

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертацию Филенко Игоря Анатольевича на тему «Кислотное разложение природных фосфоритов с получением различных форм комплексных удобрений»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ

Проблема продовольственной безопасности и независимости России является одной из первоочередных государственных задач. Земли сельскохозяйственного назначения РФ в своем большинстве имеют низкое естественное плодородие и относятся к зонам рискованного земледелия. Повышение их продуктивности возможно лишь с помощью внесения минеральных удобрений. В то же время, фосфор относится к исчерпаемым ресурсам, и неизбежное истощение богатых месторождений делает актуальной задачу обращения производства к альтернативным источникам фосфора, таким, как, например, фосфоритовые руды. Месторождения фосфоритов, вполне пригодные для добычи руды, в текущий момент практически не задействованы. Проблема вовлечения бедных фосфоритовых руд в промышленное производство минеральных удобрений, несомненно, является **актуальной задачей**.

**Научная новизна** результатов представленной диссертационной работы заключается в следующем:

1. Получены новые экспериментальные данные о влиянии температуры в диапазоне 20 - 50 °С, концентрации азотной кислоты 0,01 - 9,8 М и отношения Ж:Т от 1÷0,01 до 3:1 на разложение фосфоритной муки.
2. Установлено влияние физико-химических факторов на степень извлечения примесей из полпинского фосфорита различными кислотами.
3. Установлены реологические характеристики пульп на стадиях кислотного разложения, аммонизации и введения хлорида калия.
4. Изучены физико-химические свойства полученных сложных удобрений.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что:

1. Определены технологические условия отдельных стадий процесса: кислотного разложения, аммонизации и введения дополнительного питательного компонента в ходе переработки фосфоритной муки Полпинского месторождения на сложные NPK-удобрения.
2. Получены зависимости вязкости реакционных пульп от их влагосодержания на стадиях кислотного разложения и от соотношения  $\text{H}_3\text{PO}_4:\text{NH}_3$  на стадии аммонизации.
3. Определены значения влагосодержания и соотношения  $\text{H}_3\text{PO}_4:\text{NH}_3$ , позволяющие осуществлять их транспортировку в технологической схеме производства сложных удобрений.
4. Получены NPK удобрения с суммарным содержанием питательных компонентов 27÷45%, сопоставимых по качеству с промышленно выпускаемой нитроаммофоской с суммарным содержанием питательных компонентов 33÷42%.

**Достоверность и надежность** полученных экспериментальных данных и сделанных выводов обеспечивается использованием современного оборудования (просвечивающий электронный микроскоп LEO 912 AB OMEGA (Carl Zeiss SMT AG Oberkochen, Germany), сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения JEOL JSM-6510 LV (Japan), энергодисперсионный анализатор (РФА) INCA ENERGY+ («Oxford Instruments», GB), термостат «Julabo F12» (Julabo GMBH, Германия), спектрофотометр КФК-03-01 (ЗОМЗ, РФ), ротационный реометр «BROOKFIELD DV-III+» (Brookfield, США), pH-метр-иономер) и не вызывает сомнений.

Диссертационная работа Филенко И.А. состоит из введения, трех глав, выводов и списка цитируемой литературы. Работа изложена на 141 странице машинописного текста, содержит 20 таблиц, 45 рисунков. Список литературы включает 192 работы отечественных и зарубежных авторов. Диссертационная работа хорошо структурирована и оформлена в соответствии с требованиями, установленными Министерством науки и высшего образования РФ.

**Во введении** автор отмечает актуальность, научную новизну, практическую значимость работы, цель работы и задачи исследования.

**Литературный обзор** содержит сведения о различных источниках фосфатного сырья, их мировых и Российских запасах, прогнозах использования и разработки, методах и способах их переработки на удобрения. Установлено, что методология переработки бедного фосфатного сырья практически не развита.

Собранный и проанализированный в литературном обзоре материал позволил выбрать направления для исследования, сформулировать цели и задачи.

**В методической части** работы содержится описание методик проведения экспериментов и химико-аналитического контроля сырья, полупродуктов и продуктов переработки. Приведены принципиальные схемы лабораторного аппарата по переработке фосфорита. Рассчитаны расходные нормы сырья и марки возможных удобрений.

**В экспериментальной части** приводятся результаты проведенных исследований и их обсуждение. Экспериментальная часть включает:

- исследование химического и минералогического состава фосфоритной муки Полпинского месторождения (ФМПМ);
- исследование закономерностей кислотного разложения ФМПМ: влияние температуры, концентрации разлагающего агента, кинетики выщелачивания полуторных оксидов, а так же способы подавления пенообразования, исследование газовыделения и реологические характеристики кислых пульп;
- исследование стадии аммонизации кислотных вытяжек и введение добавок, реологические характеристики систем в ходе указанных процессов;
- Исследование стадий гранулирования и сушки, физико-механических свойств и химического состава готовых продуктов. Приводится технологическая схема процесса.

**Выводы** содержат заключение по проведенной работе.

Диссертационная работа Филенко И.А. логично построена, оформлена качественно, ее содержание соответствует поставленной цели.

В автореферате диссертации отражены основные результаты, полученные в работе. Имеющиеся публикации (11 печатных работ), 1 патент РФ на изобретение, а также участие в международных и всероссийских конференциях указывают на достаточную апробацию материалов диссертационной работы.

#### **Замечания по работе:**

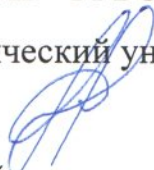
1. Одной из существенных проблем азотнокислотной технологии переработки фосфатного сырья является задача коррекции соотношения  $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$  в растворе разложения. Величина соотношения  $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$  определяет степень ретроградации фосфора после нейтрализации кислот в готовом удобрении. К сожалению, проблема удаления избыточного кальция из азотнокислотной вытяжки в работе практически не рассмотрена.
2. Критерием для разработки различных марок удобрений на основе азотнокислотного разложения фосфорита в работе предложено использовать соотношение N:P:K. Однако для получения квалифицированных продуктов, соответствующих мировым стандартам на минеральные удобрения с высоким содержанием водорастворимых форм  $\text{P}_2\text{O}_5$ , необходимо регулировать концентрацию кальция в азотнокислотной вытяжке.
3. Кинетика разложения фосфатного сырья в растворах азотной кислоты исследована в большом количестве работ в зависимости от температуры, концентрации кислоты, гидродинамических условий перемешивания, размера частиц, состава фоссырья и др. параметров. Недостатком предложенной в работе кинетической модели является отсутствие данных по влиянию размера частиц апатита на скорость разложения фоссырья.
4. Не указана производственная мощность предложенной технологической схемы. На какую производительность она рассчитана?

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Филенко Игоря Анатольевича «Кислотное разложение природных фосфоритов с получением различных форм комплексных удобрений» является завершённой научно-квалификационной работой, которая по своей актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует п.9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» (в ред. Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. В ней на основании выполненных автором исследований разработаны положения о технологии получения сложных удобрений, совокупность которых можно квалифицировать как достижение в области физико-химических основ технологии неорганических веществ.

Автор диссертации – **Филенко Игорь Анатольевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ.

Официальный оппонент: доктор технических наук (05.17.01 – Технология неорганических веществ), доцент, профессор кафедры технологии неорганических веществ ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»



Смирнов Николай Николаевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» РФ, 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., д. 7

Телефон: +7 (4932) 32-92-41 E-mail: nnsmi@mail.ru

Подпись Смирнова Н.Н. заверяю:

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»



Хомякова Анна Александровна