

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу **Қалымбет Арайлым Қайролдақызы**  
на тему:

**«Исследование свойств и разработка технологии получения сорбционно-фильтрующих материалов из отечественного сырья»**,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)  
по образовательной программе **8D07109 – «Инновационные технологии и новые неорганические материалы»**

Диссертационная работа Қалымбет Арайлым Қайролдақызы посвящена актуальной научно-технической задаче – разработке эффективных сорбционно-фильтрующих материалов на основе техногенных отходов для очистки вод от ионов тяжёлых металлов. В условиях возрастающего антропогенного воздействия на окружающую среду и необходимости рационального использования минеральных ресурсов данное направление исследований имеет важное научное и практическое значение.

В работе проведён комплексный анализ минерально-сырьевой базы Казахстана с целью отбора перспективных объектов для синтеза функциональных материалов. На основе сравнительного исследования отходов обогащения различных месторождений обоснован выбор флотационных хвостов месторождения Акбакай в качестве исходного сырья. Показано, что их минеральный состав и химическая активность являются благоприятными для формирования силикофосфатных структур.

Соискателем разработан метод получения сорбционно-фильтрующих материалов, основанный на кислотнo-термической модификации с использованием ортофосфорной кислоты и последующей термообработки. Установлены закономерности влияния концентрации кислоты и температуры прокаливания на фазовый состав, текстурные характеристики и поверхностные свойства синтезированных материалов.

Комплекс физико-химических методов исследования (XRD, FTIR, SEM, BET, zeta потенциал и др.) позволил глубоко охарактеризовать структуру и свойства полученных сорбентов. Показано, что несмотря на сравнительно низкую удельную поверхность, материалы обладают высокой сорбционной активностью, что обусловлено химической природой активных центров и формированием функциональных фосфатных групп.

В работе детально изучены равновесные, кинетические и динамические характеристики сорбции ионов меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ). Установлено, что процесс сорбции описывается псевдoвторым порядком кинетики и характеризуется высокой скоростью протекания. Экспериментальные данные удовлетворительно описываются современными изотермическими моделями, что свидетельствует о гетерогенности поверхности и наличии специфических взаимодействий между сорбентом и ионами металла.

