

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА

СЭТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ И
БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



«Допущена к защите»
Заведующий кафедрой ХТНВ
Канд. химич. наук, доцент
Н.М. Жунусбекова
« 6 » мая 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему: «ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНЕФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА
ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ СОКОЛОВСКО-
САРБАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»

по образовательной программе 5В072000 – «Химическая технология
неорганических веществ»

Выполнил выпускник: *Аукенова*

Аукенова М.М.

Научный руководитель: *Капралова*

д.т.н., проф., ассоц. проф. Капралова В. И.

Нормоконтролер: *Мирзабекова*

тьютор Мирзабекова Ш.У.

Алматы 2019

РЕФЕРАТ

40 бет, 12 сурет, 5 кесте, 82 пайдаланылған дереккөз

Түйінді сөздер: байыту қалдықтары, Соколов-Сарыбай кен орны, темір рудалары, крем-фосфат тыңайтқыштары.

Жұмыстың мақсаты - қазақстандық кен орындарынан темір рудаларының байыту қалдықтарының материалдық және фазалық құрамын зерттеу және оларға негізделген крем-фосфат тыңайтқыштарын алу мүмкіндігін зерттеу.

Мақсаттары: Соколово-Сарбайск кен орны мен Великовское Северное кенінен темір рудаларының қалдықтарын материалды және фазалық құрамын зерттеу; осы қалдықтар негізінде жаңа кремний-фосфат материалдарын синтездеу; суда ерігіштігін, алынған ерітінділердегі фосфор пентоксидінің ас қорыту нысандарын және алынған өнімдердің тыңайтқыш қасиеттерін зерттеу.

Әдістері: XRF, электронды зонды талдау, фотокомориметрия.

Нәтижелері: Соколов-Сарыбай және Великовское Северное кен орындарындағы темір рудаларының қалдықтарын материалды-фазалық құрамы зерттелді. Великовское кен орнындағы рудалық байыту қалдықтарының құрамында кадмий йодида бар және тыңайтқыштарды дайындау кезінде шикізат ретінде ұсыныла алмайтындығы анықталды. Соколов-Сарыбай кенішінің кенді байыту қалдықтарына сүйене отырып, кремний-фосфат материалдары 200, 400 ° C және 600 ° C кезінде синтезделді. Синтездің температурасына қарай су ерігіштігі және P₂O₅ сіңімділік нысандарының мазмұны зерттелген. Максималды ерігіштігі өнімнің 400 ° C температурасында ерігенде байқалады - 7,0%. Ондағы сіңімділік формаларының мазмұны: $\sum P_2O_5^{водо-} + P_2O_5^{цитрат-} = 88,4 \%$.

РЕФЕРАТ

40 стр., 12 рисунков, 5 таблиц, 82 использованных источника

Ключевые слова: отходы обогащения, Соколовско-Сарбайское месторождение, железная руда, кремнефосфатные удобрения.

Цель работы – изучить вещественный и фазовый состав отходов обогащения железных руд казахстанских месторождений и исследовать возможность получения кремнефосфатных удобрений на их основе.

Задачи: изучить вещественный и фазовый состав отходов обогащения железных руд Соколовско-Сарбайского месторождения и Велиховское Северное; синтезировать на основе этих отходов новые кремнефосфатные материалы; изучить водную растворимость, содержание усвояемых форм пентаоксида фосфора в растворах и удобрительные свойства полученных продуктов.

Методы: РФА, электронно-зондовый анализ, фотоколориметрия.

Результаты: Изучен вещественный и фазовый состав отходов обогащения железных руд месторождений Соколовско-Сарбайское и Велиховское Северное. Установлено, что отходы обогащения руды Велиховского месторождения содержат иодид кадмия и не могут быть рекомендованы в качестве исходного сырья при получении удобрений. На основе отходов обогащения руды Соколовско-Сарбайского месторождения синтезированы кремнефосфатные материалы при 200, 400°C и 600°C. Изучена водная растворимость и содержание усвояемых форм P_2O_5 в зависимости от температуры синтеза. Показано, что максимальная растворимость наблюдается при растворении продукта, полученного при 400°C – 7,0 %. Содержание усвояемых форм в нем составляет $\sum P_2O_5^{\text{водн.}} + P_2O_5^{\text{цитрат.}} = 88,4$ отн. %.

ABSTRACT

40 pages, 12 figures, 5 tables, sources used 82

Key words: enrichment waste, Sokolovo-Sarbai Deposit, iron ore, silicate fertilizers.

The aim of the work is to study the material and phase composition of waste enrichment of iron ores of Kazakhstan deposits and to study the possibility of obtaining silica phosphate fertilizers on their basis.

Tasks: to study the material and phase composition of iron ore dressing waste of Sokolovo-Sarbayskoye Deposit and Velikhovo Northern Deposit; to synthesize on the basis of these wastes new silica materials; to study the water solubility, the content of digestible forms of phosphorus pentoxide in solutions and fertilizer properties of the obtained products.

Methods: XRF, electron probe analysis, photolorimetry.

Results: the physical-phase composition of the tails of the iron ore deposits of the Sokolov-Sarbay and Velikhov North has been studied. It is established that the Tailings of the Velikhovskaya ore deposits contain cadmium iodide, and can not be recommended as a feedstock in fertilizers. On the basis of ore dressing waste of Sokolovo-Sarbayskoye Deposit, the siliceous material is synthesized at 200, 400°C and 600°C. solubility in water and the content of digestible forms of P₂O₅ depending on the synthesis temperature are studied. It is shown that the maximum solubility is observed when the product obtained at 400 ° C – 7 is dissolved.0 %. The content of assimilable forms $\sum P_2O_5\text{vod.} + P_2O_5\text{citrate} = 88.4\%$.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	Стр.
1 Литературный обзор	7
1.1 Общие сведения о процессах обогащения руд цветных металлов	10
1.2 Необходимость обогащения удобрений для повышения урожайности, устойчивости к неблагоприятным метеорологическим условиям сельскохозяйственной продукции.	11
1.3 Использование соединений железа и кремния в удобрениях.	13
1.4 Выводы из литературного обзора	15
2 Методы и методики исследований	16
2.1 Характеристика исходных материалов и методы анализа	17
2.2 Методика проведения экспериментов	18
3 Основные результаты работы	19
3.1 Состав по основным компонентам отходов обогащения рудного сырья на основе отобранных проб Соколово- Сарбайского месторождения.	23
3.2 Синтез фосфорных удобрений на основе отходов обогащения полиметаллической руды Соколово-Сарбайского месторождения.	31
3.3 Исследование растворимости и содержания усвояемых форм пентаоксида фосфора в удобрительных материалах.	35
	37
Заключение	38
Список использованной литературы	50

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Более 180 лет назад было установлено, что железо необходимо для жизни всех растений. Кислые почвы, как правило, содержат достаточно доступного железа, чтобы удовлетворить потребности растущих культур. Щелочные почвы могут потребовать внесения удобрений содержащих железо. Все химические соединения железа, которые могут быть удобрениями, растворимы в воде [3].

Основными соединениями железа, которые используются в качестве удобрений, являются сульфаты двух- или трёхвалентного железа, смешиваемые с другими необходимыми питательными веществами и вносимые в почву вразброс или ленточным способом. Удобрения, содержащие сульфаты двух- и трёхвалентного железа, не рекомендуются для опрыскивания листьев. Причина этого в том, что железо не так уж легко переносится с одного места на другое внутри растения. Для внекорневой подкормки путём опрыскивания рекомендуются хелаты железа [34].

Хелаты – это активные химические вещества, такие, например, как лимонная кислота, которые связывают ион железа за счёт двух или более центров в своей структуре, и таким образом ион железа оказывается взятым в клешни с разных сторон. Когда такие связанные ионы железа подвергаются воздействию осаждающих веществ (например, фосфатов или гидроксидов), то ионы железа не могут освободиться и образовать нерастворимые соединения. Некоторые синтетические хелаты, взаимодействуя с железом, образуют растворимые соединения и удерживают железо в растворимом комплексе, усвояемом растениями. Примером одного из хелатов железа, может быть лимоннокислое железо

Объектом исследования являются хвосты крупнокусковой отсадки полиметаллической руды Соколово- Сарбайского месторождения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить вещественный и фазовый состав отходов обогащения полиметаллической руды Соколово- Сарбайского месторождения;
- синтезировать на основе этих отходов новые силико-фосфатные материалы;
- изучить характеристики синтезированных материалов как общая водная растворимость, содержание усвояемых форм пентаоксида фосфора в растворе;

Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что впервые на основе отходов обогащения полиметаллической руды Соколово-Сарбайского месторождения синтезирован ряд фосфатных материалов, содержащих железо, изучены их растворимость и содержание в растворах усвояемых форм пентаоксида фосфора и показано, что оптимальным составом является продукт, полученный при 200⁰С и содержащий водо- и

цитратнорастворимые формы пентаоксида фосфора. Использование синтезированного удобрения на культуре овса повышает его всхожесть и на 19 процентов увеличивает количество зеленой массы [26].

Практическая значимость заключается в создании новых типов фосфорных удобрений на основе отходов обогащения рудного сырья, содержащих железо как микроэлемент, что расширит их ассортимент, а также снизит экологическую нагрузку в регионах расположения обогатительных фабрик [35].

1 Литературный обзор

Общие сведения о процессах обогащения руд цветных металлов

Обогащение полезных ископаемых — комплекс процессов начальной обработки минерального сырья, предполагающая отделение всех ценных минералов от пустой породы, а также взаимное разделение ценных минералов. При обогащении возможно получение как конечных товарных продуктов (асбест, графит и др.), так и концентратов, пригодных для дальнейшей химической или металлургической переработки. Обогащение — наиважнейшее промежуточное звено между добычей полезных ископаемых и использованием извлекаемых веществ. В основе теории обогащения лежит анализ свойств минералов и их взаимодействия в процессах разделения — минералургия [8].

Обогащение существует с древнейших времен как способ извлечения золота путем промывки золотоносных песков и подготовки руд к плавке. Первая в России обогатительная фабрика для извлечения золота была построена на Урале (1760). Описание ряда процессов и методов обогащения приведено в труде М. В. Ломоносова "Первые основания металлургии или рудных дел" (1763). Его современники И. И. Ползунов, К. Д. Фролов и В. А. Кулибин построили несколько механизированных обогатительных фабрик, оборудованных оригинальными машинами для промывки руд. В XIX в. возникли новые процессы и методы обогащения дальнейшее развитие в мире оно получило в первой половине XX в. Причины возникновения и развития обогащения обусловлены тем, что минеральное сырье обычно встречается в виде, исключающем возможность его непосредственного использования вследствие недостаточно высокого содержания полезных компонентов или наличия вредных примесей. Так, среднее содержание P_2O_5 в фосфоритах составляет 13% по массе, тогда как в получаемой из них фосфоритной муке оно должно быть не менее 20%, а в концентратах, которые необходимы для переработки в фосфорную кислоту, 24-28% при строго регламентируемом количестве примесей (не более 2,5% MgO и др.). Наибольшее содержание ценного компонента (в расчете на данный элемент), достигаемое в концентрате, зависит от того, в виде какого химического соединения этот компонент входит в состав обогащаемого. Например, медные концентраты можно получить более богатыми медью, если они содержат халькозин Cu_2S (79,7% Cu), чем в случае халькопирита $CuFeS_2$ (34% Cu) и т.д. [9].

Обогащение осуществляется с помощью ряда последовательных подготовительных, основных и вспомогательных операций. Все эти операции составляют так называемую схему обогащения (рисунок 1), которая выбирается преимущественно в зависимости от минерального состава сырья и содержания в нем полезных компонентов [9].

Такие отходы производства как поleshпатовые концентраты, нашедшими свое применение в керамическом производстве, флюоритовые концентраты,

имеющими применение в производстве алюминия и плавиковой кислоты, получили свое развитие благодаря совершенствованию технологии обогащения руд и внедрения прогрессивных технологических схем обогащения [10].

Основные операции (разделение и концентрирование полезных компонентов).

Естественные и искусственные физические и физико-химические свойства минералов являются основными показателями на которые базируется обогащение руд минералов [4].

Концентратом называют обогащенный продукт, содержащий повышенное содержание полезного продукта, а продукт содержащий меньшее содержание полезного продукта и повышенным содержанием пустой породы - хвостом, признак базируется по принципу обогащения руды. Методы обогащения твердых материалов весьма разнообразны, они основаны на различии физических и химических свойств веществ, входящих в состав сырья, например, прочности, плотности, твердости, растворимости, температур плавления и возгонки, магнитной проницаемости и др [13].

Способы обогащения можно разделить на четыре группы:

1) механические (основанные на различных физических свойствах сырья - гравитационный, магнитный, электрический);

2) химические (основаны на проведение химических реакций, посредством которых извлекается полезная часть сырья);

3) физико-химическое или флотационное обогащение, основанное на различии в смачивании водой мелких частиц различных веществ, входящих в состав сырья;

4) специальные, основанные на использовании различий в люминесценции минералов, их природной или наведенной радиоактивности, прочности и др. [20].

При обогащении руд цветных металлов широко используют гравитационное обогащение (мокрое и сухое), которое основано на разной скорости падения частиц измельченного материала различной плотности и величины в потоке жидкости или газа или на действии центробежной силы. Чаще всего проводят мокрое обогащение в потоке воды [12].

Одним из технологических приемов гравитационного обогащения, которое используется, в частности, для руд, является отсадка.

Отсадка - это разделение находящегося на решетке слоя минеральных частиц (так называемые постели) в турбулентном потоке среды, колеблющемся вертикально с заданными амплитудой и частотой. Под действием струй среды постель попеременно разрыхляется и уплотняется, при этом частицы разной плотности взаимно перемещаются по ее высоте: с малой плотностью верхние слои с большой плотностью в нижние слои. В соответствии с рисунком 2 сформировавшиеся слои отдельно удаляются в виде концентратов и хвостов. Отсадку в водной среде осуществляют в гидравлических отсадочных машинах (рисунок 2), в которых колебания потока создаются посредством пульсаций воды или движения решета,

поршня, диафрагмы. Легкая фракция разделенных минералов сносится потоком воды, тяжелая в случае мелких частиц собирается в резервуаре машины, проходя под решетом, или в случае крупного материала - непосредственно на решетке [11,12].

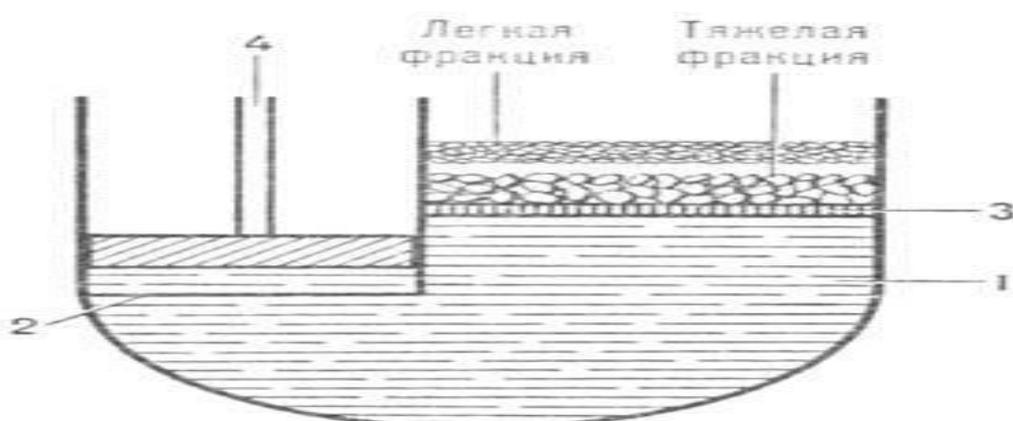


Рисунок 2. Гидравлическая отсадочная машина.

Отсадочная машина (рис.2) — это сосуд с жидкостью, ниже уровня которой установлено металлическое решето на него и подается пульпа, смесь жидкости и мелких твердых частиц, содержащая обогащаемую породу. Действием диафрагмы 4, а иногда и перемещением решета 3 в его отверстиях и между кусочками руды создается пульсирующий поток воды, изменяющий направления 100—4000 раз в минуту с амплитудой 0,5—8 см. При этом зерна тяжелого минерала оседают на дно решета и, проваливаясь через его отверстия, собираются в бункере корпуса 1, а куски легкого минерала уносятся горизонтальным потоком жидкости. Отсадка бывает эффективнее, если размеры кусков руды одинаковы. Обычно отсадку руды ведут в серии последовательно включенных машин с решетками, расположенными каскадом, что обеспечивает перемещение пульпы из одной машины в другую самотеком. Эти машины успешно применяют при обогащении руд цветных металлов [14].

Обогащение в криволинейных потоках - новое направление гравитационного разделения минеральных частиц различной плотности. Разделение происходит под действием центробежных сил в криволинейных потоках при несовпадении векторов скоростей частиц и разделяющей среды, в качестве которой служат вода и воздух, а также любые др. жидкости и газы. Операцию проводят в шнековом сепараторе (рисунок 3), где криволинейный поток создается в спиральном канале, образованном корпусом аппарата и вращающимся шнеком [13].

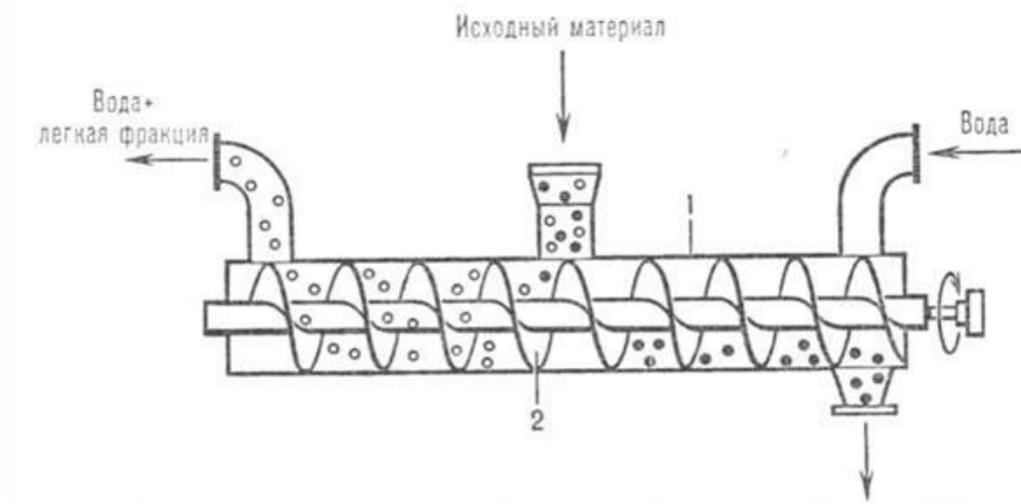


Рисунок 3. Шнековый сепаратор.

Обогащение руд производится с целью повышения в них концентрации полезного компонента или снижения содержания вредных примесей. В обоих случаях задача состоит в более или менее полном отделении рудного минерала от пустой породы, сульфидов. Обогащение облегчается, если пустая порода почти не содержит железа, а частицы рудного минерала имеют вид относительно крупных зерен. Такие руды относятся к категории легкообогатимых [18].

Электрическое обогащение (электрическая сепарация) основано на различии в электрических свойствах (электрической проводимости, диэлектрической проницаемости, способности заряжаться при трении и т. д.) компонентов ископаемого сырья. Воздействие на него электрического поля, создаваемого в сепараторе электродами с высокой разностью потенциалов, обуславливает неодинаковые электрические заряды минеральных частиц и их разделение. Электрическое обогащение используется для обогащения зернистых сыпучих материалов крупностью 3-0,05 мм. Наиболее широко электрическое обогащение используется при дообогащении черновых концентратов редких металлов. Кроме того, электрическое обогащение используется при обогащении железных руд, фосфорных, калийных, кварцевых, магнезитовых, баритовых, асбестовых и др. руд [14,15,16].

Обогащение по трению и форме основано на использовании различий в скоростях движения разделяемых частиц на плоскости под действием различных сил. Скорость движения частиц по наклонной плоскости (при заданном угле наклона) зависит от состояния поверхности самих частиц, их формы, размера, влажности, плотности, свойств поверхности, по которой они перемещаются, характера движения (качение или скольжение), а также среды, в которой происходит разделение. Частицы могут перемещаться под действием силы тяжести (при движении по наклонной плоскости), центробежной силы (при движении по горизонтальной плоскости вращающегося диска) и в результате комбинированные действия сил тяжести, центробежной и трения [15].

Обогащение по упругости основано на различии траекторий, по которым отбрасываются частицы минералов с неодинаковой упругостью при падении на плоскость. Такое разделение частиц применяют при обогащении строительных материалов (щебня, гравия и др.) и осуществляют, как правило, в барабанных сепараторах. Для обогащения гравия иногда используют сепараторы с наклонной плитой. Падая на нее, более упругие частицы отражаются под большим углом с большей скоростью; менее упругие непрочные частицы отражаются незначительно и попадают в соответствующие приемники [15,17].

Обогащение руд производится с целью повышения в них концентрации железа или снижения содержания вредных примесей. В обоих случаях задача состоит в более или менее полном отделении рудного минерала от пустой породы, сульфидов. Обогащение облегчается, если пустая порода почти не содержит железа, а частицы рудного минерала имеют вид относительно крупных зерен. Такие руды относятся к категории легкообогатимых [18].

Способы обогащения руд основаны на использовании различия физических свойств минералов, входящих в состав руды: плотностей ее составляющих, магнитной восприимчивости, физико-химических свойств поверхностей минералов [19].

1.2 Необходимость обогащения удобрений для повышения урожайности, устойчивости к неблагоприятным метеорологическим условиям сельскохозяйственной продукции.

Удовлетворение потребностей в сельскохозяйственной продукции и решение многих из наиболее важных экологических проблем имеют глобальное значение, и необходимо тесно увязывать повышение продуктивности растениеводства с минимизацией воздействия на окружающую среду. Совместное решение этих задач является, вероятно, единственно верным стратегическим подходом который потребует тесного взаимодействия и взаимопонимания между отдельными научными дисциплинами, странами, а также между государственным и частным сектором. Ниже представлены три концепции, реализация которых может способствовать указанному взаимодействию:

- Концепция «4-х правил» применения удобрений: внесение лучшей формы удобрения в оптимальной дозе, в необходимые сроки и наиболее подходящим способом – концепция, основанная на комплексном подходе, поскольку разработанные на ее основе технологии позволяют не только решать задачи каждого конкретного хозяйства, но и повышают эффективность и устойчивость производства продукции растениеводства в целом.

- Имитационные модели формирования урожая: разработанные в последнее время модели позволяют оценить нереализованный потенциал продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшить агротехнику их возделывания в условиях повышения изменчивости климата.

- Глобальные сети данных: расширение использования электронных технологий, облегчающих сбор данных в единую глобальную сеть, доступ к этим данным и их анализ ускоряет накопление новых знаний в области агрономии и питания растений и способствует их скорейшему применению на практике.[8]

Важнейшая цель мирового сельского хозяйства – одновременное повышение продуктивности растение-водства и эффективности использования элементов минерального питания растениями. Это необходимо для удовлетворения растущих потребностей мирового сообщества в продовольствии, волокнах растительного происхождения, биотопливе в условиях возрастающей озабоченности относительно влияния сельского хозяйства на качество воды и воздуха, а также в условиях глобальных финансовых потрясений. Стремление повысить эффективность использования растениями элементов питания из удобрений без роста продуктивности увеличивает нагрузку на остальные земли, которые могут быть менее пригодными для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур, поскольку на этих землях придется получать больше продукции. Аналогично, стремление увеличить продуктивность путем расточительного использования ресурсов, оказывает негативное влияние на окружающую среду и ведет к тому, что на остальных землях придется уменьшить воздействие на окружающую среду, возможно, даже в ущерб продуктивности [9].

При стремлении одновременно повысить и продуктивность сельскохозяйственных культур, и эффективность использования элементов питания растениями важно понимать, как определяется данный показатель эффективности. Не так давно Доберманн (Dobermann, 2007) сделал обзор методов оценки эффективности использования элементов питания растениями и дал интерпретацию результатов. Автор также обобщил мировые данные по эффективности использования элементов питания основными культурами в современных условиях, обращая внимание на то, что на полях фермеров в среднем за год растения часто используют менее 40% азота, внесенного с азотными удобрениями, однако в лучших хозяйствах этот показатель был гораздо выше. Для иллюстрации того, как можно неверно истолковать данные по эффективности использования растениями элементов питания из удобрений, Доберманн приводит результаты 6-летнего полевого опыта с орошаемой бессменной кукурузой, проведенного в американском штате Небраска для изучения рекомендованной и интенсивной систем применения удобрений при, соответственно, рекомендованной и высокой густоте стояния растений. В этом исследовании, где интенсивная технология возделывания высокоурожайной кукурузы сравнивалась с рекомендованной для данного региона технологией, показатель производства зерна на единицу внесенного азота Отношение урожая зерна к дозе азота (кг/кг) при интенсивной технологии оказался значительно ниже, чем при рекомендованной. Это связано с тем, что при интенсивной системе возделывания кукурузы применение азотных удобрений способствовало

увеличению содержания органического вещества почве, и после учета накопления азота в почве данная система практически сравнялась с рекомендованной по вышеуказанному показателю. Доберманн отмечает, что в перспективе такое увеличение содержания азота в почве приводит к снижению потребности в азотных удобрениях и, соответственно, росту показателя производства зерна на единицу внесенного азота. Подобный эффект особенно заслуживает внимания при стремлении повысить продуктивность за счет внедрения интенсивных методов выращивания, когда используются новые технологии, отличающиеся от традиционных технологий, применяемых на опытных участках или на полях фермеров. Если с изменением технологий возделывания равновесное состояние органического вещества почвы сдвигается, иммобилизация элементов питания или минерализация органического вещества почвы могут повлиять на эффективность использования элементов питания из удобрений [15].

По некоторым оценкам, мировая потребность в продовольствии удвоится в течение последующих 30-ти лет (Glenn et al., 2008). В этом случае ее ежегодный прирост за указанный период составит свыше 2.4%. Согласно другим прогнозам, к 2030 г. потребность в продовольствии вырастет на 50%, т.е. ежегодный прирост составит 1.8% (Evans, 2009). Устойчивое удовлетворение таких потребностей – это сложнейшая задача, для решения которой потребуются тесное взаимодействие и согласованность между разными отраслями знаний, странами, между государственным и частным секторами. Масштабы данной задачи можно оценить, сравнив прогнозируемый рост потребности в продовольствии с динамикой урожайности зерновых культур до 2007 г., которая соответствует линейной зависимости с ежегодным приростом от 1.2 до 1.3% в течение почти полувека (рис. 2 и 3). Рассматриваемые далее три концепции могут способствовать взаимодействию между теми, кто будет работать над повышением продуктивности растениеводства и эффективности использования удобрений до требуемых уровней [10].

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства главная задача химизации земледелия состоит в повышении ее эффективности путём более рационального применения удобрений, в переходе от разрозненных приемов удобрения отдельных культур к научно обоснованной системе. Система удобрений - это план применения органических и минеральных удобрений в хозяйстве, севообороте и под отдельные культуры, предусматривающий научно обоснованное, экономически наиболее эффективное и экологически безопасное их распределение, сочетание, дозирование, место, срок и способ внесения под отдельные сельскохозяйственные культуры. При этом учитываются биологические особенности растений, почвенно-экологические и организационно-хозяйственные условия, наличие и возможность приобретения промышленных удобрений. Система удобрений разрабатывается по каждому полю на полную ротацию севооборота и решает следующие задачи:

- повышение урожая сельскохозяйственных культур и его качества;
- достижение высокой оплаты удобрений прибавкой урожая;
- эффективное использование плодородия почв, его воспроизводство или повышение;
- повышение производительности труда в сельскохозяйственном производстве;
- стабилизация биоценозов и экологических систем.

Общеизвестно, что удобрение сельскохозяйственных культур - прием, который позволяет не только обеспечить растения питательными элементами, но и сохранить потенциальное плодородие почвы на перспективу. Согласно многочисленным исследованиям, они обеспечивают от 40 до 70-80% прибавки урожая культурных растений. Однако в ряде случаев необдуманное применение минеральных удобрений, при несовершенстве технологий возделывания культур и несоблюдении систем земледелия, привело к целому комплексу негативных экологических последствий[11].

По происхождению удобрения разделяют на неорганические или минеральные, органические, органо-минеральные и бактериальные. По агрегатному состоянию они могут быть твердыми, жидкими и суспензированными. Органические удобрения. Питательные элементы в них находятся в веществах растительного и животного происхождения. Это в первую очередь навоз, торф, жмых, городские отходы, и отбросы различных пищевых производств. Для своей жизнедеятельности растения нуждаются в питательных веществах. Наиболее важные из этих веществ - азот, фосфор и калий. Их можно вносить в почву в виде быстродействующих минеральных удобрений. Однако в почве они и так уже имеются. Доступными для растений их делают микроорганизмы. Минеральные удобрения действуют быстро, но при неправильной их дозировке могут нанести даже вред и почве, и растениям. При внесении органических удобрений такая опасность исключается, так как они, прежде всего питают микроорганизмы и сохраняют почву здоровой, воздействуя на нее медленно и косвенно. Минеральные удобрения вносят в дополнение к органическим только при наличии симптомов минерального голодания. Кроме того, органические удобрения обойдутся значительно дешевле, так как в большинстве случаев их можно получить в собственном хозяйстве[9].

В Казахстане ежегодно производится посев зерновых культур на площади 15 млн. га. Однако, примерно с 5 млн. га низкоплодородной земли, получают очень мизерный урожай, что не окупает вложенные затраты. Увеличив урожайность на оставшихся 10 млн. га земли, создается возможность использовать эти 5 млн. га земли для выпаса сельскохозяйственных животных и увеличения численности поголовья. Поэтому последние годы уделяется большое внимание разработке методов и средств повышения урожайности, отличающихся малой энергоемкостью[20].

Именно таким альтернативным путем на современном этапе, наряду с совершенствованием структуры посевных площадей, созданием высокопродуктивных сортов, является широкое использование

физиологических резервов повышения урожая, то есть внедрение в агрономическую практику научно-обоснованных приемов управления физиологическими процессами, протекающими в растениях, с помощью физических факторов. К ним относится научно-обоснованное применение в растениеводстве различного вида излучений электромагнитного спектра[20].

В связи с тем, что республика относится к числу засушливых регионов, в последнее время заметно усилились процессы опустынивания территории, снизилось плодородие почв, усилились процессы эрозии, уменьшилось содержание гумуса. Свыше 70% почв Казахстана имеют низкое и очень низкое содержание гумуса. В концепции указывается, что происходящие негативные причины обусловлены наблюдением агротехнологий и научно-обоснованных севооборотов, уменьшением внесения удобрений. Американские ученые в системе мер повышения урожая наибольший удельный вес (в процентах) отводят удобрениям - 41, далее гербицидам - 13-20, благоприятным погодным условиям 15, гибридным семенам - 8, ирригации - 5. Немецкие ученые половину прироста урожая относят за счет применения удобрений, французские - даже 50-70%. В нашей стране данные агрохимической службы и передовых хозяйств убедительно доказывают, что за счет рационального и эффективного применения удобрений может быть получено до 60 и более процентов прироста урожайности сельскохозяйственных культур[21].

Попытки равномерно распределить семена удобрений по площади поля предпринимались и раньше, но широкое внедрение в практику внутрипочвенного внесения удобрений сдерживалось в основном отсутствием работоспособных конструкций сошников, способных равномерно распределять семена удобрений по площади поля. В последнее время ученые все чаще стали обращаться в своих исследованиях к вопросу создания фрезерных машин и рабочих органов к ним, способных осуществлять внутрипочвенное внесение минеральных удобрений[22].

Для решения проблемы эффективности использования минеральных удобрений, а также повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, предлагается комплексная обработка микробными препаратами, разработанными инновационной компанией «Бисолби-Интер» совместно с Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии (г. Санкт-Петербург). Для модификации гранул минеральных удобрений применяется сухая форма препарата БисолбиФит, а для обработки семян, посадочного материала и вегетирующих растений жидкая форма Экстрасол. Действующим веществом микробных препаратов является штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13[22].

Механизм действия препарата по управлению эффективностью минеральных удобрений (прежде всего фосфорсодержащих) прост и понятен. Химические вещества, находящиеся в почве, связывают вносимые с минеральными удобрениями соединения фосфора в недоступную для растений форму. Микроорганизмы БисолбиФита, конкурируя с почвенной микрофлорой за источники питания, значительно снижают процесс перевода

соединений фосфора в недоступную для растений форму, а за счет активного развития корневой системы и корневых волосков существенно усиливают поглотительную способность растения, что особенно важно в ранней фазе вегетации [23,24].

При обработке посевного материала происходит искусственное заселение поверхности семян полезной микрофлорой. В процессе своего роста штамм синтезирует комплекс биоконтрольных веществ, оказывающих регуляторное воздействие на растение: фитогормоны, витамины, аминокислоты и другие. Защитные свойства препарата обусловлены способностью штамма вырабатывать комплекс токсинов, литических ферментов и поверхностно-активных веществ с различным механизмом действия, а также стимулировать выработку фитоалексинов (защитных соединений) в растении. Благодаря этому препараты обладают широким спектром фунгицидной, бактерицидной активности и не вызывают резистентности. Заселив корневую систему, бактерии сопровождают растение в течение всего периода вегетации, обеспечивают длительное защитное действие. При обработках вегетирующих растений, микроорганизмы и продукты их метаболизма, входящие в препарат, способствуют регуляции жизненно важных функций и защитно-приспособительных реакций растения. Обеспечивается профилактика и защита от листовых инфекций, увеличивается количество хлорофилла и интенсивность фотосинтеза. Кроме того, применение препаратов способствует повышению биологической активности почв за счет стимуляции различных групп полезных микроорганизмов, и подавлению патогенной почвенной микрофлоры, ускоряют процесс разложения растительных остатков и гумификацию [25].

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур — основной путь к увеличению производства продукции растениеводства.

В системе обеспечения повышения урожайности большое значение отводится севооборотам и предшественникам. Существенным фактором, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, является внедрение высокоурожайных районированных сортов и качественного семенного материала. Применение высокоурожайных сортов позволяет при прочих равных условиях получать прибавку урожая до 15 %. Для определения резервов увеличения производства продукции растениеводства за счет использования семян более урожайных сортов культур, необходимо разность урожайности более и менее продуктивного сорта умножить на возможный прирост площади под более урожайный сорт. Существуют и другие факторы, за счет которых можно увеличить производство растениеводческой продукции. Например, на валовой сбор продукции влияет способ и качество обработки земли, способы сева и ухода за посевами, чередование культур в полях севооборота, внесение удобрений, улучшение лугов и пастбищ и т. д. [26].

Эффективность производства и реализации зерна в значительной степени зависит от каналов реализации продукции и сложившейся цены. Основная часть товарного зерна может быть реализована по договорам

перерабатывающим предприятиям. До 10 % товарного зерна пшеницы будут переданы работникам хозяйства в счет заработной плат и продано по льготным ценам. Часть зерна будет реализована на условиях бартера за оказанные услуги[27].

Урожайность сельскохозяйственных культур является основным фактором, который определяет объем производства продукции растениеводства. Поэтому данному показателю уделяется большое внимание. При анализе урожайности нужно изучить динамику ее роста по каждой культуре или группе культур за продолжительный период времени и установить, какие меры принимает предприятие для повышения ее уровня. Увеличение площади посева по одним культурам и уменьшение по другим вызывает изменение структуры посевных площадей: удельный вес одних культур увеличивается, а других уменьшается по сравнению с планом или прошлым годом [28].

Азотные, калийные и фосфатные удобрения потребляются в целях увеличения продуктивности сельского хозяйства. Производство удобрений в РК указано в (таблица 1). А также их расположение в республике показано в (рисунок 4). Азотные удобрения производятся на основе природного и попутного газа, через извлечение азотной кислоты. Фосфатные удобрения производятся на основе фосфоритов, через извлечение серной кислоты. Калийные удобрения производятся на основе калия. В настоящее время имеется тенденция использования комплексных удобрений, содержащих все три основных компонента, а также необходимые микроэлементы, т.к. растениям требуются весь комплекс питательных веществ[29].

Среди химических средств интенсификации земледелия, повышения его продуктивности и эффективности главными как по масштабам, так и по экономическим результатам являются минеральные удобрения. В настоящее время агрохимические свойства почвы еще далеки от оптимальных. Во многих регионах страны отмечается уменьшение количества гумуса, 36% пахотных земель содержат мало фосфора, 10-калия, 24% нуждаются в известковании [21].

Условия внешней среды- температура, свет, увлажнение, почвенное питание и др.- во многом обуславливают ареалы культурных растений. В нашей стране практически нет территории, где бы ни сказывалось отрицательное действие на растительный организм[25].

Главные элементы, участвующие в фотосинтезе (С, Н,О), а также азот (N), сера (S) и фосфор (P) составляют основные строительные блоки тела растения. Например, клеточные стенки, формирующие скелет растения, состоят исключительно из углеводов и близких к ним соединений, содержащих С, Н и О. Белки, главные органические компоненты цитоплазмы, построены преимущественно количества S. В состав нуклеиновых кислот, присутствующих в ядрах и в некоторых органеллах цитоплазмы, входят С,Н,О,N и P. Липиды, содержащиеся в избытке во всех мембранах, состоят преимущественно из С,Н,О, а также незначительного количества N и P. Из 12 элементов, источником которых служит материнская порода, четыре

используются растением главным образом для структурных целей. Азот (N) необходим для образования протоплазмы растительной клетки и для построения тканей листьев. Он играет важную роль во всех процессах роста растения. Азот необходим также для образования хлорофила. Сера (S) является компонентом нескольких аминокислот (цистеин, цистин и метионин) – структурных единиц, из которых в конечном счете образуются белки. Хотя клеткам растения необходимо относительно малое количество серы, почти вся она выполняет важную структурную функцию. Без серосодержащих аминокислот не могли бы синтезироваться многие важные белки клетки. Сера присутствует в глутатеоне, широко распространённом веществе, который как полагают, играет определенную роль в окислительно – восстановительных реакциях благодаря своей способности к обратимому превращению из восстановленной, или сульфгидрильной, формы (-SH), в окисленную, или дисульфидную, форму (-S-S-) Образование дисульфидных мостиков (-S-S-) между соседними частями больших белковых молекул важно для их конечной формы и стабильности. Сера является также компонентом кофермента А и тиамина (витамина В1). Кальций (Ca) . Основная функция состоит в количественном включении в структуру срединной пластинки клеточной стенки. Кальций, связанный с кислотными компонентами желеобразного пектина срединной пластинки, образует нерастворимую соль. Поэтому введение Ca в клеточную стенку приводит к затвердеванию ее полужидкой структуры. Кальций играет также важную роль в регуляции избирательной проницаемости клеточной мембраны. При выращивании растений в среде с недостатком Ca клеточные мембраны начинают «протекать» и утрачивают свою эффективность как барьеры, препятствующие свободному диффузии ионов. Магний (Mg), химический родственник кальция, составляет центральную часть молекулы хлорофилла, присоединяясь к каждому из четырёх пиррольных колец либо непосредственно с помощью ковалентных связей, либо посредством так называемых «вторичных валентностей». При недостатке магния у более старых листьев обнаруживается пожелтение, характерное для дефицита хлорофилла (хлороз). Известно, что магний является специфическим кофактором нескольких ферментов; кроме того, он обеспечивает стабильность нуклеиновых кислот. Фосфор (P) служит главным образом структурным компонентом нуклеиновых кислот, ДНК и РНК, и входит в состав фосфолипидов – жироподобных веществ, которые играют существенную роль в структуре мембран. Поэтому недостаток фосфора представляет большую опасность для растений, предотвращая образование нового генетического материала в ядре и цитоплазме, а также формирование новых мембран вокруг клетки и её различных органелл. Фосфор непосредственно участвует во всех этапах переноса энергии в клетке, поскольку АТФ и его аналоги состоят из трёх фосфатов, связанных с нуклеозидом. Хотя фосфор, магний, кальций и сера выполняют в клетке и другие функции, количественно преобладают описанные выше структурные функции этих элементов. Калий (K) является осмотическим активным

элементом, участвующим в регуляции тургора растительных клеток. Большинство растений отличается высоким содержанием калия, хотя лишь очень малое его количество находится в клеточных структурах в связанном состоянии. Это типично мобильный элемент. Поскольку мембраны многих клеток легко проницаемы для калия. Это справедливо, например, для замыкающих устьиц клеток (благодаря тургору они контролируют открывание и закрывание устьиц), а также для моторных клеток, регулирующих суточное движение листьев[26].

Известно также, что калий активирует несколько важных ферментов, хотя он никогда не был выделен как составная часть той или иной ферментной системы. Хлор (Cl) в форме хлорид – аниона также участвует в регуляции тургора в некоторых растениях. Перемещаясь вместе с калием, он поддерживает в клетках электронейтральность. Однако содержание хлорида редко достигает такого высокого уровня, как содержание калия. Некоторые растения, характеризующиеся значительными изменениями тургора, регулируемого калием, содержат очень мало хлорида и вместо него используют органические анионы, такие, как малат. Таким образом, хлорид, очевидно, участвует в регуляции тургора в тех случаях, когда он доступен, но не является абсолютно необходимым для этого процесса. Известно также, что хлор стимулирует фотосинтетическое фосфорилирование, но его точная роль в этом процессе еще не установлена. Возможно, что в фотофосфорилирование вовлекаются те ничтожно малые количества анионов Cl⁻, которые необходимы для большинства растений. По существу значение хлора для растений выяснено относительно недавно, после того как были поставлены опыты, в которых весь воздух в экспериментальных теплицах отфильтровывался для удаления малейших следов атмосферного хлора. При этом оказалось, что таких следовых количеств хлора достаточно для благоприятного роста большинства растений. Из шести элементов(Fe, Mg, Cu, Zn, Mo, B) первые пять функционируют в клетке главным образом как существенная составная часть ферментов. Многие важные ферменты представляют собой специфические белки, к которым присоединены особые группы, называемые простетическими группами, или коферментами. Эти группы могут состоять полностью или частично из металлов, таких как Fe, Cu, Mn, Zn или Mo. Железо (Fe) входит в состав многих важных ферментов, в том числе цитохромов – переносчиков электронов, участвующих в процессе дыхания, а также окислительных ферментов пероксидазы и каталазы. Во всех этих ферментах железо присутствует в простетической группе в виде гемма (аналог хлорофилла), в котором центральный атом железа связан с четырьмя пиррольными кольцами, соединёнными в большую циклическую структуру. Железо имеет существенное значение и для ферментов, участвующих в синтезе хлорофилла. Кроме того, оно является составной частью ферредоксина – соединения, функционирующего в качестве переносчика электронов в процессе фотосинтеза. Недостаток железа вызывает глубокий хлороз в развивающихся листьях, которые могут стать совершенно белыми. Молибден

(Mo) , по-видимому , вовлекается в функционирование только тех ферментов (нитратредуктаза, нитрогеназа), которые катализируют восстановление или фиксацию азота. Если под растение вносится восстановленный или органический азот, то потребность в молибдене уменьшается или исчезает вовсе. Медь (Cu) является составной частью некоторых окислительных ферментов , таких, как тирозиназа и аскорбатоксидаза, окисляющих соответственно аминокислоту тирозин и витамин С (аскорбиновую кислоту). Цинк (Zn) входит в состав фермента карбоангидразы , катализирующей гидратацию CO₂ в H₂CO₃. Этот фермент, вероятно, играет важную роль в поддержании запасов потенциального CO₂ для фотосинтеза, так как H₂CO₃ легко диссоциирует с образованием бикарбоната (HCO₃⁻) или свободного CO₂. Кроме того цинк в качестве кофактора участвует в синтезе растительного гормона - индулилуксусной кислоты – из аминокислоты триптофана. При отсутствии цинка формируются чахлые растения со слабо развитым апикальным доминированием. Бор (В) обычно недостаток приводит к гибели меристематических клеток, однако точный механизм его действия не выяснен. Поскольку известно , что бор образует комплексы с сахарами и родственными им веществами , в его функцию, возможно,, входит дальний транспорт сахаров в растении. Ряд микроэлементов, незначительные количества которых необходимых для роста, становятся высокотоксичными в избыточных дозах. К ним относятся Mn,Cu и при высоких концентрациях Fe. Бор (В) характеризуется чрезвычайно узким интервалом между дефицитом и токсичностью. Поскольку само растение не может воспрепятствовать проникновению этого элемента через мембрану только потому, что он оказывает на него вредное воздействие , нужно проявлять большую осторожность при регулировании концентрации бора во внешней среде. Усиливает негативное воздействие почвенной кислотности на растения. Токсичность железа также проявляется на засоленных почвах [29].

1.3Использование соединений железа и кремния в удобрениях.

Изучение кремния как важного элемента питания растений было начато одновременно такими макроэлементами как фосфор, калий, азот (Либих, 1865). Однако в силу определенных исторически сложившихся обстоятельств данному элементу уделялось несоизмеримо меньшее внимание как в теоретических, так и практических исследованиях в области агрохимии и сельского хозяйства. В настоящее время становится очевидным высокая роль биогеохимически активных форм кремния в процессах формирования почвенного плодородия и онтогенезе растений. Такие выдающиеся ученые, как Ю. Либих, А. Гумбольдт, Д.И. Менделеев, В.И. Вернадский, К. Гедройц, И.В. Тюрин, К.Л. Аскинази, В.А.Ковда, Г.В Добровольский уделяли кремнию как важнейшему элементу системы почва-растение большое внимание. Однако многие теоретические и практические вопросы, касающиеся полифункциональной

роли кремния в системе почва-растение, применения кремниевых удобрений и кремний-содержащих почвенных мелиорантов остаются малоизученными. Современные тенденции развития сельского хозяйства, повышение требований к качеству сельскохозяйственной продукции, необходимость восстановления почвенного плодородия деградированных почв, поиск альтернативы химическим средствам защиты растений привели к повышению интереса к кремнийсодержащим удобрениям и почвенным мелиорантам. Начиная с 2000 года, производство кремниевых удобрений ежегодно повышается на 20-30%. Многие страны, прежде не применявшие кремниевые удобрения, в настоящее время успешно их внедряют. Так, сегодня кремниевые удобрения используют в Японии, Южной Корее, Китае, Индии, Колумбии, Мексике, США, Австралии, Бразилии. Международные конференции, посвященные применению кремния в сельском хозяйстве, были проведены в США, Японии, Бразилии, России, ЮАР, Китае. Научная литература по кремниевым удобрениям или кремниевым почвенным мелиорантам насчитывает несколько тысяч единиц. Однако, несмотря на высокую эффективность кремниевые удобрения остаются весьма ограниченно применяемыми агрохимикатами и знания о роли активных форм кремния в системе почва-растение по-прежнему известны только узкому кругу специалистов. Решение таких задач, как развитие экологически чистого земледелия и устойчивого сельского хозяйства, а также обеспечение продовольственной независимости затруднено без широкого применения кремниевых удобрений и почвенных мелиорантов [38].

К настоящему времени положительное влияние кремниевых удобрений установлено на разных почвах для следующих сельскохозяйственных культур: риса, сахарного тростника, ячменя, пшеницы, овса, ржи, сорга, кукурузы, подсолнечника, бобов, сои, клевера, и др.

Виды кремниевых удобрений и почвенных мелиорантов.

В настоящее время можно выделить несколько типов кремниевых удобрений: синтетические, удобрения на основе растительных остатков, некоторые горные породы, отходы промышленности. К синтетическим кремниевым удобрениям относятся прежде всего получаемые при помощи химического синтеза силикаты натрия, калия, кальция, а также аморфный тонкодисперсный диоксид кремния. При проведении научных экспериментов по выявлению механизмов влияния соединений кремния на систему почва-растение чаще всего используют именно данный тип кремниевых удобрений.

Силикат натрия впервые начали применять в качестве кремниевого удобрения в 1856 году на Ротамстедской станции (Rothamsted, 1991). В дальнейшем при проведении исследований с кремниевыми удобрениями часто использовали аморфный тонкодисперсный диоксид кремния («аэросил», «белая сажа»). В качестве комплексного кремний-калийного удобрения применяют легкорастворимый силикат калия. Раствор силиката калия используют также для опрыскивания растений в теплицах [8].

Наиболее известными примерами кремниевых удобрений, добываемых как минеральное сырье, являются диатомиты и цеолиты;

Наиболее изученным прямым действием кремниевых удобрений на сельскохозяйственные растения является повышение устойчивости растений к биогенным и абиогенным стрессам. Работы по изучению влияния кремниевых удобрений на защитные свойства растений были начаты в 1934 году. Упрочнение кремне-целлюлозной мембраны при использовании кремниевых удобрений является одним из важнейших механизмов повышения сопротивляемости растений к внешним неблагоприятным факторам: болезням, насекомым-вредителям, засухе, ветрам и т.д. Большой объем экспериментального материала по данному вопросу, полученного для самых разнообразных растений, позволяет говорить об универсальности данного механизма.

Было показано, что кремниевые удобрения повышают морозоустойчивость лимонов и жизнеспособность молодых сосен.

Несмотря на имеющийся обширный экспериментальный материал, механизмы воздействия Si на растения изучены крайне слабо. Существует мнение о том, что Si способен стимулировать естественные защитные реакции растений на различные стрессы, тем самым принимая активное участие в метаболизме растений.

Таким образом, основной функцией Si в растении можно считать повышение устойчивости к неблагоприятным условиям, выражающееся в утолщении эпидермальных тканей (механическая защита), ускорении роста и усилении корневой системы (физиологическая защита) и увеличении устойчивости к абиотическим стрессам (биохимическая защита). Разнообразие испытываемых растений свидетельствует об универсальности данных механизмов как для Si аккумулятивных, так и для Si не аккумулятивных растений[15].

Железо — самый распространенный в природе после алюминия металл — используется людьми с глубокой древности для изготовления разных необходимых в быту вещей. Гораздо позже выяснилось, что этот элемент жизненно важен для нормального роста и развития самого человека, животных и растений. Человек получает железо в основном с продуктами питания. В овощах его немного, как правило, не больше 2 мг/100 г сырой массы. Наибольшее количество железа накапливается в зелени петрушки — 1,9 мг/ 100 г, а вот в корнях этого растения железа гораздо меньше — 0,7 мг/100 г. Баклажан, белокочанная и краснокочанная капуста, кольраби, салат, огурцы содержат 0,4-0,6 мг железа в 100 г съедобной части, а капуста брюссельская и цветная, картофель, лук, морковь, перец, редис, свекла, томаты, укроп, чеснок-0,7-1,6мг/100г. Зеленым растениям железо необходимо для образования хлорофилла, синтеза углеводов (фотосинтез). В чистом виде железо попадает на Землю только с метеоритами, а в земной коре этот элемент содержится лишь в виде соединений. Часть его находится в подвижном состоянии и доступна растениям. Одним огородным культурам имеющегося в почве железа достаточно, другим не хватает. Например, в почвах средней полосы России соединений железа в избытке, поэтому овощные растения редко страдают от его дефицита. А вот на карбонатных почвах (например, дерново-карбонатных, которые встречаются в Пермском

крае, Новгородской, Волгоградской, Ленинградской областях, и в Сибири, где есть скопления известняка, доломитов, мела) доступного растениям железа мало: кальций связывает его ионы, делая малоподвижным, труднорастворимым. То же происходит и на плохо дренированных почвах, в том числе на сильнокислых верховых болотах. Небольшой дефицит железа проявляется хлорозом — бледной окраской и пожелтением листьев. Если растение недополучает этот элемент, наблюдается типичный междужилковый хлороз. Острый недостаток железа приводит к сильному хлорозу: зеленая окраска растений исчезает, причем около самых тонких жилок листья полностью осветляются. В дальнейшем ткани отмирают, листья опадают, побеги оголяются и гибнут. Важно отметить, что переход окраски листьев от темной к светлой при железном голодании бывает очень резким. Однако если растения своевременно подкормить удобрениями, например сульфатом, хлоридом или цитратом железа либо растворами этих солей, листья на побегах отрастут вновь. Неплохой источник железа для растений и навоз. А вот закапывать в почву гвозди, болты, шурупы и другие железки не стоит: такой прием не улучшает питание растений, поскольку ржавчина не усваивается, а железки лишь засоряют почву. На слабокислых почвах корректировать железодефицит вообще не требуется. Тем более что различные антропогенные факторы, например кислотные дожди и подкисляющие удобрения, способствуют увеличению подвижности железа в почве. Избыток железа в питании растений — такое же отрицательное явление, как и его недостаток. Правда, такое встречается редко (на очень кислых почвах, при сильном загрязнении их солями железа и при низком содержании фосфора). Чрезмерное содержание железа в почве {как правило, вместе с избытком алюминия и марганца). В работе П. Возэ, в которой обсуждаются вопросы питания растений железом, указывается, что на обеспеченность растений этим элементом большое влияние оказывают его химическая форма, кислотность среды и уровень других элементов в почве. При $pH > 7$ доступность железа резко снижается. Дефицит этого элемента может возникнуть и при высоких уровнях подвижного марганца в кислых почвах, при избытке меди, цинка или фосфора в нейтральной и слабокислой среде. Вместе с тем известно, что высокие концентрации железа индуцируют недостаток цинка и меди в проростках риса. На снабжение растений медью кроме железа влияют молибден и кадмий. Обеспеченность растений марганцем в значительной степени зависит от наличия в почве микроорганизмов. Скапливаясь вокруг корней, они могут перехватывать усвояемый марганец, окисляя его до неусвояемых. Дефицит цинка в питании растений ведет к увеличению поглощения фосфора, железа, марганца, меди, молибдена. В отношении бора известно, что он положительно влияет на поступление в растения калия и фосфора. Являясь антагонистом меди, бор снижает поступление марганца в растения [3].

1.4 Выводы из литературного обзора

Из анализа научно-технической литературы и обзоров интернета следует, что Республика Казахстан обладает значительными запасами природного рудного сырья, которое вследствие низкого содержания полезного компонента, приходится подвергать обогащению, в результате чего образуется большое количество отходов или хвостов обогащения, содержащих некоторое количество железа, поскольку степень обогащения не составляет 100процентов.

Также из анализа научно-технической литературы следует, что в условиях интенсивной химизации сельского хозяйства рост урожая сопровождается выносом всех элементов питания, в том числе микроэлементов. Это повышает потребность в применении различных микроудобрений на почвах не только с недостаточным, но и умеренным содержанием соответствующих микроэлементов в доступной растениям форме. Одним из необходимых микроэлементов является железо, находящийся в отходах обогащения руды Соколово-Сарбайского месторождения. Также следует отметить, что собственное производство новых фосфатных удобрений на основе отходов обогащения рудного сырья с различными микроэлементами практически отсутствует в нашей Республике. Хотя для организации процесса получения таких материалов в нашей республике имеются все предпосылки – мощная сырьевая база - фосфориты Каратау и отходы многочисленных обогатительных фабрик, производственные мощности и трудовые резервы фосфорных и фосфатных заводов городов Тараза и Шымкента. На основе проведенного обзора научно-технической литературы были поставлены цели и задачи дипломной работы.

2 Методы и методики исследований

2.1 Характеристика исходных материалов и методы анализа

В качестве объектов исследования были выбраны образцы технологических проб отходов обогащения железорудного сырья следующих месторождений:

- отходы обогащения железоагнетитовой руды Соколовско-Сарбайского месторождения;
- хвосты обогащения железосодержащей руды месторождения Велиховское Северное[39].

Исследования молекулярной структуры проводили ИК-спектроскопическим методом. Для получения ИК-спектров исследуемое вещество (0,7-1,0 мг) вводили в навеску бромистого калия (0,25 г) и после тщательного перемешивания прессовали в таблетку. Запись инфракрасных спектров поглощения производили на Фурье спектрометре “Nicolet 5700” в области 400-3600 см⁻¹ [5].

Фазовый состав изучали рентгенодифрактометрическим анализом, который проводили на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 с CuK α – излучением, β -фильтр. Условия съемки дифрактограмм: U=35 кВ; I=20 мА; шкала: 2000 имп.; постоянная времени 2 с; съемка θ -2 θ ; детектор 2 град/мин. Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (Powder Diffraction File) и дифрактограмм чистых от примесей минералов [42].

Исследование вещественного состава различных типов руд и шламосодержащих продуктов проводили методом электронно-зондового анализа с использованием электронного микроскопа фирмы JEOL-733 с рентгеновским анализатором[5].

2.2 Методики проведения экспериментов

2.2.1 Кислотно-термический синтез силикофосфатных материалов на основе отходов обогащения железорудного сырья.

Для синтеза осуществляли мокрый перетир пробы крупностью +0-10 мкм с ортофосфорной кислотой до пластичного состояния, высушивали влажный продукт при 105 $^{\circ}$ C в течение часа, а затем прокачивали его при температурах 200 $^{\circ}$, 400 $^{\circ}$ и 600 $^{\circ}$ C.

2.2.2 Методика определения общей растворимости синтезированных продуктов.

Навески, предварительно прокаленных при различных температурах синтезированных продуктов, массой 1 г, взятые с точностью до 0,0001 г растворяли в 100 мл дистиллированной воды и перемешивали на шейкере в течение 30 минут. После чего отфильтровывали раствор, высушивали нерастворившийся остаток и взвешивали. Растворимость рассчитывали по формуле (1) в отн. %:

$$P = (m_0 - m_1)/m_0 \cdot 100, \%$$

где: P – растворимость, отн.%,

m_0 – масса навески до растворения, г;

(1)

m_1 – масса вещества после растворения, г.

2.2.3. Извлечение усвояемых фосфатов лимонной кислотой.

Метод основан на извлечении фосфатов раствором лимонной кислоты.

2 г пробы, приготовленной по п. 1а.4, взвешивают (результат взвешивания в граммах записывают с точностью до четвертого десятичного знака), переносят в колбу Штохмана (или мерную колбу) вместимостью 250 или 500 см³. Пробу заливают 200 см³ раствора лимонной кислоты и сразу же перемешивают, чтобы избежать образования комков. Колбу закрывают пробкой, устанавливают в ротационный аппарат и перемешивают в течение 30 минут.

По истечении этого времени доливают содержимое колбы раствором лимонной кислоты до отметки, перемешивают и фильтруют через сухой фильтрат в сухую посуду, отбрасывая первые 30 – 50 см³ фильтрата [ГОСТ].

2.2.4 Извлечение водорастворимых фосфатов и свободной кислоты

Метод основан на извлечении водорастворимых фосфатов и свободных кислот водой. 2 г пробы (4 – 5 г пробы при определении водорастворимых фосфатов и свободной кислоты), приготовленной по п. 1а.4, взвешивают (результат взвешивания в граммах записывают с точностью до четвертого десятичного знака) и переносят в колбу Штохмана (или мерную колбу) вместимостью 250 см³ (допускается применять мерную колбу вместимостью 500 см³). Пробу заливают 200 см³ (400 см³ соответственно взятой навески пробы 4 – 5 г) воды и сразу же перемешивают, чтобы избежать образования комков. Колбы закрывают пробкой, устанавливают на аппарат для встряхивания и встряхивают 30 минут. По истечении этого времени содержимое колбы доводят водой до отметки и тщательно встряхивают в течение нескольких минут. Затем раствор сразу же после осаждения осадка фильтруют через сухой фильтр «белая лента» в сухую пробирку [ГОСТ].

2.2.5. Извлечение усвояемых фосфатов раствором Петермана.

Цитратнорастворимую форму P₂O₅ определяли по стандартной методике [ГОСТ]. 2,5 г навески растерли до размера частиц 1 мм, взятую с точностью до 0,001 г, поместили в фарфоровую ступку диаметром 6-10 см, растерли комочки пестиком, облили 25 мл дистиллированной воды и вновь растираем. Дали жидкости отстояться и затем слили ее на фильтр белая лента диаметром 11-13 см. Фильтрат собрали в мерную колбу емкостью 250 мл, в которую

предварительно налито 20-25 мл 10%-ного раствора HCl. Остаток в ступке обработали водой еще 3 раза, прибавляя каждый раз по 20-25 мл воды и каждый раз растирая его. Остаток перенесли на фильтр и промыли водой до тех пор, пока объем фильтрата в колбе не станет равным 200-230 мл. Раствор разбавили водой до метки и перемешали. Фильтр с остатком перенесли в другую мерную колбу емкостью 250 мл, прилили 100 мл раствора Петермана, встряхнули до распадаения фильтра на волокна и погрузили в водяной термостат с температурой 600С. Через 15 мин колбу встряхнули и оставили в термостате еще на 15 мин, затем колбу выняли из термостата и охладили до комнатной температуры. Раствор разбавили дистиллированной водой до метки, тщательно перемешали и фильтровали через сухой фильтр, отбрасывая первые порции фильтрата. Равные объемы растворов определили фотоколориметрическим методом.

3 Основные результаты работы и их обсуждение

3.1. Изучение вещественного и фазового состава отходов обогащения железорудного сырья

Вещественный состав отходов обогащения железорудного сырья месторождений Велиховское Северное и Соколовско-Сарбайское изучали методом электронно-зондового анализа с использованием электронного микроскопа фирмы JEOL-733 с рентгеновским анализатором (исследования проводили в Институте геологических наук имени К.И.Сатпаева). Полученные результаты показаны на рисунках 1-2 и в таблицах 1-2.

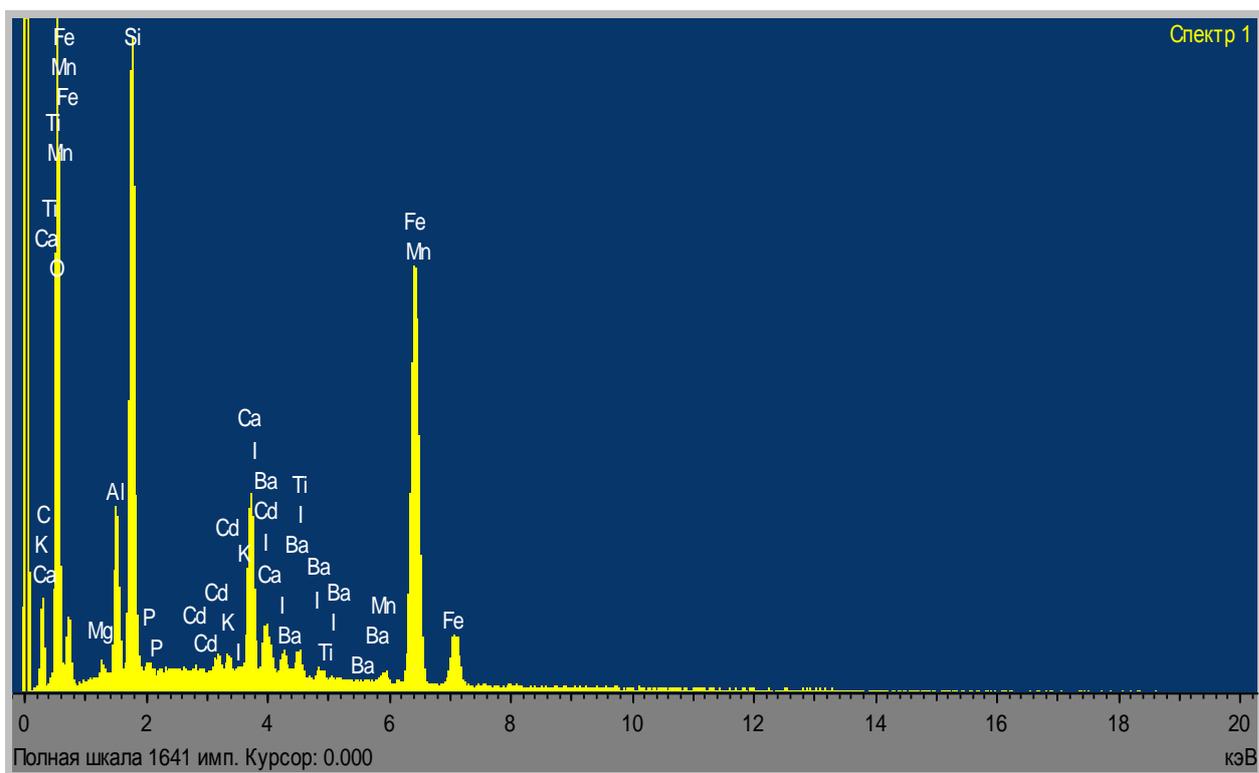


Рисунок 1. Спектрограмма отходов обогащения железной руды месторождения Велиховское Северное.

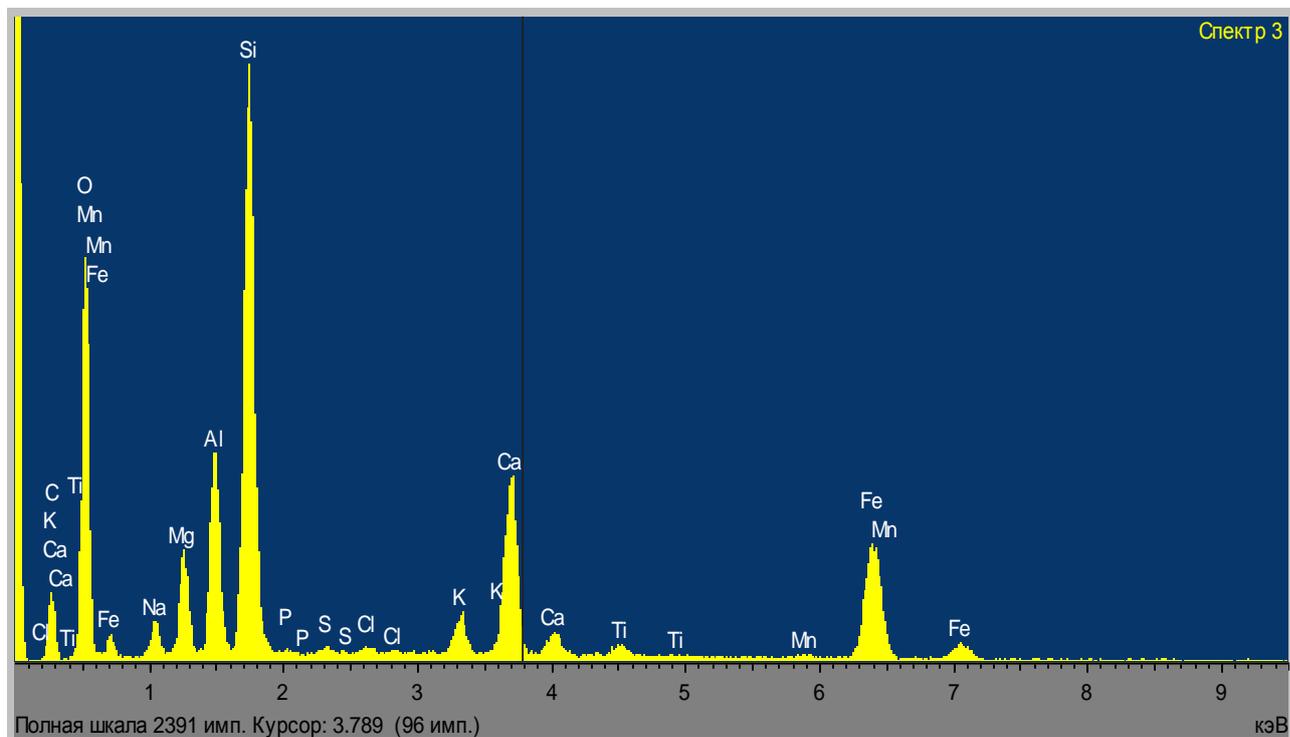


Рисунок 2. Спектрограмма отходов гравитационного обогащения руды Соколовско-Сарбайского месторождения

Таблица 1 – Вещественный состав отходов обогащения железной руды месторождения «Велиховское Северное»

	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Среднее	Станд. Откл.	Макс.	Мин.
MgO	0.81	0.71	0.71	0.79	0.08	0.87	0.71
Al ₂ O ₃	9.05	9.64	10.06	9.58	0.51	10.06	9.05
SiO ₂	34.64	30.07	28.91	31.21	3.03	34.64	28.91
P ₂ O ₅	0.93	0.60	0.89	0.81	0.18	0.93	0.60
K ₂ O	0.37	0.53	0.25	0.38	0.14	0.53	0.25
CaO	7.56	8.22	8.11	7.96	0.35	8.22	7.56
TiO ₂	0.40	0.71	0.61	0.57	0.16	0.71	0.40
MnO	0.96	1.18	0.95	1.03	0.13	1.18	0.95
Fe ₂ O ₃	37.60	40.07	40.72	39.46	1.65	40.72	37.60
CdO	1.37	1.78	1.63	1.59	0.21	1.78	1.37
I	4.27	4.28	4.61	4.39	0.19	4.61	2.38
BaO	2.05	2.20	2.38	2.21	0.17	2.38	2.05
Итого	100	100	100	100			

Таблица 2 – Вещественный состав отходов обогащения железной руды Соколовско-Сарбайского месторождения

	Спектр1	Спектр 2	Спектр 3	Среднее	Станд. откл.	Макс.	Мин.
Na ₂ O	2,46	3,22	3,38	3,02	0,49	3,38	2,46
MgO	8,91	7,58	7,89	8,13	0,69	8,97	7,58
Al ₂ O ₃	11,03	13,86	14,02	12,97	1,68	14,02	11,03
SiO ₂	40,93	42,33	44,09	42,45	1,58	44,09	40,93
P ₂ O ₅	1,30	0,49	0,40	0,73	0,50	1,30	0,40
SO ₃	0,77	0,28	0,54	0,53	0,24	0,77	0,28
Cl	0,15	0,14	0,26	0,18	0,07	0,26	0,14
K ₂ O	0,69	0,71	1,92	1,11	0,70	1,92	0,69
CaO	16,39	17,90	10,80	15,03	3,74	17,90	10,80
TiO ₂	0,64	0,50	1,06	0,73	0,29	1,06	0,50
MnO	0,42	0,68	0,46	0,52	0,14	0,68	0,42
Fe ₂ O ₃	16,30	12,30	15,19	14,60	2,07	16,30	12,30
Итого	100	100	100	100			

Результаты РФА хвостов обогащения железосодержащей руды месторождения Велиховское Северное показаны на рисунке 3, а РФА отходов обогащения руды Соколовско-Сарбайского месторождения на рисунке 4.

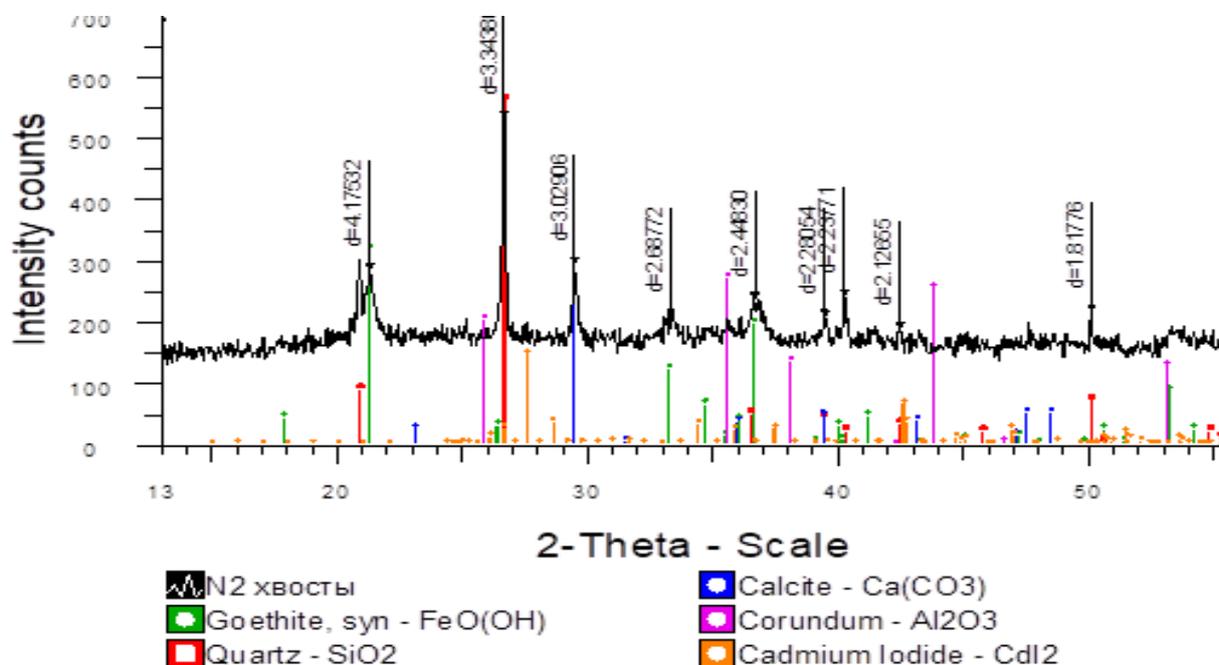


Рисунок 3. Дифрактограмма хвостов флотационного обогащения железосодержащей руды месторождения «Велиховское Северное».

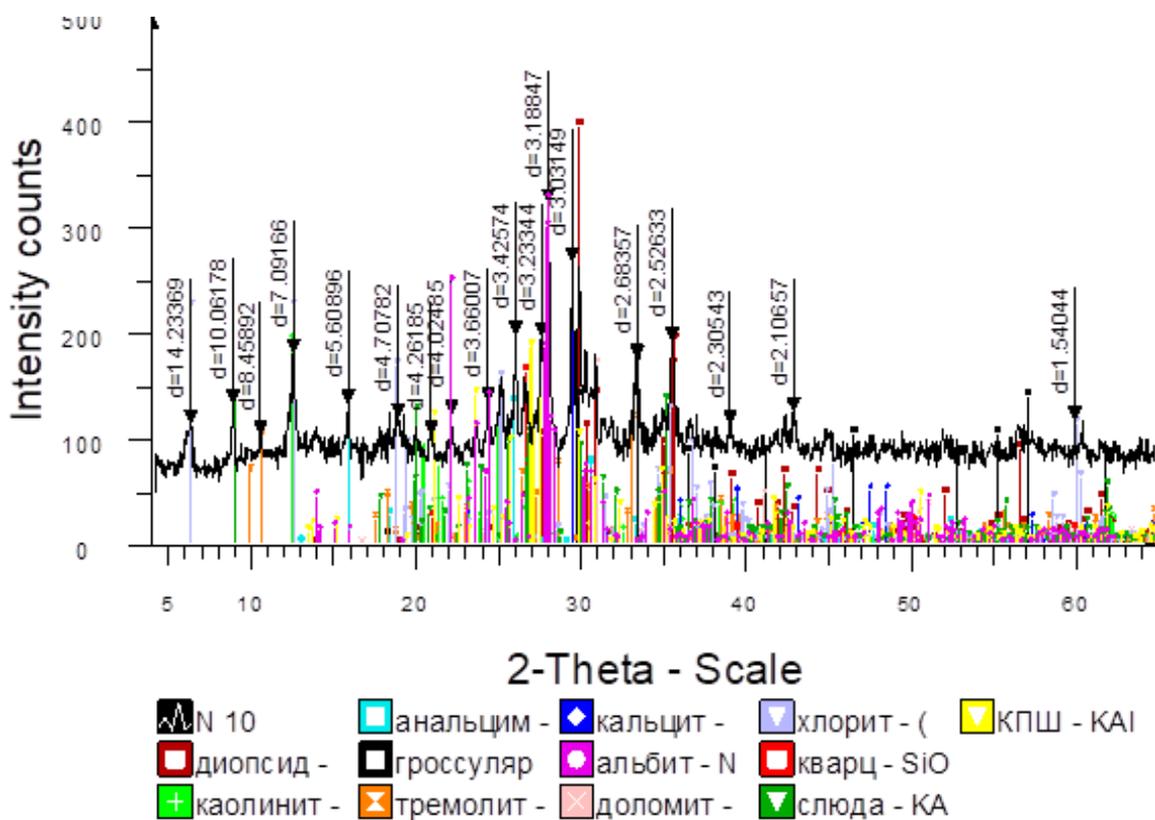


Рисунок 4. Дифрактограмма хвостов флотационного обогащения железосодержащей руды Соколовско-Сарбайского месторождения.

Из результатов анализов следует, что отходы обогащения железной руды м. Велиховское Секверное содержат значительные количества оксидов железа, кремния и алюминия, а также и иодид кадмия, что подтверждает результаты вещественного анализа (таблицы 2- 3).

Таблица 3 - Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа хвостов флотационного обогащения железной руды месторождения Велиховское Северное

Название фазы	Химический состав	Содержание, %
Гетит	FeO(OH)	41,6
Кварц	SiO ₂	39,3
Кальцит	CaCO ₃	19,1
Корунд	Al ₂ O ₃	?
Иодид кадмия	CdI ₂	?

Наличие CdI₂ в хвостах обогащения железной руды м. Велиховское Секверное очевидно обусловлено использованием тяжелых суспензий при обогащении этой руды. Так как соединения кадмия токсичны, то использование данных хвостов обогащения в качестве прекурсора для синтеза новых кремнефосфатных удобрений нежелательно. Следует отметить, что несмотря

на обогащение в тяжелых суспензиях руда м.Велиховское Северное является труднообогатимой, поскольку содержание соединений железа в хвостах составляет 41,6%.

Таблица 4 - Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа отходов обогащения железо-магнетитовой руды Соколовско-Сарбайского месторождения

Название фазы	Химический состав	Содержание, масс.%
диопсид	$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$	27,0
каолинит	$\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$	15,3
анальцит	$\text{Na}(\text{AlSi}_2\text{O}_6)(\text{H}_2\text{O})$	17,1
гроссуляр	$\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_4$	7,2
тремолит	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Fe})_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	6,5
кальцит	CaCO_3	4,5
альбит	$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	4,5
доломит	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	5,5
хлорит	$(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	4,6
кварц	SiO_2	2,7
слюда	$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	2,8
Полевой шпат	KAlSi_3O_8	2,2

Из результатов следует, что отходы обогащения железомagnetитовой руды Соколовско-Сарбайского месторождения не содержат таких вредных и токсичных элементов как кадмий, сурьма, свинец и мышьяк, что позволяет рекомендовать их в качестве исходных компонентов для получения фосфорных удобрений, содержащих микроэлемент железо. Основной фазой этих отходов являются различные алюмосиликаты (таблицы 2 и 4), а также карбонаты кальцит CaCO_3 и доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (суммарное содержание карбонатов составляет 10 масс.%). Содержание диоксида кремния составляет 2,7 масс.%.

3.2. Синтез и исследование растворимости фосфатных продуктов, полученных на основе отходов обогащения руды Соколовско-Сарбайского месторождения

Синтез силикофосфатных удобрительных материалов на основе отходов обогащения вели путем кислотно-термической обработки в несколько стадий. На первой стадии осуществляли мокрый перетир кремнийсодержащего компонента (отходы обогащения) с раствором 40 %-ной ортофосфорной кислоты плотностью 1,2 г/см³ до получения пастообразного продукта, который продавливали через экструдер. Зерна образовавшегося полупродукта

сушили в течение часа при 105°C (вторая стадия). Высушенные гранулы затем подвергали термообработке при температурах 200; 400 и 600°C (третья стадия). Фотографии исходных отходов и полученных продуктов показаны на рисунке 5.



Рисунок 5. Продукты термообработки смесей фосфорной кислоты с отходами обогащения железомagnetитовой руды Соколово- Сарбайского месторождения.

Далее нами была изучена общая водная растворимость синтезированных продуктов. Для определения водной растворимости взяли 1 г вещества, добавили 100 мл воды, встряхивали в течение 30 мин на шейкере, затем нерастворившуюся часть отфильтровали, высушили и взвесили. Полученные результаты показаны на рисунках 6-7.



Рисунок 6. Ротационный аппарат для встряхивания в течение 30 минут.

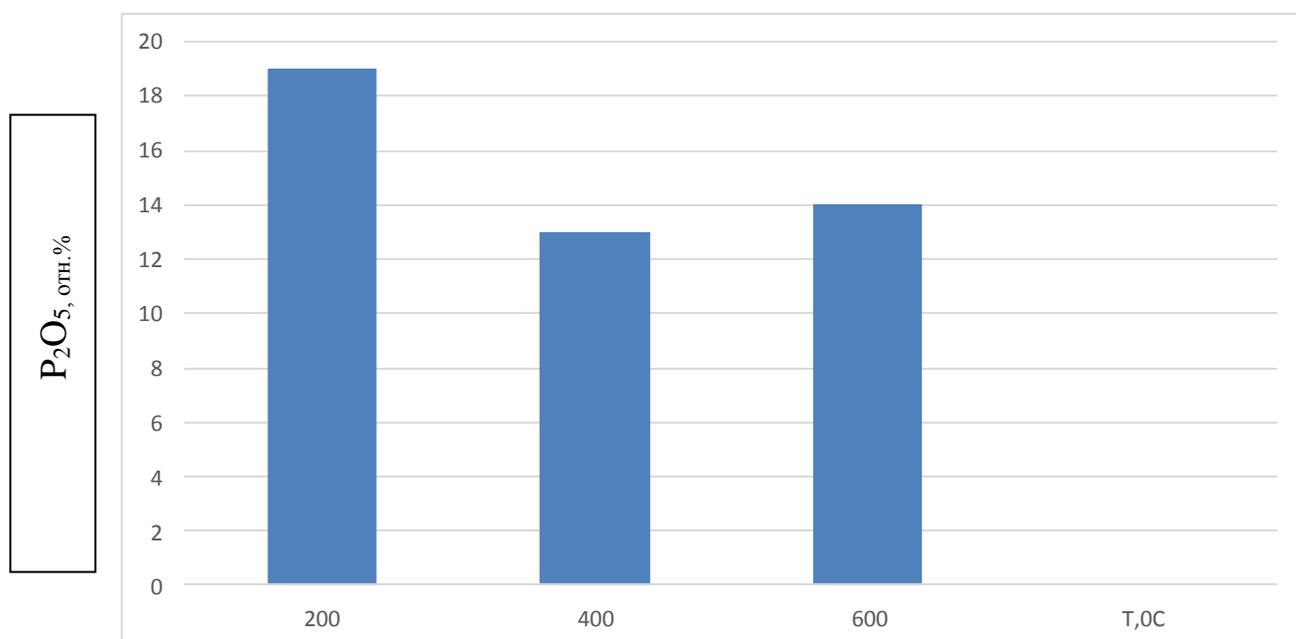


Рисунок 7. Зависимость общей растворимости синтезированных продуктов от температуры синтеза

После определения общей водной растворимости и фильтрации растворов находим в фильтрах содержание водорастворимой формы P_2O_5 . Для этого берем 2 мл фильтрата переливаем в мерную колбу вместимостью 100 см^3 , добавляем 25 мл (раствора Г), 20 мл воды. Также готовим раствор сравнения. Затем на фотометре измеряем оптическую плотность. По калибровочному графику определяем массу P_2O_5 в растворах. Отсюда, содержание в растворе P_2O_5 водная при $200^\circ\text{C} = 5,2\%$, $400^\circ\text{C} = 7\%$ и при $600^\circ\text{C} = 6\%$.

Для определения содержания $P_2O_{5\text{общ}}$ в синтезированном материале около 2 г вещества после прокалики при 200°C , 400°C и 600°C взвешивают с точностью до 0,001 г, и переносят в стакан вместимостью 250 см^3 , добавили 25 см^3 концентрированной HNO_3 и 10 см^3 концентрированной HCl , стакан накрыли часовым стеклом, довели до кипения и кипятили в течение 30 мин. Раствор количественно перенесли в мерную колбу вместимостью 250 см^3 охладили, долили водой до метки, тщательно перемешали и фильтровали через сухой фильтр в сухую посуду, отбрасывая первые порции фильтрата. В мерную колбу вместимостью 100 см^3 отбирали 2 см^3 раствора, разбавили водой до 25 см^3 , после этого добавили 25 см^3 (раствора Г) и долили водой до метки. Через 15 мин измерили на фотометре оптическую плотность относительно раствора сравнения, содержащего 1 мг P_2O_5 и определили массу P_2O_5 в мг. Получили три оптические плотности при 200°C : $E_1 = 0,411$, $E_2 = 0,411$, $E_3 = 0,411$. При 400°C : $E_1=0,433$, $E_2=0,433$, $E_3=0,433$. При 600°C : $E_1=0,396$, $E_2=0,396$, $E_3=0,397$.

По калибровочному графику определяем массу $P_2O_{5\text{общ}}$ при 200°C , 400°C и 600°C .

Содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ при 200°C рассчитываем:

$$\begin{array}{ll} 3,1\text{ мг} - 2\text{ мл} & 2 - 100\% \\ x - 250\text{ мл} & 0,3875 - x \\ x = 387,5\text{ мг} & x = 15\% \end{array}$$

Содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ при $200^\circ\text{C} = 19\%$.

Содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ при 400°C рассчитываем:

$$\begin{array}{ll} 2,1\text{ мг} - 2\text{ мл} & 2 - 100\% \\ x - 250\text{ мл} & 0,2625 - x \\ x = 262,5\text{ мг} & x = 13\% \end{array}$$

Содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ при $400^\circ\text{C} = 13\%$.

Содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ при 600°C рассчитываем

$$\begin{array}{ll} 2,2\text{ мг} - 2\text{ мл} & 2 - 100\% \\ x - 250\text{ мл} & 0,275 - x \\ x = 275\text{ мг} & x = 14\% \end{array}$$

Содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ при $600^\circ\text{C} = 14\%$.

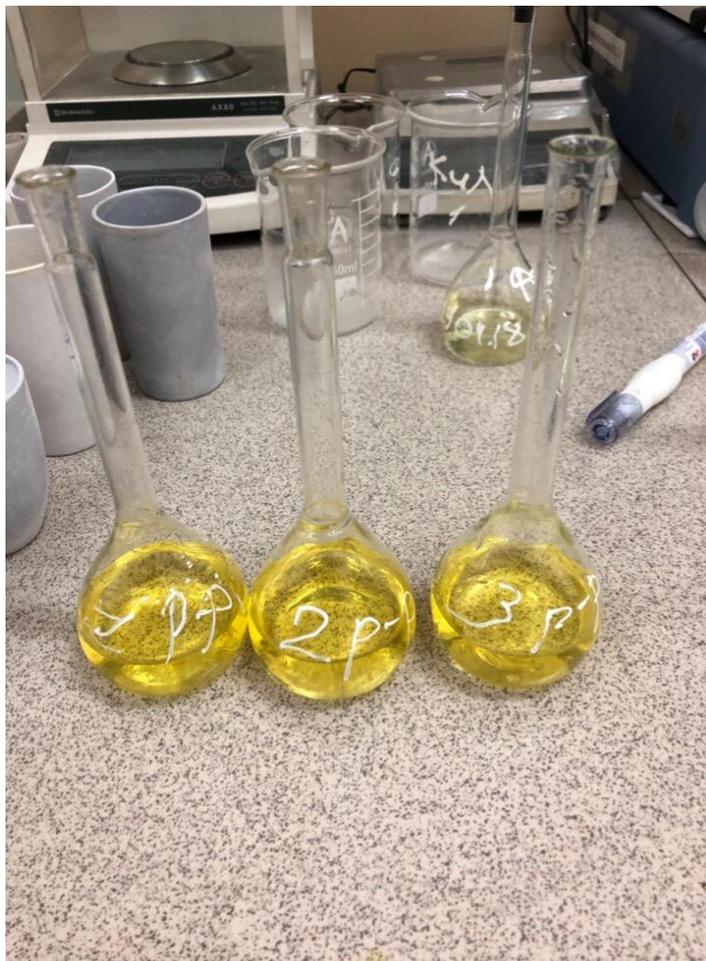


Рисунок 8. Растворы для определения общего содержания P_2O_5 в синтезированных продуктах

Для определения содержания цитратнорастворимой формы пентаоксида фосфора навеску удобрения 2,5 г, растертую до размера частиц 1 мм, взятую с точностью до 0,001 г, поместили в фарфоровую ступку диаметром 6 - 10 см, растерли комочки пестиком, облили 25 мл дистиллированной воды и вновь растерли. Дали жидкости отстояться и затем слили ее на фильтр белая лента диаметром 11 - 13 см. Фильтрат собрали в мерную колбу емкостью 250 мл, в которую предварительно налито 20 - 25 мл 10процентного раствора соляной кислоты. Остаток в ступке обработали водой еще 3 раза, прибавляя каждый раз по 20 - 25 мл воды и каждый раз растирая его. Затем остаток перенесли на фильтр и промыли водой до тех пор, пока объем фильтрата в колбе не станет равным 200 - 230 мл. Раствор разбавили водой до метки и перемешали. Фильтр с остатком перенесли в другую мерную колбу емкостью 250 мл, прилили 100 мл раствора Петермана, встряхнули до распадаения фильтра на волокна и поместили на плитку с температурой 60⁰С (рисунок 10). Через 15 минут колбу встряхиваем и оставляем в термостате еще на 15 минут, затем колбу вынимаем из термостата и охлаждаем до комнатной температуры. Раствор разбавляем дистиллированной водой до метки, тщательно перемешиваем и фильтруем через сухой фильтр, отбрасывая первые порции

фильтрата. Равные объемы растворов объединили и определили P_2O_5 фотометрическим методом.

Также получили три оптические плотности при $200^{\circ}C$: $E_1 = 0,020$, $E_2 = 0,020$, $E_3 = 0,021$.

Рассчитываем содержание P_2O_5 в цитратнорастворимой форме:

2,4 мг - 2 мл	2,5 г - 100%
x - 200 мл	0,08 - x
x = 80 мг	мгх = 3,31%

Содержание P_2O_5 в цитратнорастворимой форме в продукте, полученном при $200^{\circ}C = 3,31\%$.

Три оптические плотности при $400^{\circ}C$: $E_1 = 0,026$, $E_2 = 0,026$, $E_3 = 0,026$.
Содержание P_2O_5 в цитратнорастворимой форме рассчитываем:

0,9 мг - 2 мл	2,5 г - 100%
x - 250 мл	0,1125 - x
x = 112,5 мг	x = 4,5%

Содержание P_2O_5 в цитратнорастворимой форме в продукте, полученном при $400^{\circ}C = 4,5\%$.

Три оптические плотности при $600^{\circ}C$: $E_1 = 0,011$, $E_2 = 0,010$, $E_3 = 0,010$.
Содержание P_2O_5 в цитратнорастворимой форме рассчитываем:

0,5 мг - 2 мл	2,5 г - 100%
x - 250 мл	0,0625 - x
x = 62,5 мг	x = 2,5%

Содержание P_2O_5 в цитратнорастворимой форме в продукте, полученном при $600^{\circ}C = 2,5\%$.

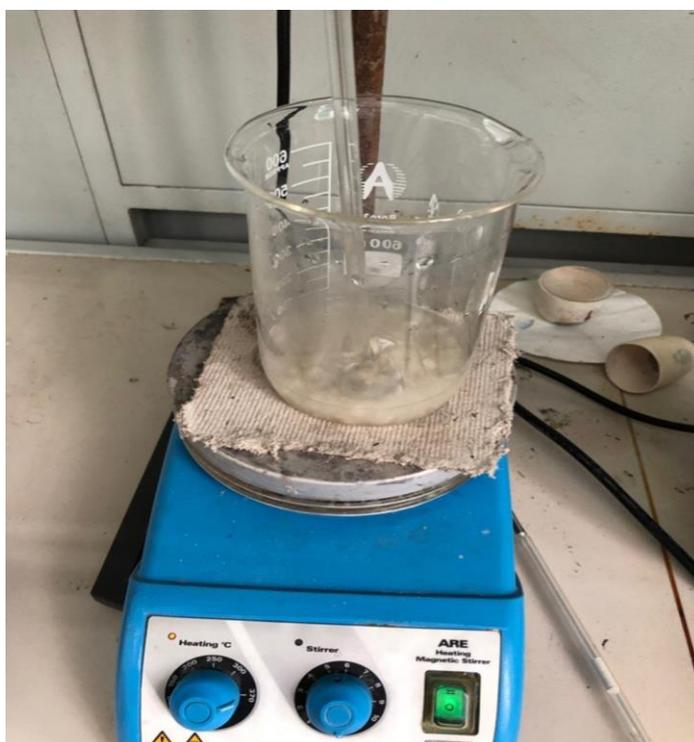


Рисунок 10. Определение цитратнорастворимой формы удобрения.

Для определения содержания лимоннорастворимой формы P_2O_5 навеску удобрения 1 г, взвесили (результат взвешивания в граммах записали с точностью до четвертого десятичного знака), перенесли в мерную колбу вместимостью 250 или 500 $см^3$. Пробу залили 200 $см^3$ раствора лимонной кислоты и сразу же перемешали, чтобы избежать образования комков. Колбу закрыли пробкой, установили в ротационный аппарат и перемешали в течение 30 минут.

По истечении этого времени долили содержимое колбы раствором лимонной кислоты до отметки, перемешали и фильтровали через сухой фильтрат в сухую посуду (рисунок 11), отбрасывая первые 30 - 50 $см^3$ фильтрата.

Затем 2 мл фильтрата перелили в мерную колбу вместимостью 100 мл добавили 20 мл воды, 25 мл (раствора Г), долили воды до метки. Также сделали раствор сравнения. Определили P_2O_5 фотометрическим методом

Получили три оптические плотности при 200 $^{\circ}C$: $E_1 = 0,020$, $E_2 = 0,020$, $E_3 = 0,021$. Рассчитываем P_2O_5 в лимоннорастворимой форме при 200 $^{\circ}C$:

$$\begin{array}{ll} 1,25 \text{ мг} - 2 \text{ мл} & 2 \text{ г} - 100\% \\ x - 200 \text{ мл} & 0,125 - x \\ x = 125 \text{ мг} & x = 4,2\% \end{array}$$

Содержание P_2O_5 в лимоннорастворимой форме при 200 $^{\circ}C = 4,2\%$.

Получили также три оптические плотности при 600 $^{\circ}C$: $E_1 = 0,021$, $E_2 = 0,021$, $E_3 = 0,021$. Рассчитываем P_2O_5 в лимоннорастворимой форме при 600 $^{\circ}C$:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ мг} - 2 \text{ мл} & 2 \text{ г} - 100\% \\ x - 200 \text{ мл} & 0,100 - x \\ x = 100 & x = 5\% \end{array}$$

Содержание P_2O_5 в лимоннорастворимой форме при 600 $^{\circ}C = 5\%$.

Полученные результаты по содержанию в продуктах усвояемых форм пентаоксида фосфора представлены в таблице 5 на рисунке 11.

Таблица 5 - Содержание водорастворимой и усвояемых форм пентаоксида фосфора в продуктах, синтезированных на основе отходов обогащения железомagnetитовой руды Соколовско-Сарбайского месторождения

Температура синтеза продукта	Содержание P_2O_5 в отн. %			Усвояемая форма P_2O_5 $P_2O_5^{\text{водо-}}$ $P_2O_5^{\text{цитрат-}}$	Σ +
	водорастворимая	цитратно-растворимая	лимонно-растворимая		
200	27,4	17,4	22,1	44,8	
400	53,8	34,6	34,6	88,4	
600	42,8	17,8	35,7	60,6	

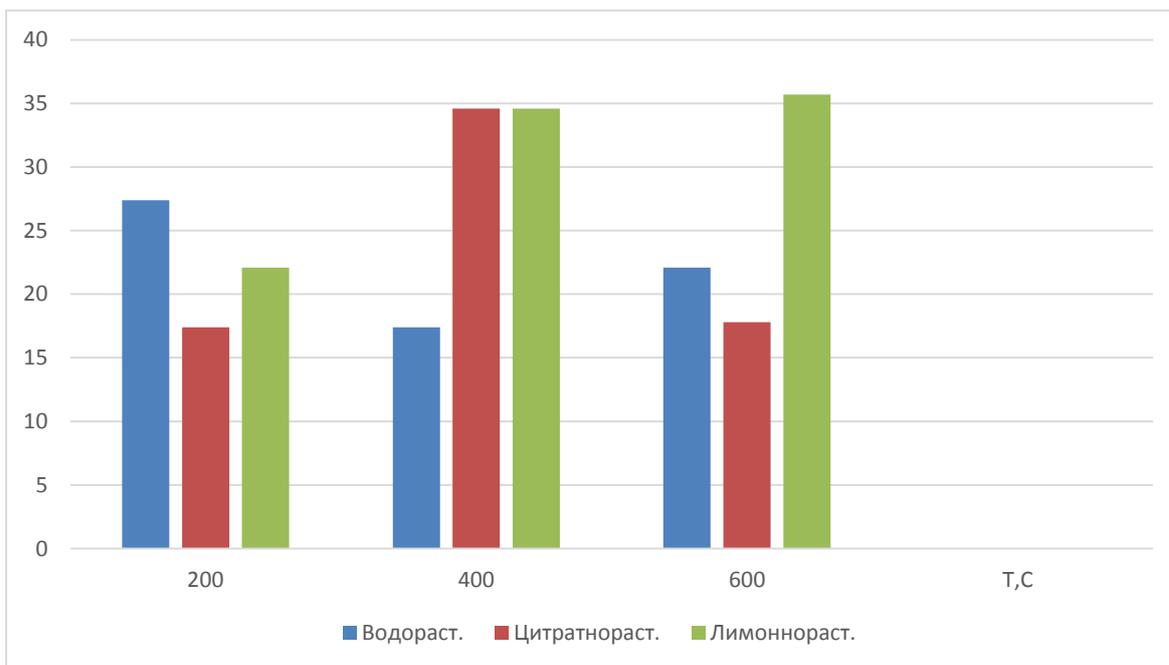


Рисунок 11 – Содержание различных форм P_2O_5 в синтезированных продуктах

Из полученных результатов следует, что наибольший интерес в качестве удобрения представляет собой продукт, синтезированный при 400°C . Содержание усвояемых форм в нем составляет $\sum P_2O_5^{\text{водо-}} + P_2O_5^{\text{цитрат-}} = 88,4$ отн.%, при этом наиболее высокое содержание водорастворимой формы – 53,8 отн.%.

При обсуждении результатов также отмечено, что с повышением температуры синтеза от 200 до 600°C растет содержание в продуктах лимоннорастворимой формы P_2O_5 от 22,1 до 35,7 отн.%. Тогда как зависимость содержания водо- и цитратнорастворимых форм P_2O_5 носит экстремальный характер с максимум при температуре 400°C (таблица 5).

3.3. Изучение влияния синтезированных материалов на всхожесть и развитие растений

Кроме определения содержания различных форм P_2O_5 нами была проверена эффективность синтезированных продуктов на всхожесть и развитие растений. Исследования проводили на культуре овса (рисунок 12). Контрольными опытами служили почва без добавок удобрений и почва с добавками простого суперфосфата. Удобрения вносили из расчета 3 г на 100 г семян. Опыты проводили в цветочных горшках, масса почвы составляла примерно 2,5 кг.

Установлено, что при добавке синтезированного продукта семена взошли на 5-6 сутки после посева, при добавке простого суперфосфата – на 7-8 сутки. При этом количество проросших семян было больше, чем при добавке суперфосфата. В почве без добавок удобрений семена взошли только через 14 дней.



Рисунок 12. Влияние синтезированных удобрений на всхожесть и развитие семян овса

Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать синтезированный на основе отходов обогащения железо-кремне-содержащий продукт в качестве фосфорного удобрения длительного действия, содержащего к тому же микроэлемент - железо. Оптимальным составом является продукт, полученный при 400°C.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных результатов можно сделать следующие краткие выводы:

1. Изучен вещественный и фазовый состав отходов обогащения железных руд месторождений Соколовско-Сарбайское и Велиховское Северное. Установлено, что отходы обогащения руды Велиховского месторождения содержат иодид кадмия и не могут быть рекомендованы в качестве исходного сырья при получении удобрений. Основными компонентами отходов обогащения руды Соколовско-Сарбайского месторождения являются различные алюмосиликаты со средним содержанием кремния 42,45 масс.%, а также карбонаты кальцит CaCO_3 и доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (суммарное содержание карбонатов составляет 10 масс.%). Содержание диоксида кремния составляет 2,7 масс.%, а железа в пересчете на оксид - 14,6 масс.%. Также установлено, что отходы обогащения железомagnetитовой руды Соколовско-Сарбайского месторождения не содержат таких вредных и токсичных элементов как кадмий, сурьма, свинец и мышьяк, что позволяет рекомендовать их в качестве исходных компонентов для получения фосфорных удобрений, содержащих микроэлемент железо.

2. На основе хвостов обогащения железной руды Соколовско-Сарбайского месторождения синтезированы фосфатные материалы путем мокрого перетира отходов с 40 %-ной фосфорной кислотой, сушки полупродукта и последующей термообработке при 200, 400°C и 600°C.

3. Изучена водная растворимость синтезированных продуктов и показано, что содержание водорастворимой формы P_2O_5 в зависимости от температуры синтеза носит экстремальный характер с максимумом при 400°C – 7,0 %. Повышение температуры синтеза до 600°C снижает содержание водорастворимой формы P_2O_5 до 6%.

4. Установлено, что оптимальным составом в качестве фосфорного удобрения с микроэлементом железо является продукт, синтезированный при 400°C. Содержание усвояемых форм в нем составляет $\sum \text{P}_2\text{O}_5^{\text{водо-}} + \text{P}_2\text{O}_5^{\text{цитрат-}} = 88,4$ отн.%, при этом этот продукт имеет наиболее высокое содержание водорастворимой формы – 53,8 отн.%.

5. Исследование влияния синтезированного удобрения на всхожесть и развитие семян овса показало, что при добавке синтезированного при 400°C продукта семена взойли на 5-6 сутки после посева, при добавке простого суперфосфата – на 7-8 сутки. При этом количество проросших семян было больше, чем при добавке суперфосфата. В почве без добавок удобрений семена взойли только через 14 дней.

Оценка полноты решений поставленных задач. Все поставленные в работе задачи решены полностью, так как синтезированы при различных

температурах фосфатные продукты на основехвостов обогащения железной руды Соколовско-Сарбайского месторождения, исследованы их водная, цитратная и лимонная растворимость, выбран оптимальный состав и показана его высокая эффективность на всхожесть и развитие семян овса.

Оценка достоверности полученных результатов. Все полученные результаты достоверны, так как выполнены с применением современных физических и физико-химических методов исследования (РФА, фотоколориметрический, электронно-зондовый анализ).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список книг и монографий

- 1 Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние, проблемы, решения. Т.1/Под ред. акад. Жарменова А.А. Астана: Фолиант, 2008, 466 с.
- 2 Бакенов М.М., Бок И.И., Паршин А.В. Минеральные ресурсы Казахстана. - М., 1973.
- 3 Абрамов А. А.// Технология обогащения руд цветных металлов. - М.: Недра, 1983. - 358 с.
- 4 Физические и химические основы переработки минерального сырья.- М., 1982.
- 5 Процессы переработки сырья и рациональное использование природных ресурсов: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006. - 160 с.
- 6 Справочник по обогащению руд. Основные процессы, 2 изд.- М., 1983.
- 7 Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы, испытания, обогатимость, контроль и автоматика. - М., 1983.
- 9 Классен В.И., Недоговоров Д.И., Дебердеев И.Х. // Шламы во флотационном процессе. - М.: Недра, 1969. - 245 с.
- 10 Обогащение полезных ископаемых (статья) // Горная энциклопедия. Тома 1—5, М.: Советская энциклопедия, 1984—1991.
- 11 Справочник по обогащению руд. Основные процессы, 2 изд.- М., 1983.
- 12 Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы, испытания, обогатимость, контроль и автоматика.- М., 1983.
- 13 Справочник по обогащению руд. Обоганительные фабрики, 2 изд.- М., 1984.
- 14 Электрическая сепарация (статья) // Горная энциклопедия, издательство БСЭ, 1984 - 1990.
- 15 Кармазин В. В., Кармазин В. И.,// Магнитные и электрические методы обогащения. - М., 1988.
- 16 Дальский А.М.//Технология конструированных материалов.
- 17 В. Г. Зерницкий. Обогатимость железных руд. Справочное пособие. - М., 1989.
- 18 Вегман Е.Ф// и др. Металлургия чугуна. - Москва: - 3-изд., переработанное и дополненное. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2004 - 774 с.
- 19 Ласкорин Б. Н., Барский Л. А., Персиц В. З.// Безотходная технология минерального сырья. - М., 1969.
20. Экологический способ повышения урожайности зерновых культур //Тез.докл. Международный научно-практическая конференция - Семипалатинск, 2000. - 6 с.
- 21 Ким К.Л. Оптимизация конструктивных параметров силовой передачи горизонтально-фрезерных культиваторов: автореф. канд. техн. наук.- Москва, 1987. - 18 с.

- 22 Перетяцько А.В. Совершенствование технологии распределения семян приподпочвенно-разбросном посеве и обоснование конструкции лапового сошника: автореф, канд. техн. наук. - Саратов, 2007. - 16 с.
- 23 Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Есин В.В.// Опыт применения биоминеральных удобрений. Научно-информационный бюллетень ОАО НИУИФ «Мир серы, N, P, K». № 6.- 2011.- С.27-30.
- 24 Шуреков Ю.В., Дыньков Д.Б., Кочетов В.М.: «Бисолбифит - перспективная новинка на рынке биопрепаратов».
- 25 Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Есин В.В.// Опыт применения биоминеральных удобрений. Научно-информационный бюллетень ОАО НИУИФ «Мир серы, N, P, K». № 6.– 2011.– С.27-30.
- 26 Шуреков Ю.В., Дыньков Д.Б., Кочетов В.М.: // «Бисолбифит – перспективная новинка на рынке биопрепаратов».
- 27 Чеботарь В.К., Завалин А.А., Кипрушкина Е.И.//Эффективность применения биопрепарата Экстрасол - М.: Изд.Россельхозакадемии.2007. 216 с.
- 28 Минаков И. А., Сабетова Л. А.// и др. Экономика сельского хозяйства. Учебник — М.: Колос, 2008.
- 29 Павлов О. И.// Применение гербицидов в посевах зерновых культур //Алтай: село и город. — 2003.
- 30 Савенко Н. М.// Экономика, организация и планирование сельскохозяйственного производства, М.: Колос, 2010.
- 31 Чеботарь В.К., Завалин А.А., Кипрушкина Е.И.//Эффективность применения биопрепарата Экстрасол - М.: Изд.Россельхозакадемии. -2007. - 216 с.
- 32 Минаков И. А., Сабетова Л. А.// и др. Экономика сельского хозяйства. Учебник - М.: Колос, 2008.
- 33 Павлов О. И.// Применение гербицидов в посевах зерновых культур //Алтай: село и город. - 2003.
- 34 Савенко Н. М.// Экономика, организация и планирование сельскохозяйственного производства. - М.: Колос, 2010.
- 35 Мастер-план «Развитие рационального использования земель сельскохозяйственного назначения» Астана, 2013.
- 36 Рожнов А. А., Акылбеков С. А. Опыт расшифровки строения и перспектив по железным рудам Атасуйского района // Геолого-геофизические методы прогнозной оценки магнетитовых месторождений: (на примерах Тургайского прогиба, Центрального и Восточного Казахстана). Алма-Ата, 1976
- 37 Акылбеков С. А. Некоторые закономерности размещения оруденения Атасуйского рудного района // Советская геология. 1974. №1. 136 - 142 с
- 38 Эльвира Джантуреева. Железо и марганец/Полиметаллы. — В: Недропользование 2000–2013. Запасы, добыча, инвестиции // Kazakhstan: журнал. - 2014. - № 3. - С. 40 и 38.
- 39 Под ред. В. С. Белецкого. Горный энциклопедический словарь - Гірничий енциклопедичний словник. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2004. - Т. III. - 752 с.

- 40 Руды хватит на всех // Уральский рынок металлов : журнал - 2008. - № 7 (июль). - С. 88.
- 41 Абдулин, 2008, с. 222. Караганда. Карагандинская область: Энциклопедия. - иллюстрированное. - Алма-Ата: Атамұра, 2008. - 528 с - с. 222.
- 42 Аммосова Я.М., Дьяков В.М., Матыченков В.В., Чернышев Е.А. Использование соединений кремния в сельском хозяйстве. М.: Изд-во. Мин. Хим. Пром., 1990. Вып. 7(98). 32 с.
- 43 Аристархов А. Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах / Под. ред. В.Г. Минеева. М: ЦИНАО, 2000. 524 с.
44. Бахнов В.К. Кремний - дефицитный элемент питания на торфяных почвах // Агрехимия. 1979. №11. С.119-124.

Список периодических изданий

35 Патент РК № 30349. Способ получения фосфорного удобрения из техногенных отходов. Батькаев Р.И., Мырхалыков Ж.У., Назарбекова С.П., Назарбек У.Б., Холошенко Л.Х., Батькаева Л.Р. Заявлено 20.10.2014. Опубликовано 15.09.2015, бюл. № 9.

36 Патент РК № 31227. Способ получения модифицированного суперфосфата из техногенных отходов. Бейсенбаев О.К., Батькаев Р.И., Дыгай Л.В., Белобородова А.Е., Холошенко Л.Х., Каратаев С.С. и др. Заявлено 08.03.2015. Опубликовано 15.06.2016, бюл. № 6.

37 Патент РФ № 2125548. Способ получения гранулированных удобрений на органической основе и устройство для их получения. Якушко С.И., Назаренко Е.П., Городний Н.М. Заявлено 01.04.1996. Опубликовано 27.01.1999.

38 Малофеев В.И.// Технология безотходного производства в птицеводстве. М., Агропромиздат, 1986.

39 Патент РФ № 2236393. Способ получения органического удобрения. Кочерга В.А., Андрианов В.Б. Заявлено 22.08.2014. Опубликовано 26.02.2015.

40 Патент РФ № 2233823. Способ получения азотно-калийного удобрения. Мельниченко И.М. Заявлено 04.04.2003. Опубликовано 10.08.2004.

41 Патент РФ № 2233819. Способ получения сложных гранулированных азотно-фосфорных или азотно-фосфорно-калийных удобрений. Богунов С.И., Кузнецов А.Г., Полякова О.А., Соловьев Б.А., Козырев А.Б., Лебедева Н.Н.

42 Патент РК № 28122. Способ получения удобрения – моноаммоний-фосфата из техногенных отходов. Опубликовано 17.02.2014.

43 Патент РК № 17764. Способ извлечения галлия из различного минерального и техногенного сырья. Батькаев И.И., Батькаев Р. И., Немцев А. А., Батькаев И. И. Опубликовано 15.09.2006.

44 Патент РФ № 2371426. Способ утилизации отходов спиртового производства для сельскохозяйственных целей и система для его

осуществления. Кузнецов Е. В., Щеколдин Ю. А. Заявлено 25.09.2007. Опубликовано 27.10.2009.

45 Патент РФ № 2313230. Способ производства органоминеральных смесей из отходов производства спирта. Маланчук В. Я., Михайлов Г.В. Заявлено 06.06.2005. Опубликовано 27.12.2007.

46 Патент РФ № 2294615. Способ внесения жидкого удобрения. Афанасьев А. Г., Гончар П. Д., Шохин В. В. Заявлено 06.09.2005. Опубликовано 10.03.2007.

47 Патент РК № 31231. Комплексное органоминеральное удобрение. Сапаров А., Шампикова Д.Д., Базилбжанов Е.К., Алдабергенов М.К., Сулейменов Б.У. Заявлено 03.04.2015. Опубликовано 15.06.2016, бюл. №6.

48 Патент РК № 30288. Органоминеральное цеолитовое удобрение пролонгированного действия. Идрисова У.Р., Мусалдинов Т.Б., Саданов А.К., Идрисова Д.Ж, Айткельдиева С.А. Заявлено 30.12.2013. Опубликовано 17.08.2015, бюл. №8.

49 Патент РК № 21445. Способ получения модифицированного шунгита. Хамитова К.К., Демеев Б.Б., Могильный В.В., Наурызбаев М.К. Заявлено 18.02.2008. Опубликовано 15.07.2009, бюл. №7.

50 Патент РК № 19428. Пролонгированное органоминеральное азотсодержащее удобрение. Усманов С., Чуканов Б.К., Махмудов Р.У., Усманов Х.С., Усманов О.С. Заявлено 13.01.2006. Опубликовано 15.05.2008, бюл. №5.

51 Патент РК № 29132. Фосфорное органоминеральное удобрение. Жантасов К.Т., Бажиров Н.С., Бишимбаев В.К., Мырхалыков Ж.У., Бажиров Т.С. и др. Заявлено 02.09.2013. Опубликовано 17.11.2014, бюл. №11.

52 Патент РК № 16652. Способ получения минеральных удобрений пролонгированного действия. Бишимбаев В.К., Аргинбаев Д.К., Наукенова А.С., Айтжанова З.Д. Заявлено 28.05.2004. Опубликовано 15.12.2005, бюл. № 12.

53 Патент РФ № 2336257. Способ получения комплексного удобрения пролонгированного действия на основе адсорбционной добавки. Ратников А.Н., Анисимов В.С., Жигарева Т.Л., Петров К. В., Свириденко Д. Г., Мазуров В.Н., Анисимова Л.Н., Попова Г. И., Картузова М. Н., Иванов В. Н. Заявлено 06.12.2006. Опубликовано 20.10.2008.

54 Патент РФ № 2313509. Способ получения сложного удобрения и устройство для его осуществления. Фоменко А.П., Лобачева Г. К., Салдаев А.М. Заявлено 10.05.2006. Опубликовано 27.12.2007.

55 Патент РФ № 2433984. Способ получения гранулированного азотно-сульфатного удобрения. Конохова Н.В., Кучинский В.Е., Таран Ю.А., Таран А.Л. Заявлено 27.02.2010. Опубликовано 20.11.2011.

56 Патент РФ № 2509755. Способ получения гранулированного медленнодействующего удобрения. Пынкova Т.И., Таран Ю.А., Таран А.Л., Таран А. В. Заявлено 23.07.2012. Опубликовано 20.03.2014.

57 Патент РФ № 2281274. Способ получения гранулированного известково-аммиачного удобрения. Казак В.Г., Бризицкая Н. М., Гришаев И.Г., Долгов В.В., Малявин А. С., Бирюкова В. А. Заявлено 31.03.2005. Опубликовано 10.08.2006.

58 Патент РФ № 2306305. Способ получения сложного удобрения, содержащего азот, кальций и серу. Сеземин В. А., Абрамов О. Б. Заявлено 12.01.2006. Опубликовано 20.09.2007.

59 Патент РФ № 2275347. Способ получения азотно-калийного удобрения. Кононов С. М., Авраменко А. Н., Ширококов О. А., Громотков В. Н., Перепечко В.Ф., Царевский В.А., Мицак И.А., Овчинников В.М., Костюченко С. С., Контарева Е.Н. Заявлено 19.11.2004. Опубликовано 27.04.2006.

60 Патент РФ № 2525582. Кремнийсодержащее комплексное удобрение. Нестеренко Ю.В., Нестеренко С.В. Заявлено 20.07.2011. Опубликовано 20.08.2014.

61 Патент РФ № 2511296. Способ получения композитных органоминеральных удобрений для внесения в почву и готовых почвенных субстратов. Конов М. А., Хамизов Р. Х. Заявлено 11.07.2012. Опубликовано 10.04.2014.

62 Патент РФ № 2529163. Способ определения составов высококонцентрированных жидких комплексных удобрений. Кистанова Н. С., Кудряшова О. С., Мазунин С. А., Михайлова Л.А., Поляков А.Ю., Толстова Г. В., Шкурко Н.В. Заявлено 05.02.2013. Опубликовано 27.09.2014.

63 Патент РФ № 2509724. Способ получения высокочистого углекислого кальция и азотно-сульфатного удобрения в процессе комплексной переработки фосфогипса. Муллаходжаев Т.И., Олифсон А.Л. Заявлено 13.08.2012. Опубликовано 20.03.2014.

64 Патент РФ № 2505512. Способ получения гумуссодержащего компонента органоминеральных удобрений и почвенных субстратов. Конов М. А., Хамизов Р.Х. Заявлено 11.07.2012. Опубликовано 27.01.2014.

65 Патент РФ № 2512165. Минерально-органическое комплексное гранулированное удобрение и способ его изготовления. Сержантов В.Г. Заявлено 13.11.2012. Опубликовано 10.04.2014.

66 Патент РФ № 2497785. Способ получения удобрений пролонгированного действия. Реутов Ю.И. Заявлено 30.06.2011. Опубликовано 10.11.2013.

67 Патент РФ № 1101439. Способ получения органоминерального удобрения. Крупский Н.К., Головачев Е.А., Бацула А.А. Заявлено 02.08.1982. Опубликовано 07.07.1984, бюл. № 25.

68 Патент РФ № 493451. Способ получения сложного гранулированного органоминерального удобрения. Глущенко Н.В., Кузьмина М.А., Кузьмин В.А., Иванова Р.Г. Заявлено 02.04.1974. Опубликовано 30.11.1975, бюл. № 44

69 Патент РФ № 1618745. Способ получения удобрений сельскохозяйственных культур. Хвесик М.А., Юсупов К.А., Зохнюк В.М., Яцюта Л.Г. и др. Заявлено 23.06.1988. Опубликовано 07.01.1991, бюл. № 1.

70 Патент РФ № 1808824. Способ получения биоорганоминеральных удобрений. Сушкова В.И., Сунцова Л.В., Феоктистова А.Д., Стефанов Г.М., Ржаников Н.Н. и др. Заявлено 15.06.1990. Опубликовано 15.04.1993, бюл. № 14.

71 Патент РФ № 4555972. Способ повышения удобрительных свойств мелассной барды. И.И.Ярчук, Л.Е.Айзикович, Н.В.Романюков, Б.С.Гиндюк. Опубликовано 30.11.1974, бюл. № 44.

72 Патент РФ № 2282605. Способ получения удобрения для кислых почв. Б. С. Абрамовна, Кабалоев Т. Х., Дзанагов С. Х., Добаев Н.Н.

73 Патент РФ 1813085 . Способ переработки навоза на удобрение. Глазков И.К., Ковалев Н. Г., Туманов И.П. Заявлено 22.04.1991. Опубликовано 30.04.1993, бюл. № 16.

74 Федюшкин Б.Ф. Минеральные удобрения с микроэлементами - Л.: Химия, 1989. - 272 с.

75 Ирьянова Е.М., Ковриго В.П. Способ регулирования почвенной емкости поглощения нитратов. - Патент №93-2091356, 27.09.1997.

76 Патент РФ № 2278097. Способ удобрения почвы новой формой капсулированного многофункционального удобрения. Ковриго В.П., Ирьянова Е.М.

77 Холькин Ю.И. Хроматография в химии древесины. М.: Лесная промышленность, 1976. - С.192-201.

78 Патент РФ № 2263093. Способ получения удобрения на основе фосфата аммония с контролируемым высвобождением питательных веществ. Ляо Ц., Мао Сяюнь, Бо Сун, Гуан Пин-Сяо.

79 Патент РФ № 2255923. Неодимсодержащее микроудобрение. Абашеева Н.Е., Кожевникова Н.М., Меркушева М.Г., Гаркушева Н.М., Убугунов Л.Л., Солдатова З.А.

80 Патент РФ № 2189959. Минерально-органическое комплексное удобрение на основе кварц-глауконитового песка. Вознесенский В.Н., Маковский А.Н., Лядов В.В., Гляденов С.Н., Кулишев А.В.

81 Патент РФ № 2113421. Способ получения гранулированного азотного удобрения, являющегося композицией двух и более веществ в виде их смесей. Беркович А.Ш., Рустамбеков М.К., Иванов А.Б., Кузнецова В.В., Воробьев В.С., Горев Ю.А., Солодун А.В., Каретник В.В.

82 Патент РФ № 2079475. Способ получения гранулированного удобрения с продленным действием. Фирсова Л.П.

83 Патент РФ № 1574583. Способ получения фосфорных удобрений на основе цеолита. Сихарулидзе Н. Г., Пейкришвили Г. М., Гвасалия Л. И., Цхакая Н.Ш., Мчедлишвили К.М., Вашакидзе Н.Г.

84 Патент РФ № 2144522. Способ получения многофункциональных минеральных удобрений. Сенников., Грошева Л.П., Кошелев В.Н., Сукманов В.Е., Романовская Т.И., Николаева И.И., Самсонов Ю.К., Лысенко Е.В., Аксененко С.В., Горшкова Н.В., Нефедова Т.И.

Список ссылок в интернете

8 <http://profi-centr.kz/cool/10-icetheme/icecarousel/31-obogashcheniepoleznykh-iskopaemykh>.

9. <https://studyes.com.ua>

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Аукенова М.М.

Название: ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНЕФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ СОКОЛОВСКО-САРБАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Координатор: Виктория Капралова

Коэффициент подобия 1: 23,9

Коэффициент подобия 2: 11,4

Тревога: 4

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Аукенова М.М.

Название: ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНЕФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ СОКОЛОВСКО- САРБАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Координатор: Виктория Капралова

Коэффициент подобия 1:23,9

Коэффициент подобия 2:11,4

Тревога:4

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата

08.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

