

## АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Омарова Бекжана Темирхановича на тему «Разработка инновационной технологии получения гуматсодержащих комплексных минеральных удобрений» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000-«Химическая технология неорганических веществ»

**Актуальность темы.** Республика Казахстан активно занимается сельским хозяйством, поэтому на сегодняшний день повышение качества сельскохозяйственной продукции в стране является одной из приоритетных задач. Переработка промышленных отходов также относится к числу актуальных и нерешенных проблем. Исследование способов получения гуматсодержащих минеральных удобрений с использованием природного сырья и техногенных промышленных отходов является одной из важнейших задач.

Основными элементами плодородия почвы являются наличие N, P, K, гуминовых веществ и микроэлементов. Единственным решением данной проблемы является налаживание производства гуматсодержащих удобрений.

На угольных месторождениях миллионы тонн низкокалорийных углей, образовавшихся в окисленных поверхностных слоях, а также непригодных для сжигания, остаются невостребованными. Эти отходы склонны к самовозгоранию.

Анализ литературных и патентных данных показал, что использование природного сырья и техногенных отходов для производства гуматсодержащих удобрений позволяет не только снизить загрязнение окружающей среды, но и получить недорогие удобрения.

Сырье, используемое для производства удобрений, представляет собой отходы фосфорного производства, а именно третичные возвратные мелкие частицы, образующиеся после агломерационной машины АКМ-312, а также циклонная пыль и пыль электрических фильтров. Их состав включает  $P_2O_5$  (общий) от 19,8 до 22,86%, а также оксиды Ca, Mg, K, Na, S, F и микроэлементы, способствующие росту и развитию растений.

Предлагаемая технология получения комплексных органоминеральных удобрений из гуматов бурого угля является простой и не требует значительных затрат.

Таким образом, разработка и внедрение инновационных технологий производства таких удобрений является важной и актуальной задачей.

**Цель исследования:** разработка инновационной технологии получения гуматсодержащих комплексных минеральных удобрений.

**Задачи исследования:**

- определение качества используемых сырьевых материалов (бурый уголь, фосфоритная пыль, вермикулит и т.д.) и изучение их пригодности для производства гуматсодержащих органоминеральных удобрений с использованием физико-химических методов;

- совершенствование процесса получения гуматов в гидродинамическом роторно-пульсационном аппарате;
- определение технологических параметров получения гуматов из бурого угля (температура, концентрация щелочи, время экстракции);
- разработка технологии и технологической схемы получения гуматов и гуматсодержащих удобрений с использованием бурого угля Экибастузского месторождения;
- исследование влияния гуматсодержащих удобрений на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

**Объект и методы исследования.** Установка для экстракции гуматов из бурого угля с использованием щелочи, а также сырье, включающее третичные возвратные мелкие частицы, образующиеся при агломерации фосфоритов, электрофильную и циклонную пыль, вермикулит, внутренние горные породы, аммофос и серу, являются основными объектами исследования. Исследование выполнено с использованием современного оборудования: электронного микроскопа JEOL JSM6490 LV, термогравиметрического и дифференциально-сканирующего калориметра TGA/DSC1 METTLER TOLEDO, спектрофотометра SPECORD 75 IR, дифференциального дериватографа Q-STARS SK. Применялись аналитические, физико-химические, термодинамические и кинетические методы исследования. Для обработки и анализа экспериментальных данных использовались статистико-математические методы. Влияние удобрений на сельскохозяйственные культуры изучалось с использованием традиционных методов полевых испытаний.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- установлено, что использование бурого угля, фосфоритной пыли и вермикулита в производстве гуматсодержащих удобрений эффективно благодаря высокому содержанию в их составе элементов, необходимых для роста и развития растений;
- определены оптимальные технологические параметры получения гуматов из бурого угля: при температуре 70°C, использовании 15%-ного раствора гидроксида натрия и проведении экстракции в течение 10 минут выход гуматов достигает 65%;
- эффективность процесса получения гуматов повышена за счет применения гидродинамического роторно-пульсационного аппарата. Эта технология сокращает время производства и улучшает качество продукта;
- применение гуматсодержащих удобрений в сельском хозяйстве способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению структурных, химических и биологических свойств почвы;
- переработка производственных отходов обеспечивает экологическую безопасность, повышает экономическую эффективность технологии производства гуматсодержащих удобрений и способствует решению экологических проблем.

**Основные результаты исследования:**

1. При получении комплексного органоминерального удобрения, содержащего гуматы, использование гигроскопичного вермикулита, который является безопасным для сельскохозяйственных культур, нерастворимым, неразрушающимся и сохраняющим воду сырьем, позволяет экономить до 10-15% воды в период орошения овощных культур.

2. Определены термодинамические и кинетические зависимости основных реакций, протекающих при производстве комплексного органоминерального удобрения, содержащего гуматы. Использование гидродинамического роторно-пульсационного аппарата позволяет осуществить процесс перехода бурого угля в гуматы за 15-20 секунд.

3. Термодинамические и кинетические исследования процессов получения гуматов и очистки бурого угля от примесей показали, что для шести исследуемых реакций в диапазоне температур 298-351 К значения энтальпии являются отрицательными и находятся в пределах от 211,0 до 2067 кДж/моль. Реакция разложения оксида железа серной кислотой (2) характеризуется значениями от 4949,1 до 5119,5 кДж/моль, что указывает на её термодинамическую вероятность.

4. При обработке бурого угля процесс получения гуматов в зависимости от концентрации щелочи был изучен экспериментально и обработан с использованием уравнения Павлюченко. Видимая энергия активации была рассчитана на основе графической зависимости  $\ln k = f(1/T)$ , и полученные результаты соответствуют значениям  $E_{\text{каж}} = 66,6 - 109,3$  кДж/моль. Этот процесс характеризуется адсорбцией, происходящей в переходной кинетической зоне, а также активным влиянием диффузионных факторов.

5. Разработаны основные технологические показатели процесса получения сложных удобрений, содержащих 45% гуматов, 30-35% твердых остатков, содержащих фосфор, 9-11% вермикулита и 8-12% внутренних горных пород, богатых калием и микроэлементами, образующихся при добыче угля.

6. Полевые испытания органоминеральных удобрений, проведенные на посевных площадях крестьянского хозяйства «Жантас» и на арендованных земельных участках АО «ЮКУ им. М.Ауэзова» в селе Жаскешу, Тюлькубасского района, позволили определить агрономическую роль гуминовых веществ. Установлено, что гуминовые вещества способствуют улучшению структуры почвы, её аэрации, способности удерживать и отдавать воду, увеличивают урожайность различных сельскохозяйственных культур на 15-50%, предотвращают закисление почвы и образование трещин.

Использование веществ, содержащих гуматы и удерживающих влагу, позволяет увеличить производство продукции, а также сохранить влагу в почве и сэкономить 10-15% воды, используемой для орошения.

#### **Обоснование новизны и важности полученных результатов:**

- в процессе обжига компонентов шихтовой смеси, содержащей фосфоритную пыль, вермикулит, циклонную пыль и внутренние породы, при температуре 700–800°C в течение 10–20 минут был определен оптимальный

состав сырья. За счет выделения углекислого газа и влаги пористость вермикулита увеличивается, а из состава внутренних пород разлагаются карбонаты и соединения серы;

- при добавлении серной кислоты к углю в процессе, происходящем в диапазоне температур 298–351 К под воздействием времени, происходят химические реакции оксидов  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  и  $MgO$  в результате взаимодействия элементов. В этом процессе наблюдается диффузионное смещение, которое обеспечивает перераспределение продуктов реакции и их переход в равновесное состояние. Согласно результатам исследования, уровень диффузионного смещения составляет 92,3%, а оставшиеся 7,7% являются признаками стабилизации продуктов процесса. Эти показатели демонстрируют, что основная часть реакции завершена, химическая система достигла стабильного состояния, и процесс приобрел устойчивый характер.;

- в результате полевых и лабораторных испытаний гуматсодержащих органоминеральных удобрений на различных овощных культурах было установлено, что добавление вермикулита в удобрение увеличивает пористость. Это способствует сохранению влаги в почве, что позволяет экономить воду при поливе на 10–15%;

- установлено, что с увеличением времени обработки углеводородной суспензии в гидродинамическом роторно-пульсационном аппарате (ГРПА) количество гуматов увеличивается в 2–3 раза, достигая 65%.

**Теоретическая значимость работы** заключается в проведении теоретических и экспериментальных исследований с выявлением оптимальных технологических и технических характеристик основного и вспомогательного оборудования, аппаратов и установок;

#### **Практическая значимость работы:**

- разработка технологии и технологической схемы получения гуматсодержащих органоминеральных удобрений;

- оптимальные технологические параметры ведения процесса получения органоминерального удобрения, содержащих гуматы;

- оптимальные параметры измельчения фосфор и гумат содержащих материалов, что подтверждается инновационным патентом РК №31226 «Способ измельчения фосфор содержащих материалов»;

- улучшение экологической обстановки промышленных регионов и создание не комкуемых и не слипающихся органоминеральных удобрений, содержащих гуминовые вещества за счет применения техногенных природных и сырьевых отходов различных производств.

**Соответствие диссертации направлениям развития науки или государственным программам.** Диссертационная работа выполнена на кафедре «Технология неорганических и нефтехимических производств» и в научно-исследовательской лаборатории «Неорганические соли, защита растений и стимуляторы роста», в соответствии с госбюджетной темой НИР кафедры ГБНИР 21-03-02: «Разработка новых перспективных технологий и усовершенствование традиционных технологий получения неорганических

продуктов, экологически безопасных удобрений и стимуляторов роста растений на основе минерального сырья и техногенных отходов», Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова и по проекту AP15473348 на тему «Разработка новой технологии получения гуматсодержащих комплексных минеральных удобрений» в рамках грантового финансирования «Жас Ғалым-2022».

**Личный вклад докторанта в подготовку каждого издания состоит:** в разработке основных положений, с разработкой результатов исследований, выводов диссертаций и трудов, которые изложены в 19 печатных работах, в том числе в международных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus – 3, в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК – 3, в материалах международных конференций – 11 статей, получен 1 инновационный патент Республики Казахстан и выпущена 1 монография.

Вклад автора в подготовку каждой статьи представлен в диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 174 страницах, 27 таблицах, 68 рисунках. Список использованной литературы составляет 108 наименований литературы.