

обусловленные стохастизацией периодического режима генерации, обнаружены также в четырехчастотном кольцевом газовом лазере с линейной связью эллиптически поляризованных встречных волн за счет обратного рассеяния [3].

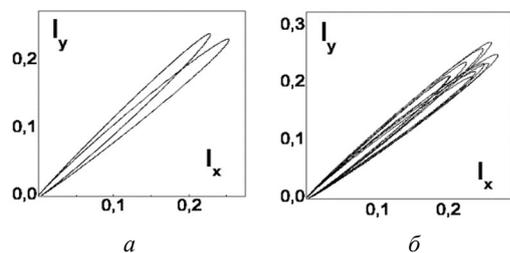


Рисунок 3 – фазовые проекции для интенсивностей ортогональных линейно поляризованных вдоль осей x и y волн в отсутствие (а) и при наличии (б) δ -коррелированного белого шума:
 $\eta = 1,12$, $\Delta\omega = 90$ КГц

При пересечении линии I_0 в нижней части диаграммы возможны как периодические, так и сложные колебания. На рис. 4 приведен фазовый портрет хаотических колебаний при $\eta = 1.2$, $\Delta\omega = 85$ КГц.

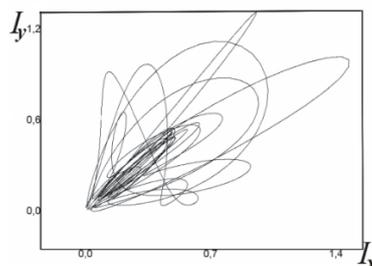


Рисунок 4 – хаотические колебания при $\eta = 1,2$, $\Delta\omega = 85$ КГц.

Литература

1. Experimental and theoretical study of longitudinally monomode vectorial solid-state laser / M. Brune [et al.] // Phys. Rev. A. – 1999. – Vol. 59, № 1, – P. 831–840.
2. Свирина, Л. П. Фазовая неустойчивость в одномодовом твердотельном лазере с анизотропным резонатором. / Л. П. Свирина // Оптика и спектроскопия. – 2009. – Т.1. 107, № 2. – P. 207–212.
3. Свирина, Л. П. Фазовая неустойчивость в четырехчастотном кольцевом газовом лазере с анизотропным резонатором / Л. П. Свирина // Квантовая электроника. – 2008. – Т. 38, № 1. – P.1–15.

УДК 666.321

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАОЛИНОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Сергиевич О.А.¹, Попов Р.Ю.¹, Дятлова Е.М.¹, Богдан Е.О.¹, Колонтаева Т.В.²

¹Белорусский государственный технологический университет

²Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Приведены результаты исследований, направленные на повышение качественных характеристик каолинов месторождений Республики Беларусь «Ситница» и «Дедовка» путем гидравлического кондиционирования, химической и биологической обработки. Представлены данные об изучении физико-химических и технологических свойств природных и обогащенных каолинов, а также процессов, протекающих при их термической обработке интервале температур 20–1100 °С. Установлена взаимосвязь степени кондиционности, структуры и физико-химических характеристик, что позволило рекомендовать наиболее рациональные методы обогащения исследуемого каолинового сырья.

Ключевые слова: каолиновое сырье, запесоченность, обогащение, химическая обработка, свойства.

INCREASING THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF KAOLIN DEPOSITS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Sergievich O.¹, Popov R.¹, Bogdan E.¹, Dyatlova E.¹, Kolontaeva T.²

¹Belarusian State Technological University

²Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. There are presented the results of improving the quality characteristics of kaolins from the deposits of "Sitnitsa" and "Dedovka" (Republic of Belarus) by means of hydraulic conditioning, chemical and biological treatment. Data are presented on the study of the physicochemical and technological properties of natural and enriched kaolins, as well as the processes occurring during their heat treatment in the temperature range of 20–1100 °C. The relationship between the degree of conditionality, structure and physico-chemical characteristics has been established, which made it possible to recommend the most rational methods for enriching the studied kaolin raw materials.

Key words: kaolin raw materials, sandiness, enrichment, chemical processing, properties.

Адрес для переписки: Попов Р.Ю., ул. Свердлова, 13а, Минск 220006, Республика Беларусь
e-mail: rospopov@mail.ru

Каолиновое сырье является весьма востребованным в различных отраслях производства: изготовление строительных и огнеупорных материалов, резин, пластмасс, парфюмерии, медикаментов, пищевых продуктов, бумаги и т. д. В Республике Беларусь оно является предметом импорта, причем ежегодный объем потребления составляет около 60 тыс. т. (на 4,8–5,2 млн. долл. США). Увеличение стоимости этого материала в 3–4 раза приводит к необходимости разработки отечественных месторождений каолинов. Большой интерес вызывают перспективные месторождения и проявления каолинов на территории Республики Беларусь. В качестве объектов исследования выбраны месторождения первичных каолинов «Ситница» Лунинецкого района Брестской области мощностью 2,53 млн. т. и «Дедовка» Житковичского района Гомельской области с общими запасами первичных каолинов – 7,02 млн. т и вторичных каолинов – 1,23 млн. т. [1].

Следует отметить, что данное сырье залегает на большой глубине (8–26 м) и отличается невысокой кондицией ввиду запесоченности и наличия различных примесей, особенно железосодержащих, что ограничивает его применение в промышленности [2]. Повысить качественные показатели каолинов

возможно путем их обогащения с использованием различных методов. В данной работе приводятся результаты повышения качественных характеристик каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка» путем гидравлического кондиционирования, химической и биологической обработки.

Установлено, что гидравлическое обогащение с ситовым кондиционированием природных первичных каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка» обеспечивает максимальный выход обогащенного каолина до 32,5 % и 40,0 %, соответственно, а методом отмучивания – 18–22 % и 12–15 %, при этом его качественные характеристики не в полной мере соответствуют требованиям ГОСТ 21286–82.

Физико-химические и технологические свойства природных и обогащенных гидравлическим ситовым способом каолинов приведены в табл. 1. Анализ полученных данных позволил установить существенные отличия природных и обогащенных каолинов «Ситница» и «Дедовка» по запесоченности, показателю упругости, пластичности и адсорбции метиленового голубого, связанные с удалением кварцевых и полевошпатовых примесей в процессе их обогащения.

Таблица 1. Физико-химические и технологические свойства проб каолинов

Наименование показателя	Наименование месторождения			
	каолин «Ситница»		каолин «Дедовка»	
	природный	обогащенный	природный	обогащенный
Чувствительность к сушке каолинов	0,13	0,29	0,10	0,16
Воздушная усадка, %	4,1	5,7	3,9	4,8
Запесоченность каолинов, %	65,2	1,8	60,4	2,7
Показатель упругости каолиновой суспензии, кг/м ³	49	1320	60	1440
Порог структурообразования каолиновой суспензии, кг/м ³	1175	1120	1355	1300
Число пластичности каолинов	6,9	18,5	2,9	12,6
Адсорбция метиленового голубого, мг/г	9,5	14,3	6,4	9,0
Водородный показатель каолиновой суспензии	5,7	4,8	6,6	7,9
Огнеупорность, °С	1620	1710	1750	1780
Водопоглощение образцов (Т _{обж} =1400 °С), %	4,17	2,44	4,83	1,52
ТКЛР образцов (Т _{обж} =1400 °С), · 10 ⁻⁶ , К ⁻¹	6,74	6,21	6,51	5,95

Химическая обработка каолинового сырья позволяет уменьшить содержание красящих оксидов и повысить качество сырья, что, в свою очередь, расширяет область его применения [2]. Установлено, что в результате химической обработки каолиновых суспензий «Дедовка» соляной кислотой и гидросульфитом натрия происходит восстановление Fe³⁺ до Fe²⁺. При этом содержание оксида железа (III) снижается в 1,5 раза, что обуславливает повышение показателя белизны изготовленных из каолина образцов от 59 % до 68,3 %. Однако химическое обогащение каолина месторождения «Дедовка», предварительно подвергнувшегося мокрому обогащению, не позволяет в полной мере очистить сырье от железосодержащих примесей, поскольку указанные соединения

находятся в связанном состоянии и входят в состав, а также структуру каолинита и гидрослюды, изоморфно замещая ионы Al³⁺ в октаэдрическом слое глинистого компонента.

Биологическая обработка каолинового сырья силикатными бактериями «*Bacillus mucilaginosus*» оказывает положительное влияние на его технологические характеристики, однако существенных изменений в исходном минеральном и химическом составе не наблюдается: остается значительное содержание кварцевых и полевошпатовых включений. Установлено, что микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности оказывают более активное воздействие на глинистую составляющую каолина, что приводит к увеличению механической прочности материалов, получаемых из обогащенных таким

методом продуктов, в 1,2–1,4 раза за счет диспергирования глинистых частиц, а также способствует увеличению белизны в 1,1 раза за счет частичного перевода Fe_2O_3 в водорастворимое состояние. Таким образом, рекомендуется проводить биологическую обработку природного каолина после гидравлического ситового кондиционирования.

При нагревании каолинового сырья в интервале температур 20–1100 °С наблюдаются два наиболее значимых процесса: образование метакаолинита (сопровождается эндотермическим эффектом в температурном интервале 520–580 °С, причем для каолина «Дедовка» фиксируется небольшое смещение на 5–40 °С в область более высоких температур) и процесс муллитизации (сопровождается экзотермическим эффектом в области температур 970–1010 °С). Для обогащенных каолинов следует отметить отсутствие раздвоения пика в виде ступеньки в температурном интервале 570–580 °С, связанного с полиморфным превращением кварца, по сравнению с природными каолинами «Ситница» и «Дедовка».

В результате исследования существующих способов обогащения каолинового сырья установлено, что для повышения его качественных характеристик возможно использование различных способов обогащения, при этом выбор того или иного способа определяется не только

индивидуальными свойствами каолина, но и возможностью его реального применения.

Природное (необогатненное) каолиновое сырье месторождений «Ситница» и «Дедовка» целесообразно и возможно применять в исходном виде при получении керамики строительного назначения (керамической плитки: для стен, полов, клинкерной плитки, а также керамогранита; керамического кирпича с улучшенными термомеханическими характеристиками, а также клинкерного), а также при производстве полукислых огнеупоров.

Обогащение каолинового сырья мотивировано в случае получения керамики технического назначения, а также шамотных и высокоглиноземистых материалов.

При выборе способа обогащения следует выбирать экономически оправданные технологии, исходя из условий применения каолинов.

Литература

1. О возможности повышения кондиционности каолинового сырья Республики Беларусь различными методами обогащения / Г. Н. Малиновский [и др.] // Строительная наука и техника. – 2011. – № 4. – С. 7–13.

2. Particulars of the chemical mineralogical composition and properties of kaolins from Belorussian deposits / O. A. Sergievich [et al.] // Glass and Ceramics. – 2012. – Vol. 69. – № 3/4. – P. 94–98.

УДК 621.762

ПСЕВДОСПЛАВЫ: ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕД ТРАДИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ Савич В.В.

*Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Псевдосплавы – важное направление порошковой металлургии. Они, за счет своей композиционной микроструктуры, сформировать которую традиционными металлургическими методами невозможно, обладают уникальными свойствами. В докладе рассмотрены два типа псевдосплавов на основе вольфрама: электроконтакты и элементы защиты от радиоактивного излучения.

Ключевые слова: псевдосплавы, тяжелые сплавы, вольфрам.

PSEUDOALLOYS: ADVANTAGES OVER CONVENTIONAL MATERIALS Savich V.

*Institute of Powder Metallurgy named after Academician O.V. Roman
Minsk, Republic of Belarus*

Annotation. Pseudo-alloys are an important branch of powder metallurgy. Due to their compositional microstructure, which cannot be formed by traditional metallurgical methods, they have unique properties. The report considers two types of tungsten-based pseudo-alloys: electrical contacts and radiation protection elements.

Key words: pseudoalloys, heavy alloys, tungsten.

*Адрес для переписки: Савич В.В., ул. Платонова, 41, Минск 220005, Республика Беларусь
e-mail: savich.vadim@gmail.com*

Псевдосплавы – это специфический вид композиционных порошковых материалов, состоящих из взаимно нерастворимых (либо ограниченно растворимых) компонентов с разной температурой плавления. Первыми классическими псевдосплавами стали композиционные материалы системы W–Cu и W–Ag. По традиционной

технологии получения таких псевдосплавов предельно спеченный из порошка вольфрама пористый каркас пропитывают при температуре 1200–1250 °С жидкой металлической составляющей композиции – расплавом меди или серебром.

Свойства псевдосплавов W–Cu и W–Ag можно изменять в широких пределах, варьируя состав