

Список использованных источников

1. Павлов Г.М., Меркурьев Г.В. Автоматика энергосистем. – Санкт-Петербург: «Центр подготовки кадров энергетики», 2001 г. – 381 с.
2. Tian P., Platero C. A., Blázquez F. Protection method for synchronous machine during the paralleling connection process // 2018 XIII International Conference on Electrical Machines (ICEM). 2018. Pp. 2385-2390.
3. Fyodorova V. et al. Synchronization Digital Device Development for Generators Automatic Connection to the Network by Various Methods // 2021 Ural-Siberian Smart Energy Conference (USSEC). 2021. Pp. 89-93.
4. Fyodorova V. et al. Application of Automatic Device for Generator Connection to the Network by Method of Accelerated Synchronization // IEEE 23 International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), 30 June – 4 July 2022. - Novosibirsk : IEEE, 2022. - P. 461–466. - ISBN 978-1-6654-9804-3.

УДК 666.321

Н.В. Филатова, Н.Ф. Косенко, К.С. Садкова

Ивановский государственный химико-технологический университет
Иваново, Россия

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ЖУРАВЛИНОЛОЖСКОГО КАОЛИНА

Аннотация. В целях импортозамещения важного алюмосиликатного сырья определен минералогический и химический состав и изучены некоторые свойства каолина месторождения Журавлиный Лог. Определены термические превращения каолина в температурном диапазоне до 950 °С. Оценены коллоидно-химические свойства каолиновых суспензий (ζ -потенциал и кажущаяся вязкость в зависимости от pH).

N.V. Filatova, N.F. Kosenko, K.S. Sadkova

Ivanovo State University of Chemistry and Technology
Ivanovo, Russia

SOME PROPERTIES OF ZHURAVLINOLOZHISKY KAOLIN

Abstract. To import substitution of important aluminosilicate raw materials, the mineralogical and chemical composition, as well as some properties of kaolin of the Zhuravliny Log deposit, have been determined. Thermal transformations of kaolin in the

temperature range up to 950 ° C have been studied. The colloid-chemical properties of kaolin suspensions (ζ potential and apparent viscosity depending on pH) were evaluated.

Каолины являются важнейшим керамическим сырьем, используемым с древнейших времен. Рынок каолина оценен в 2020 г. в 5,43 млрд долларов с предполагаемым ростом до 8,23 млрд к 2027 г. [1]. Недоступность качественных украинских каолинов в настоящее время подтолкнуло к исследованию российских глинистых минералов. Месторождение Журавлиный Лог в Челябинской области является крупнейшим в России, содержащим по подтвержденным оценкам более 60 млн т первичного каолина [2]. Понятен интерес к данному сырью [3,4]. Для определения возможностей его использования необходимо детальное исследование различных характеристик: состава, поведения при нагревании, коллоидно-химических свойств.

Оценка минерального состава (масс. %) показала наличие каолинита в количестве 30–70, кварца 30–50, ортоклаза 1–18, слюды 3–9. Большая часть примесей легко удаляется при мокромо обогащении. Данные химического анализа обогащенного Журавлиноложского каолина представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав обогащенного каолина (масс. %)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	ППП
47,8	36,9	0,3	0,1	–	0,1	0,4	0,6	13,8

Каолин после обогащения содержал до 4,4 % SiO₂. Карбонат кальция отсутствовал. Частицы каолина имели псевдогексагональную форму (рис. 1), характерную для упорядоченной кристаллической структуры. Размеры пластиной около 1–2 мкм. Хорошо закристаллизованный каолинит (индекс Хинкли 1,76 [5]) имел относительно низкую удельную поверхность: 13.8 ± 0.4 м²/г (по БЭТ).

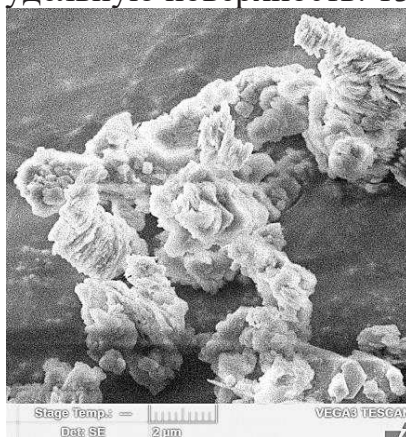


Рис. 1- СЭМ-изображение исходного каолина

Термограммы каолина (рис. 2) указывают на удаление небольшого количества (не более 2 %) адсорбционной влаги в области температур до 400 °С.

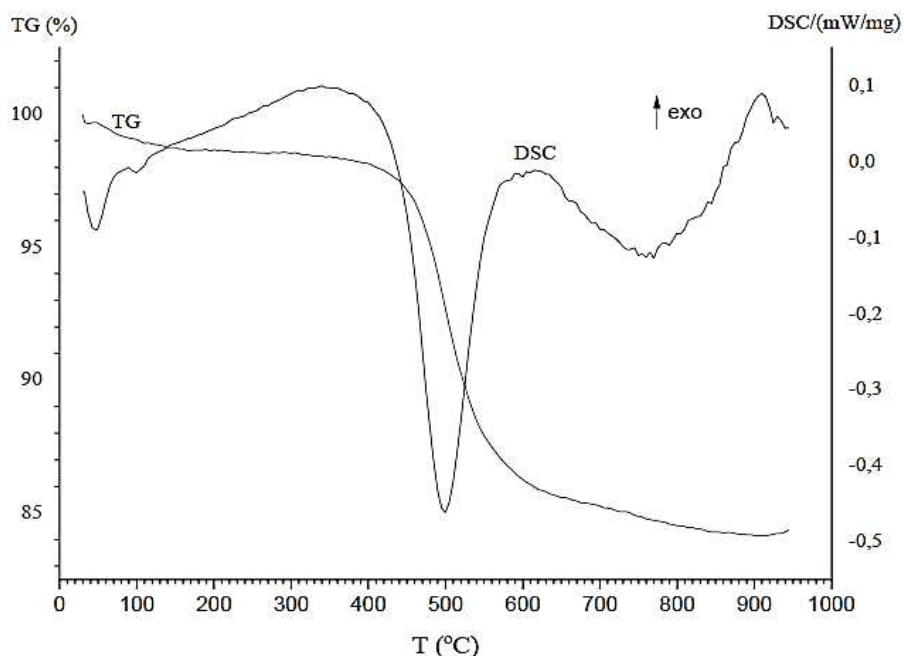


Рис. 2 - Термограммы для обогащенного каолина

Максимальная скорость термического разложения каолинита $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$ до метакаолинита $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5]\text{O}_2$ относится к 500 °С. Обжиг при 1200 °С приводил появлению муллита, что подтверждено совокупностью полностью соответствующих рентгеновских рефлексов. При 910 °С метакаолинит превращался, предположительно, в кремниевую шпинель [5].

Каолиновая суспензия без добавок имела рН в пределах 7,3–8,5 в зависимости от концентрации порошка в дистиллированной воде. В процессе хранения в течение 6 ч ее рН практически не изменялся. Это свидетельствовало о достаточно высокой стабильности дисперсии благодаря высокому отрицательному заряду поверхности частиц при естественном рН. С повышением концентрации суспензии с 5 до 30 % ζ -потенциал (ДП) изменялся незначительно, понижаясь на 10–15 %. Зависимость ДП от рН приведена на рис. 3.

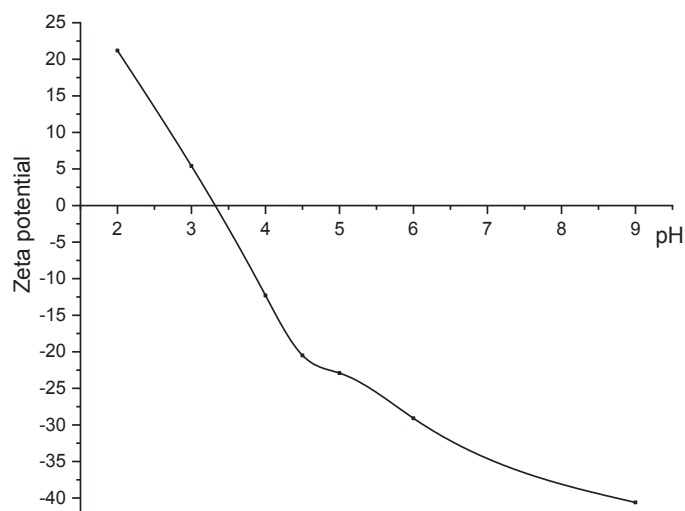


Рис. 3 - Зависимость ζ-потенциала от pH

Изоэлектрическую точку (ИЭТ) установили равной 3,28, что хорошо согласуется с литературными данными. При этом pH наблюдается максимальное слипание частиц, тогда как при удалении от ИЭТ происходит дезагрегация.

Действие ПАВ на коагуляционную структуру суспензий определяется их способностью к замещению противоионов в двойном электрическом слое на поверхности частиц. Триполифосфат (ТПФ) – распространенный анионный дефлокулянт из класса полифосфатов с хорошей разжижающей способностью. При добавлении ТПФ в количестве 0,1 % pH дисперсии повысился с 7,6 до 7,9 и в дальнейшем оставался постоянным.

На рис. 4 представлены зависимости ДП и кажущейся вязкости от содержания ТПФ.

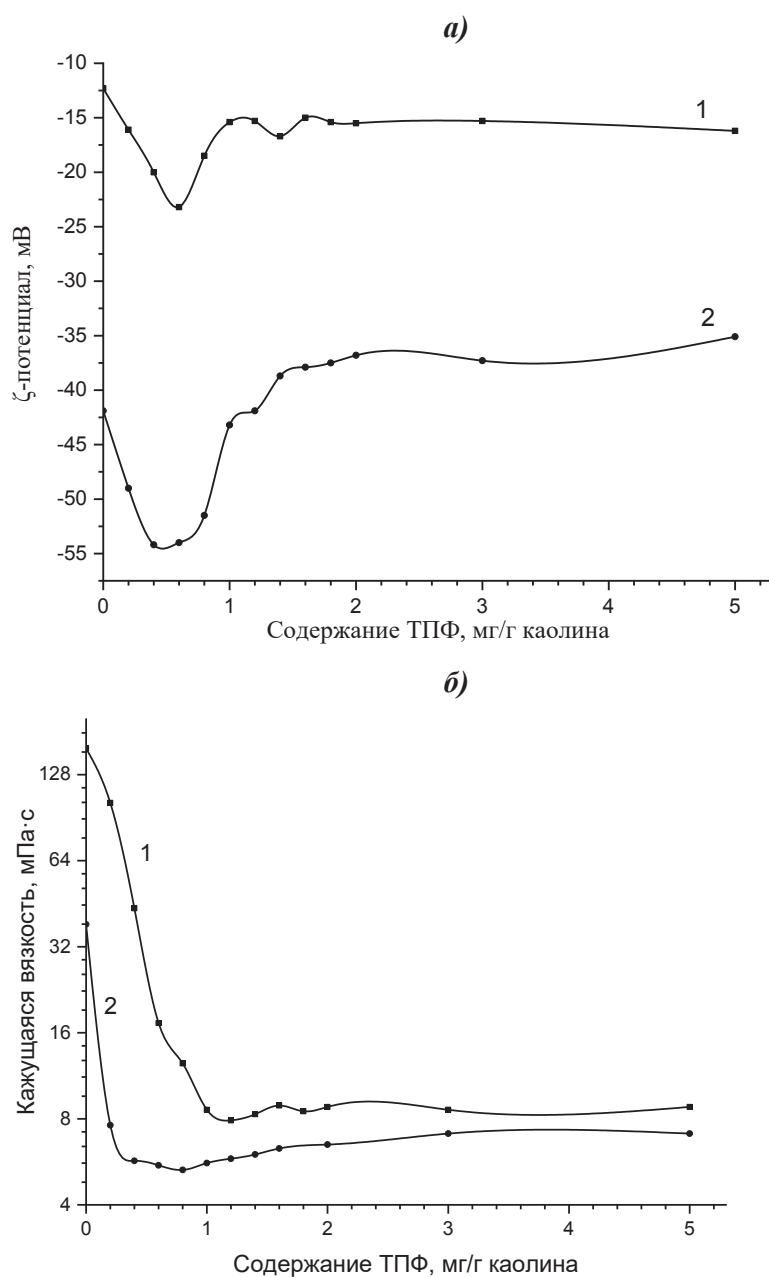


Рис. 4 - Зависимость ζ -потенциала (а) и кажущейся вязкости (б) от содержания ТПФ для рН 4 (кривые 1) и рН 9 (кривые 2)

Резкое снижение вязкости в узком диапазоне концентраций добавки при рН 4 обусловлено разрушением структур типа "карточный домик" вследствие увеличения отрицательного заряда на ребрах. При всех концентрациях добавки значения ДП отрицательные; изоэлектрическая точка не обнаруживалась. Анионы ТПФ адсорбируется на боковых поверхностях кристаллов, связываясь с катионами алюминия. В результате хемосорбции возрастает суммарный отрицательный заряд частиц, а значит, и ДП. При рН 4

минимальное значение ДП, равное -23,2 мВ, соответствовало концентрации ТПФ 0,6 мг/г каолина. Вязкость принимала минимальные значения при более высокой концентрации добавки (~1 мг/г каолина). При рН 9 наименьшие величины обеих измеренных характеристик (-54 мВ и ~5,5 мПа·с) наблюдались при содержании 0,4–0,6 мг/г каолина. Таким образом, ТПФ приводил к стабилизации каолиновых суспензий как в кислой, так и в щелочной области рН.

Минимальные значения ДП и вязкости суспензий наблюдались при близком содержании добавки, мг/г каолина: для рН 4 1,0–1,2; для рН 9 0,4–0,8. Скорость литья при концентрации суспензии 70 % составила $(1,81 \pm 0,06)$ мм²/мин, а прочность сырца $(2,4 \pm 0,3)$ МПа. Эти характеристики находятся в допустимых пределах, а следовательно, исследованный каолин пригоден для традиционных применений.

Выводы

Определен минералогический и химический состав каолина месторождения Журавлиный Лог. Установлено, что максимальная скорость дегидратации каолинита соответствует 500 °С. Изoeлектрическая точка каолиновой суспензии составила 3,28. Исследованы зависимости ζ -потенциала и кажущейся вязкости суспензий от содержания триполифосфата. Минимальные значения ζ -потенциала и вязкости наблюдались при содержании добавки, мг/г каолина: для рН 4 1,0–1,2; для рН 9 0,4–0,8. Скорость литья для 70 % суспензии составила $(1,81 \pm 0,06)$ мм²/мин; прочность сырца $(2,4 \pm 0,3)$ МПа, что находится в допустимых пределах.

Список использованных источников

1. Kumar, S. Kaolin Market Size, Share & Trends Analysis Report by Application (Ceramics, Plastic, Pharmaceuticals & Medical, Paint & Coatings, Cosmetics, Fiber Glass, Paper, Rubber), by Region, and Segment Forecasts, 2019–2025 / S. Kumar. – Research and Market, 2019.
2. Kaolinzh.ru: сайт. – 2022. – URL: <http://kaolinzh.ru/company/> (дата обращения: 20.09.2022)
3. Солодкий, Н. Ф. Использование каолина месторождения "Журавлиный Лог" в производстве тонкой керамики / Н. Ф. Солодкий, М. Н. Солодка, А. С. Шамриков // Огнеупоры и техническая керамика. – 2000. – № 5. – С. 34–35.
4. Аргынбаев, Т. М. Месторождение каолинов Журавлиный Лог – комплексное сырье для производства строительных материалов / Т. М.

Аргынбаев, З. В. Стафеева, Е. В. Белогуб // Строительные материалы. – 2014. – № 5. – С. 68–71.

5. Filatova, N.V. The physicochemical investigation of the Zhuravliny Log kaolin. Part 1 / N.V. Filatova, N.F. Kosenko, O.P. Denisova, K.S. Sadkova // ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. – 2022. – V. 65. – N 8. – P. 85–93.

УДК 621.452

**Р.Р. Халиулин, С.С. Сейид Джафари,
Е.А. Беда, А.А. Василевич, Р.А. Чечнев**

Казанский национальный исследовательский технологический университет им. А. Н. Туполева - КАИ
Казань, Россия

О ВОПРОСЕ СОЗДАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

***Аннотация.** В настоящее время малоразмерные газотурбинные двигатели (МГТД) широко применяются в составе различных летательных аппаратов и увеличение их эффективности приобретает всю большую актуальность. В данной статье представлены этапы разработки малоразмерных газотурбинных двигателей и описание способов увеличения их эффективности.*

**R.R. Khaliulin, C.C. Seyid Jafari,
E.A. Beda, A.A. Vasilevich, R.A. Chechnev**

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev
Kazan, Russia

SMALL-SIZED GAS TURBINE ENGINE'S DEVELOPMENT ISSUE

***Abstract.** Small-sized gas turbine engines (GTE) are widely used as part of different aircrafts and increasing their efficiency is becoming dramatically relevant. This article presents developing small-sized gas turbine engines' stages and increasing their efficiency' way.*

Существует два основных направления увеличения эффективности МГТД: увеличение температуры газа перед турбиной и улучшение элементов конструкции.

Авторами представленной работы выполнен термозодинамический расчет двигателя на основе изданной методики. Определены параметры по тракту двигателя: P - давление, T - температура и V – скорость потока. Проведено профилирование