

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦВЕТНЫХ,
РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ



Алматы 2018 Almaty

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ**

**Металлургия ғылымы мен өнеркәсібінің мәселелеріне және белгілі
ғалым металлург, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі,
Қазақстан Республикасы Мемлекеттік сыйлығының иегері
Болат Балтақайұлы Бейсембаевті еске алуға арналған
«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»
атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның**

МАТЕРИАЛДАРЫ

МАТЕРИАЛЫ

**Международной научно-практической конференции
«Эффективные технологии производства цветных, редких и
благородных металлов», посвященной проблемам металлургической
науки и промышленности и памяти известного ученого-металлурга,
члена-корреспондента Академии наук РК,
лауреата Государственной премии Республики Казахстан
Булата Балтакаевича Бейсембаева**

PROCEEDINGS

**of International scientific and practical conference
“The Effective Technologies of Non-Ferrous,
Rare and Precious Metals Manufacturing” devoted to the metallurgy
science and industry concerns and in memory of well-known scientist
of metallurgy, Associate Member of the National Academy
of Sciences of Kazakhstan, the honoree of the State Prize of the
Republic of Kazakhstan Bulat Baltakayevich Beisembayev**

Алматы 2018

УДК 669
ББК 34.3
Э94

Ответственный редактор: д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К.

Жауапты редактор: т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К.

Редакционный совет: д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К., д.т.н., проф. Загородняя А.Н., д.т.н. Квятковский С.А., к.т.н. Кульдеев Е.И., к.х.н. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

Редакциялық алқа: т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К., т.ғ.д., проф. Загородняя А.Н., т.ғ.д. Квятковский С.А., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., х.ғ.к. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

«Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов»: Материалы Межд. научно-практ. конф. / Сост.: к.х.н. Темирова С.С., к.т.н. Кульдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 с.

«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»: Халықар. ғыл. практ. конф. материалдары / Құраст.: х.ғ.к. Темирова С.С., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 б.

ISBN 978-601-323-132-7

В Материалах конференции «Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов» представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований в области металлургии цветных, редких и благородных металлов, обогащения минерального и техногенного сырья, получения высокочистых металлов и перспективных материалов, а также разработки новых и усовершенствования существующих технологических схем, процессов и аппаратов.

Материалы конференции предназначены для ученых и специалистов, работающих в области переработки минерального сырья и материаловедения.

«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары» атты конференцияның материалдарында түсті, сирек және асыл металдар металлургиясы, минералдық және техногенді шикізаттарды байыту, тазалығы жоғары металдар мен келешегі зор материалдарды алу, сонымен қатар жаңа технологиялық схемаларды, үрдістерді және аппараттарды жасап шығару және олардың бұрыннан келе жатқан түрлерін жетілдіру салаларындағы іргелі және қолданбалы зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Конференция материалдары материалтану және минералды шикізаттарды өңдеу саласында жұмыс жасайтын ғалымдар мен мамандарға арналған.

УДК 669
ББК 34.3

ISBN 978-601-323-132-7

© АО «ИМиО», 2018

ПРИМЕНЕНИЕ КАЗАХСТАНСКИХ ДИАТОМИТОВ В КАЧЕСТВЕ НОСИТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

<https://doi.org/10.31643/2018-7.29>

Кульдеев Е. И.^{1,2}, *Бондаренко И.В.¹, Тастанов Е.А.^{1,2},
ORCID: 0000-0001-8216-679X 0000-0003-2925-3020
Темирова С.С.¹, Нурлыбаев Р.Е.³, Исмагулова М.Ш.³
0000-0003-3039-2546

¹АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан, *igor1957@mail.ru;

²НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева», г. Алматы, Казахстан;

³ТОО «Savenergy», г. Алматы, Казахстан

Аннотация. Применение казахстанских диатомитов в качестве носителей минеральных удобрений позволит решить проблемы вымывания удобрений и влагозадержания в различных сельскохозяйственных климатических зонах Казахстана. Кремниевая кислота и соединения железа, содержащиеся в диатомитах, сами являются природными минеральными удобрениями для выращивания определенных видов сельскохозяйственных культур. На основе диатомитов можно создавать минеральные удобрения, которые отличаются относительной дешевизной, простотой производства и применения при внесении в почву. Для опытного производства «дженериков» производительностью 50 тыс.т. в год оценочная сумма затрат составит около 5 млн. USD, срок окупаемости 3-4 года.

Диатомит (кизельгур, трепел) – осадочная горная порода, обладающая высокопористой микроструктурой с высокими адсорбционными свойствами и большим содержанием активного гидратированного кремнезема.

По оценке Геологической службы Министерства внутренних дел США (USGS), мировые запасы диатомита составляют более 1 млрд. т, из которых около 250 млн. т приходится на США и 110 млн. – на Китай. Разведанные запасы диатомита в России составляют 350 млн. т. Запасы казахстанских диатомитов не подсчитаны и по оценкам они составляют более 200 млн. т, из них около 80% находятся в Муголжарском районе Актюбинской области.

В настоящее время объем добычи диатомита в мире составил свыше 2,5 млн. т в год, значительная часть из которого добывается в США (0,6 млн. т). На долю СНГ приходится 4% мирового производства диатомита, в Казахстане его промышленная добыча не ведется.

Казахстанская диатомитовая руда характеризуется поверхностным залеганием и, соответственно, невысокой ценой добычи. Среднегодовые цены составляют ~300 USD /т. Основные области применения диатомита в США: фильтры для пищевой промышленности – 67%, применение в качестве добавок к цементу – 15%, адсорбента – 11%, наполнителя – 7%, прочие сферы – менее 1% [1-3].

Диатомитовая руда представляет собой конгломерат частиц кремнезема различной степени гидратированности ($m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Размер частиц колеблется от 0,260 до 0,789 мкм, а содержание SiO_2 – от 25 до 87 %. В качестве примеси присутствуют глинистые минералы (5 - 10 %). Частицы SiO_2 в зависимости от условий формирования в природной среде могут иметь значительный разброс линейных размеров, пористости, структурных неоднородностей. Высокопористая микроструктура объясняется многослойностью сферических частиц, состоящих из отдельных конгломератов гидратированного кремнезема. Отдельные сферические частицы диоксида кремния крупностью ~225 нм и друзы частиц размером 20-40 нм демонстрируют внутреннюю субструктуру, представленную первичными частицами 5-10 нм, из которых формируется ядро

размером 300-500 нм. Ядро окружено оболочками из вторичных частиц размером 20-40 нм, чередующимися со слоями первичных частиц. Активация диатомитовых руд может достигаться механическим помолом в мельницах и химическим воздействием щелочными и содовыми растворами. Механическим помолом можно достигнуть удельной поверхности $S_{уд} = 11248 \text{ см}^2/\text{см}^3$ [4].

Авторами [5] предлагается использование диатомитов в такой крупной отрасли промышленности, как производство минеральных удобрений для сельского хозяйства. Сложившаяся в мире за более чем 200 лет система их применения включает комплекс научно обоснованных агротехнических мероприятий по размещению органических и минеральных удобрений, известковых и других материалов под сельскохозяйственные культуры с учетом климата, плодородия почвы, типа севооборота, биологических особенностей растений и их сортов с учетом состава и свойств удобрений.

К основным показателям проектирования системы удобрений относятся: разработка многолетнего плана применений, сроки, требуемое количество питательных веществ (N, P, K) и их усвояемость культурами растений. Существующим недостатком, в сложившейся системе применения удобрений является практическая невозможность регулирования подачи их в будущую прикорневую систему растения при различных погодных явлениях. Например, обильные осадки вымывают удобрения в нижележащие почвенные слои, способствуя неэффективному их использованию. В периоды засухи наблюдается обратная картина и не происходит эффективного влагозадержания. Первое явление приводит к чрезмерному перерасходу минеральных удобрений, загрязнению подземных вод и, в конечном итоге, потере плодородия почв. Второе явление может частично нивелироваться за счет применения сева по «нулевой» технологии, когда почва многократно обрабатывается дефолиантами от сорняков, практически не распахивается во время сева, а стерня закапывается в почву.

Рациональная идея использования диатомитов в качестве носителей минеральных удобрений позволяет устранить отмеченные недостатки. Авторы назвали данную композицию «дженериками», по аналогии с дешевыми, но не менее эффективными непатентованными лекарственными средствами.

Применение диатомитов имеет большие перспективы, так как обеспечивает:

- разнообразие композиций минеральных веществ при их производстве;
- влагозадержание благодаря наличию в «дженерике» гидратированной кремневой кислоты, удерживающей влагу в период засухи;
- снижение вымывания минеральных удобрений из прикорневой области за счет адсорбционной способности «дженериков»;
- дешевизну комплексных удобрений из-за невысокой стоимости казахстанских диатомитов, добываемых открытым способом;
- простоту технологических решений при производстве «дженериков»;
- приемлемую цену готовой продукции для товаропроизводителя;
- простоту внесения «дженериков» в почву в виде гранул в период сева.

На Актюбинской опытной сельскохозяйственной станции были проведены опытные испытания «дженериков», содержащих в своей массе 25-30% минеральных удобрений, на 4-х сельскохозяйственных культурах: яровая пшеница, сапфлор, ячмень, просо, показавшие рост урожайности культур на 30-60% в сравнении с контрольными делянками.

Одной из основных задач внедрения «дженериков», как новых дешевых и эффективных минеральных удобрений, является обеспечение ими фермерских хозяйств Казахстана. Например, в Актюбинской области, где средняя урожайность яровой пшеницы «Саратовская-55» даже в урожайные годы не превышает 9-10 центнеров с гектара, применения новых минеральных удобрений повышает урожайность на 2-3 центнера с гектара.



Рисунок – Воздействие «дженерика» на рост овса сорта «Марктон» на Актюбинской опытной сельскохозяйственной станции.

Сохранение и рост плодородия почв, борьба с их деградацией является острой проблемой нашей цивилизации. Данная технология позволит в перспективе вернуть в сельскохозяйственный оборот миллионы гектаров пашни, которые в настоящий момент не используются, и сделать Казахстан одним из ведущих производителей сельскохозяйственной продукции.

«Дженерики» еще не апробировались на овощных культурах, однако в России (Новосибирская область) уже применяют диатомитовую руду при выращивании картофеля с ростом урожайности до 50%.

В роли компонента «дженериков» - минеральных удобрений - может выступать очень дешевая фосфоритовая мука. Ее применение для большинства казахстанских почв нецелесообразно, так как они имеют щелочной характер. Использование ее в композиции с диатомитом (кремниевая кислота) позволяет дозированно, в течение продолжительного времени, переводить в почву растворимые формы соединений фосфора, способствуя росту урожайности.

Соединения железа не случайно называют «четвертым» видом минеральных удобрений, так как их недостаток в почве приводит к отмиранию корней растений. Особую потребность в соединениях гидроксида железа, особенно в форме зольных, испытывают сахарная свекла и картофель [6]. Некоторые разновидности диатомитов могут содержать до 27% Fe_2O_3 , находящегося в ультрадисперсном коллоидном состоянии в форме зольных или железистого ярозита. Таким образом, с помощью разных составов «дженериков» можно с максимальной эффективностью регулировать свойства удобрений и их ценовые характеристики.

Дороговизна минеральных удобрений на рынке Казахстана является причиной того, что они используются только на 10% (в основном для овощных культур) при ежегодной потребности сельского хозяйства в 2,5 млн.т.

Нами предлагается проект строительства опытного производства «дженериков» на 42-50 тыс.т. в год. Это позволит сельскохозяйственным производителям Казахстана ознакомиться и оценить качественные характеристики продукта, апробировать его на своих площадях под конкретные виды и сорта сельскохозяйственных культур

Расчеты показали, что для организации опытного производства потребуется 35 тыс. т. диатомитов, 8,7 тыс. т. сложных минеральных удобрений или 16,6 тыс. т. фосфоритовой муки. Капитальные затраты в добычу диатомитовой руды, по предварительным расчетам, составят 2,01 млн. USD, в завод «дженериков» – 3,0 млн. USD. При отпускной цене «дженериков» на основе сложных минеральных удобрений 190 USD/т или 75 USD/т. на основе фосфоритовой муки прибыль составит на одну тонну «дженериков» 42

USD и 80 USD в год, соответственно Оптимистичный срок окупаемости инвестиций составит примерно 2,5 года, однако, учитывая сезонный характер сельскохозяйственного производства, реалистичным является срок 3-4 года. Для оптимизации логистики будущего производства его целесообразно разместить в Актюбинской или Костанайской областях республики.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Обзор рынка диатомита в СНГ (отчет экспертов ООО «ИГ «Инфолайн»). М., 2016. - 171 с.
- 2 Иванов С.Э., Беляков А.В. Диатомит и области его применения // Стекло и керамика. - 2008. - №2. - С. 18-21.
- 3 Садакова Р.В. Применение диатомита в сельском хозяйстве // min.usaca.ru/uploads/article/attachment/353.
- 4 Дьяков В.М., Матыченков В.В., Чернышев В.А., Аммосова Я.М. Использование соединений кремния в сельском хозяйстве // Актуальные вопросы химической науки и технологии и охраны окружающей среды. - Выпуск 7. - М.: НИИТЭХИМ, 1990. - 32 с.
- 5 Ефимова В.Н., Донских И.Н., Царенко В.П. Система удобрений. Под. ред. В.Н. Ефимова. Москва: Колосс, 2003. - 320 с
- 6 Зорин Е.В. Особенности влияния предпосадочной обработки клубней картофеля ультрадисперсными порошками и солями железа и меди на их урожайные свойства. Дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 : Москва, 2004. - 124 с.

APPLYING KAZAKHSTANI DIATOMITES AS MINERAL FERTILIZER CARRIERS IN AGRICULTURAL INDUSTRY

Kuldeyev Ye. I.^{1,2}, *Bondarenko I.V.¹, Tastanov Ye. A.^{1,2},
ORCID: 0000-0001-8216-679X 0000-0003-2925-3020
Temirova S.S.¹, Nurlybayev R.Ye.³, Ismagulova M.Sh.³
0000-0003-3039-2546

¹“Institute of Metallurgy and Beneficiation” JSC, Almaty, Kazakhstan, *igor1957@mail.ru;

²“Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev” NJSC,
Almaty, Kazakhstan;

³“Savenergy” LLP, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *Applying Kazakhstani diatomites as mineral fertilizer carriers helps to solve such problems like fertilizer washing out and water retention in many climatic agricultural areas of Kazakhstan. Diatomites themselves are natural mineral fertilizers for certain agricultural crops. Based on diatomites, mineral fertilizers can be created that are comparatively cheap to produce and easy to apply to the soil. Capital costs for starting experimental production of “generics” with the capacity of 50000 ton a year makes around \$5 mln. Payback period is 3-4 years.*