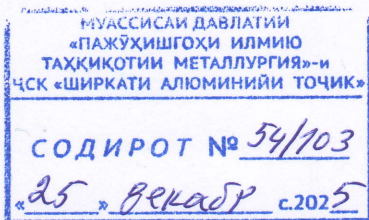




Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734003, ш. Душанбе,  
к. Х. Хақимзода, 17  
Тел.: (992-372) 24-26-20, 44-600-39-01

Республика Таджикистан, 734003, г. Душанбе,  
ул. Х. Хақимзаде, 17  
E-mail: [inmet.talco@mail.ru](mailto:inmet.talco@mail.ru)



**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор Государственного учреждения

«Научно-исследовательский институт  
металлургии», открытого акционерного  
общества «Таджикская алюминиевая  
компания», кандидат технических наук



 Наимов Н.А.

« 25 » декабря 2025 г.

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу Карамбахшова Хошима Зайршоевича «Технология переработки фосфоритовых руд с получением комплексных удобрений», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7 – Технология неорганических веществ (технические науки).

**Актуальность темы исследования.** Диссертационная работа Карамбахшова Х.З. посвящена разработке технологии переработки бедных фосфоритовых руд Риватского месторождения с получением гранулированных комплексных удобрений типа NPK, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Республики Таджикистан. В условиях роста мирового потребления фосфорных удобрений и высокой высокой нестабильности цен на фосфатный концентрат, задача вовлечения местной сырьевой базы высококачественных фосфоритов месторождении Риват в переработку имеет бесспорно научно-техническую и социально-экономическую значимость.

Для Таджикистана, аграрный сектор которого формирует существенную долю ВВП, дефицит доступных фосфорных минеральных удобрений и высокая зависимость от импорта приводят к сокращению норм внесения удобрений, снижению урожайности хлопчатника и других стратегических культур и, как следствие, к угрозе продовольственной безопасности. В этих условиях разработка ресурсосберегающей технологии переработки Риватских фосфоритов с получением комплексных удобрений, способной заменить импортный суперфосфат и часть комплексных минеральных удобрений, является актуальной и стратегически важной задачей.

Следует подчеркнуть, что диссертация органично вписывается в современные мировые тенденции перехода к переработке низкосортных фосфоритовых руд с использованием комбинированных схем обогащения и кислотного вскрытия, а также к созданию локальных производств NPK-удобрений.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация отличается чёткой структурой: включает введение, три главы, выводы, список литературы и приложения. Обзор литературы выполнен достаточно полно и демонстрирует хорошую осведомлённость автора как в мировых, так и в региональных исследованиях по тематике переработки фосфоритов и производства NPK-удобрений. Экспериментальные главы логично выстроены, хорошо иллюстрированы 16 рисунками и 14 таблицами; использовано 160 литературных источников. Между отдельными разделами прослеживаются внутренняя логика и преемственность.

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулирована цель, задачи исследования, научная новизна и практическая значимость.

**В первой главе** представлен глубокий анализ отечественной и зарубежной литературы по вопросам переработки фосфоритного сырья и получения NPK-удобрений, что позволило определить направления собственных исследований.

**Вторая глава** посвящена изучению химико-минералогического состава руды Риватского месторождения, методике флотационного

обогащения, термодинамическим закономерностям кислотного вскрытия концентратов и параметрам синтеза НПК-удобрений.

**Третья глава** содержит результаты экспериментальных исследований, обоснование технологической схемы и агрохимическую оценку полученных удобрений в полевых условиях на хлопчатнике сорта «Вахдат-20». Глава завершается обобщением результатов исследований и их обсуждением.

### **Степень разработанности проблемы и постановка цели**

В первой главе диссертации раскрыты глобальная и региональная сырьевая база фосфатов, дана характеристика Риватских фосфоритов, рассмотрены современные методы обогащения фосфатного сырья, термодинамика кислотного разложения фосфоритов и подходы к синтезу комплексных удобрений. На этом фоне корректно обоснована необходимость разработки специальной технологии переработки карбонат-апатитовых руд Риватского месторождения.

Сформулированная цель – научное обоснование и разработка физико-химических принципов переработки фосфоритового сырья Риватского месторождения для получения эффективных гранулированных НПК-удобрений – логично конкретизируется в набор взаимосвязанных задач, охватывающих: минералого-геохимическое изучение руд; разработку схемы флотационного обогащения; исследование термодинамики и кинетики сернокислотного и азотнокислотного вскрытия концентратов; синтез и грануляцию комплексных удобрений; оценку агрохимической эффективности полученных НПК на хлопчатнике сорта «Вахдат-20»; технико-экономическое обоснование предлагаемых решений.

Постановка цели и задач представляется корректной, логически связанной и соответствующей требованиям к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

### **Научная новизна и её обоснованность**

В диссертации получен комплекс новых научных результатов, в том числе:

- установлено, что фосфоритовые руды Риватского месторождения относятся к карбонат-апатитовому типу с доминированием франколита и

благоприятной гранулометрией, обеспечивающей высокую эффективность флотационного обогащения;

- разработана и научно обоснована схема прямой флотации без предварительных гравитационно-магнитных стадий, обеспечивающая получение фосфоритного концентрата с содержанием 26–28 %  $P_2O_5$  при извлечении не менее 85%, с оптимизированным реагентным режимом (олеиновая кислота и водорастворимые активаторы);

- исследованы термодинамические и кинетические параметры сернокислотного вскрытия концентрата; показано, что при  $T \approx 75$  °С, рН 1,8–2,2 и  $d_{80} \leq 0,16$  мм достигается извлечение  $P_2O_5$  более 90 % за счёт минимизации пассивирующего гипсового слоя;

- разработана лабораторная методика получения гранулированных комплексных NPK-удобрений на основе кислотного обработанного концентрата; обоснованы состав и режим грануляции, обеспечивающие высокую механическую прочность и хорошую растворимость гранул в условиях серозёмов;

- полевые испытания на хлопчатнике сорта «Вахдат-20» показали прирост урожайности хлопка-сырца на 14–18 % и улучшение качества волокна на 1,2–1,5 процентных пункта по сравнению с традиционными удобрениями;

- проведено технико-экономическое обоснование предлагаемой технологии, подтвердившее её рентабельность, потенциал импортозамещения и возможность частичного экспорта.

Комплексность поставленных задач, глубокая экспериментальная проработка и тесная связь теоретических выводов с практической реализацией позволяют считать заявленные элементы научной новизны обоснованными.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Теоретические аспекты данного исследования внедрены и используются учебном процессе при чтении лекций, проведении лабораторных работ, написании статей, могут использоваться учёными для дальнейших работ в этом направлении.

Практическая значимость работы является несомненной и подтверждается:

1. разработкой технологической схемы флотационного обогащения, адаптированной к минеральному составу риватских фосфоритов и позволяющей использовать существующий парк флотационного оборудования;

2. оптимизацией режима кислотного вскрытия, снижающей расход кислоты на 12–15 % и одновременно повышающей степень извлечения фосфора;

3. созданием рецептуры комплексных NPK-удобрений, ориентированных на почвенно-климатические особенности северного Таджикистана;

4. внедрением результатов в виде полевых испытаний на хлопчатнике и рекомендаций для проектирования опытно-промышленной линии по производству удобрений из местного сырья;

5. возможностью разработки национальных стандартов на комплексные удобрения на основе Риватских фосфоритов.

Отдельно следует отметить значение диссертационной работы для снижения импортной зависимости аграрного сектора Таджикистана и уменьшения транспортного углеродного следа удобрений.

**Научный вклад соискателя в решение научной задачи заключается в том,** что по результатам исследований опубликовано 11 научных работ, из них 5 статей – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, и 6 статей – в материалах международных и республиканских конференций. Также получен акт об испытании опытного суперфосфата, полученного из фосфоритовой руды Риватского месторождения.

Вышеизложенное позволяет констатировать достаточно высокий уровень апробации диссертационного исследования. Материал диссертации логично и последовательно изложен, хорошо иллюстрирован, выводы достаточно обоснованы.

Сформулированные выводы и опубликованные научные статьи автора соответствуют паспорту специальности 2.6.7 - технология неорганических

веществ (технические науки) по следующим пунктам п.1; п.2; п.3; п.4 и п.6 и требованиям ВАК Российской Федерации.

### **Общие замечания по диссертационной работе и автореферату:**

При всех несомненных достоинствах диссертационной работы следует отметить ряд замечаний, носящих в основном уточняющий и рекомендательный характер:

1. Было бы целесообразно более подробно описать условия проведения кислотного разложения концентратов руды Риватского месторождения.
2. В разделе 2 диссертации недостаточно подробно описаны минералогическо-петрографические исследования исходного сырья.
3. В диссертации не уточняется возможность дальнейшего использования образующихся хвостов.
4. В разделе 3, в таблицах 3.1 и 3.2 (стр. 76 диссертации), единицы измерения «г» и «кг/т» используются одновременно, что требует уточнения?
5. Представляется полезным в дальнейшем детализировать вопросы масштабирования разработанной технологии до промышленного уровня, включая специфику аппаратов, режимы перемешивания и возможные узкие места.
6. В разделе 3, в таблицах 3.8, 3.9 и 3.10 диссертации, содержащих результаты полевых испытаний, целесообразно указать доверительные интервалы и провести статистическую обработку данных, что дополнительно усилило бы доказательность выводов.
7. В тексте встречается отдельное дублирование формулировок, что несколько затрудняет восприятие материала и требует редакторской правки.

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы и носят характер пожеланий автору на будущее.

### **Достоверность и обоснованность результатов**

Достоверность полученных результатов обеспечивается:

- использованием современного комплекса экспериментальных методов (рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия, спектральные и химические методы анализа, лабораторные флотационные испытания, стендовые эксперименты по кислотному вскрытию, полевые агрохимические опыты);

- корректной математической обработкой экспериментальных данных, использованием реперных условий и сопоставлением с известными литературными данными;
- согласованностью результатов различных методов, а также технико-экономическим анализом, основанным на реалистичных производственных и ценовых параметрах;
- апробацией материалов диссертации на ряде международных и республиканских конференций и публикацией научных работ, включая статей в рецензируемых журналах.

Все это позволяет считать выводы диссертации убедительными и достоверными.

#### **Рекомендации по использованию результатов исследования.**

Результаты исследования, приведённые в диссертационной работе Карамбахшова Х.З. могут быть использованы предприятиями подведомственными Министерству промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, ВУЗами горно-металлургического, химического профилей и в учебных процессах.

#### **Заключение**

Диссертация Карамбахшова Хошима Зайршоевича *«Технология переработки фосфоритовых руд с получением комплексных удобрений»* является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача разработки и обоснования технологических принципов переработки бедных фосфоритовых руд Риватского месторождения с получением эффективных комплексных NPK-удобрений.

По своему содержанию, уровню научной новизны и практической значимости, а также по объёму выполненных соискателем исследований диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.6.7 – «Технология неорганических веществ». Она соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого ВАК Министерства науки и

высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук.

Результаты, опубликованные в рецензируемых научных журналах, вполне отражают содержание работы. Автореферат соответствует содержанию диссертации

Автор заслуживает присуждения учёной степени **кандидата технических наук** по специальности **2.6.7 – Технология неорганических веществ (технические науки)**.

Отзыв заслушан и утверждён на заседании Государственного учреждения «Научно-исследовательский институт металлургии» открытого акционерного общества «Таджикская алюминиевая компания» (24 декабря 2025 г., протокол № 14).

**Председатель заседания:**

Директор ГУ «НИИМ»  
ОАО «ТАЛКО», к.т.н.



Наïмов Н.А.

**Эксперт:**

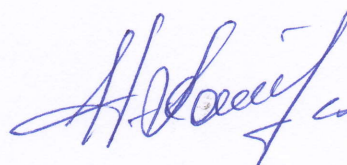
Замдиректора по научной работе  
ГУ «НИИМ» ОАО «ТАЛКО», д.т.н.



Муродиён А.Ш.

**Секретарь заседания:**

Учёный секретарь ГУ «НИИМ»  
ОАО «ТАЛКО», к.т.н.



Хамраев Н.Х.

**Адрес:** 734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Х. Хакимзаде, 17.

**E-mail:** [inmet.talko@mail.ru](mailto:inmet.talko@mail.ru) **Телефон:** (+992)37 224 26 20, 44 600 39 01

Подлинность подписей к.т.н, Наïмова Н.А., д.т.н, Муродиёна А.Ш. и к.т.н Хамраева Н.Х. заверяю:

Заведующий сектором научно-технического  
сотрудничества и учёта кадров  
ГУ «НИИМ» ОАО «ТАЛКО»



Шарипов З.Х.