, областей отражения результатов и используемых методов подтверждают соответствие диссертации специальности, по которой она представлена к защите – 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

Предложения по расширенному использованию

Материалы диссертации могут найти применение на предприятиях, в отраслевых НИИ, в академических институтах и вузах химического и химико-технологического профиля при решении задач, связанных с

исследованиями физико-химических свойств неорганических солей, минеральных удобрений, а также технологий их получения.

Результаты работы могут быть рекомендованы ОАО «ФосАгро», МХК «Еврохим», ТОО «Казфосфат», ОАО «ОХК «Уралхим» для использования при разработке технологий концентрированных комплексных NPK-удобрений с использованием различных видов фосфатного сырья.

Степень обоснованности научных положений и выводов

Достоверность научных результатов и выводов, полученных в работе, определяется сходимостью данных, полученных с использованием различных современных методов химических и физико-химических исследований.

В работе подробно изложены использованные автором методы эксперимента, методы физико-химических анализов полученных образцов: рентгенофазовый, дифференциально-термический и дифференциально-термогравиметрический.

Определение химического состава образцов ($N_{\text{общ.}}$, $N_{\text{амм.}}$, P_2O_5 , K_2O) осуществляли общепринятыми методиками – титрометрическим, потенциометрическим и гравиметрическим методами.

Научные результаты и выводы основываются на анализе экспериментальных данных с позиции современных представлений в области физико-химических свойств минеральных солей и удобрений.

Замечания по содержанию работы

1. Вопрос о выборе материала выпарного аппарата (с. 162-167) проработан не в должной степени. В предложенной технологической схеме по получению продукта с использованием экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Каратау отсутствуют сведения о составе газов, отходящих со стадии упаривания, а также состав абсорбционной жидкости, поступающей на упаривание в выпарной аппарат. В составе отходящих газов, как и в составе абсорбционной жидкости, может присутствовать хлор, отходящий вместе с пылью со стадии гранулирования и сушки. Присутствие хлора в составе жидкой и газовой фазы совместно с соединениями фтора в кислой среде могут оказывать сильное коррозионное воздействие на оборудование.
2. Измерение слеживаемости NPK-удобрений на основе ЭФК из апатитового концентрата марок 16:16:16 и 17:17:17 (с. 116-118) и NPK-удобрений на основе ЭФК из фосфоритов Каратау марок

15:15:15 и 16:16:16 (с. 130-137) выполнены при различных условиях, что не позволяет сравнивать между собой полученные результаты.

3. В представленных технологических схемах подача карбамида (рис. 3.1, стр. 160; рис. 3.2, стр. 164; рис. 3.3, стр. 166) осуществляется в сухом виде через ретурный цикл и в виде плава путём предварительного плавления карбамида. В работе отсутствуют какие-либо сведения о преимуществах и недостатках обоих способов.

Оформление работы

Диссертация написана грамотным научным языком, хорошо оформлена с большим количеством иллюстративного материала и достаточно полным набором первичным данных. Выдержана логическая последовательность изложения: обоснование и описание методик, экспериментальные данные и обсуждение результатов исследований, а также выводы. Общие выводы по результатам работы обоснованы, соответствуют ее целям и положениям, выносимым на защиту.

Заключение

Диссертация К.Г. Горбовского «Получение и свойства карбамидсодержащих НРК-удобрений из различных видов фосфатного сырья» представляет собой научно-квалификационную работу, по своей актуальности, научной новизне, достоверности и практическому значению соответствует требованиям п.9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» (утверждено Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842), в которой решена задача получения карбамидсодержащих НРК-удобрений с улучшенными потребительскими свойствами и которую можно квалифицировать как достижение в области технологии неорганических веществ, что имеет существенное значение для промышленности минеральных удобрений (п. 1 «Производственные процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты» паспорта специальностей 05.17.01 – Технология неорганических веществ), а ее автор – Горбовский Константин Геннадиевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

Отзыв ведущей организации рассмотрен и одобрен на заседании научно-технического совета ФГПУ «Государственный научно-исследовательский институт горно-химического сырья» 15 мая 2014 года (протокол №2).

Руководитель НТС института,
к.т.н., профессор МГГИ, академик РАЕН

Лыгач В.Н.

Член НТС института, д.т.н.

Дербунович Н.Н.

Член института, к.т.н.

Новиков Э.А.

Секретарь НТС института



Хисаметдинова Р.М.