

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Винокуровой Ольги Владимировны «Исследование кинетики процесса разложения высококремнистого фосфатного сырья», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

В период с 2019 по 2023 год потребление минеральных удобрений в Российской Федерации выросло с 3,7 до 5,3 миллионов тонн по действующим веществам NPK удобрений, на мировом рынке с 2001 по 2026 год рост объема потребления NPK удобрений составит 50%, а в период с 2022 по 2027 год прогнозируемое потребление пентаоксида фосфора для производства удобрений вырастет на 14,4% и составит 52,3 миллионов тонн. Производство минеральных удобрений является отраслью, обеспечивающей продовольственную безопасность Российской Федерации и мира, в связи с чем минеральные удобрения, выпускаемые на основе отечественного сырья по российским технологиям, востребованы по всему миру. Снижение объема сырьевых ресурсов с высоким содержанием фосфора, рост населения планеты и снижение глобальных посевных площадей при росте урожайности являются устойчивой тенденцией до 2050 г, которая вынуждает страны ужесточать экспортные ограничения и контролировать цены на фосфорные удобрения, а производителей удобрений искать новые источники фосфора для питания растений.

Масштабные исследования стратегических запасов минерального сырья активно выполнялись в период существования СССР и распространялись на рудные и нерудные месторождения, включая апатиты и фосфориты. Оценивая промышленную значимость месторождений их классифицировали на основные и забалансовые. Экономически нецелесообразной считалась переработка бедного сырья. Активная эксплуатация месторождений по мере истощения приводит к снижению качества сырья, увеличивая себестоимость его концентрирования и транспортировки к перерабатывающим предприятиям, что, в конечном итоге, негативно сказывается на рентабельности производства минеральных удобрений и их доступности сельхозтоваропроизводителю.

Поиск и эксплуатация месторождений, отзывчивых к методам первичного обогащения, обеспечивающих повышенное содержание пентаоксида фосфора, входит в число стратегических направлений развития химической промышленности. Технологии, обеспечивающие высокую рентабельность производства, являются основой обеспечения конкурентными и высокомаржинальными продуктами на мировом рынке фосфорных удобрений, а также доступными по цене удобрениями на внутреннем рынке.

В этой связи тема диссертации Винокуровой Ольги Владимировны, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является актуальной и своевременной.

Новизна работы заключается в обосновании возможности комплексной азотнокислотной переработки высококремнистых фосфоритных руд Полпинского месторождения на неорганические продукты с учетом установленных особенностей сырья; предложении модернизации производства NPK удобрений на базе фосфоритного сырья при сохранении существующей технологии для переработки апатитовых руд; предоставлении математического описания процесса

кислотного разложения, с учетом корректной площади поверхности контакта фаз и механизма взаимодействия руды с азотной кислотой, с учетом свойств сырья; установлении факта возможности магнитного отделения примесей железа.

С точки зрения практической значимости работы, следует отметить условия эффективного вскрытия сырья без дополнительных затрат энергии на стадии разложения, возможность использования стандартного оборудования в рамках существующих и рекомендуемых схем переработки фосфатного сырья, а также реализацию ресурсосберегающей технологии получения фосфорсодержащих минеральных удобрений за счет использования нерастворимого остатка фосфорита, который будет выступать в качестве попутного продукта в смежных отраслях промышленности. Кроме того, приведено решение проблемы препятствия обогащению образца методом дробления, что является одной из основных проблем обогащения фосфоритных руд для дальнейшего производства минеральных удобрений. Выявленные параметры сырья и описанные методы позволяют вести переработку Полпинского месторождения фосфоритов, запасы которого оцениваются в 10,3 миллионов тонн пентаоксида фосфора, что является промышленно значимым объемом.

Вопросы и замечания по содержанию автореферата:

1. Основной задачей химической технологии неорганических веществ является разработка технических решений для производства продуктов, а именно фосфорных минеральных удобрений. Автор сконцентрировался только на технологии получения NPK удобрений, тогда как фосфоритное сырье не содержит достаточного количества калия, и предлагаемая технология предполагает введение калийных солей только перед грануляцией. Таким образом не рассмотрено производство NP удобрений, а также водорастворимых NP и NPK удобрений, которые могут быть получены из изученного сырья при существующем стандартном аппаратно-техническом обеспечении производства.

2. Содержание питательных компонентов в NPK удобрении приведено в виде широкого диапазона с суммарным содержанием элементов питания от 28 до 42%. Для понимания возможного спектра производимых удобрений необходимо указывать состав азотнокислотных суспензий и вытяжки, а также возможных наиболее концентрированных марок удобрения и соотношения элементов питания, так как минеральные удобрения используются для составления системы питания сельскохозяйственных растений и итоговый состав получаемого продукта во многом определяет его востребованность на рынке. Ключевым элементом является содержание пентаоксида фосфора и азота в получаемом полупродукте, так как калийный компонент может быть добавлен в различных соотношениях.

3. Следует отметить, что аммонийная и нитратная форма азота отличаются разной кинетикой усвоивания растениями и имеют различное воздействие на окружающую среду, важно понимать их соотношение в продукте. Минеральные удобрения могут включать такие компоненты, как Ca, Mg и Fe, а в нитратной форме эти элементы реализуются на рынке как отдельные удобрения. В комплексном удобрении присутствие этих элементов может положительно влиять на качество сельскохозяйственной продукции. Состав нерастворимого остатка, например, содержит суммарно по CaO и MgO - 0,38%, тогда как в исходном сырье 27,42% CaO и 0,23% MgO, примесь железа может быть отделена магнитным способом. Более детальное отражение путей глубокой переработки сырья и

управления отходами может значительно влиять на общую рентабельность производства.

Указанные замечания не снижают положительного впечатления о работе и носят рекомендательный характер.

Тема диссертации соискателя полностью соответствует цели и задачам исследования. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ и критериям ВАК Минобразования РФ, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности, а ее автор Винокурова Ольга Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Начальник центра инноваций  
АО «Апатит», ГК «ФосАгроЛ

кандидат технических наук  
(специальность 02.00.04 – физическая  
химия)



Демидов Дмитрий Вячеславович

15 ноября 2023 г.

Группа компаний «ФосАгроЛ

ОП АО «Апатит» в г. Москве  
119333 г. Москва, ул. Ленинский проспект, д. 55/1, стр. 1  
Тел. раб. 8 (495) 232 96 89 доб. 2177  
адрес электронной почты: DDemidov@phosagro.ru



Подпись Демидова Дмитрия Вячеславовича заверяю:

Начальник управления по работе с персоналом –  
Шабанова И.В.   
17.11.2023

№ 05-7759  
22 11 2023 г.  
подпись 