



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-4-13-16>
УДК 621.74

Поступила 14.11.2024
Received 14.11.2024

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН УЗБЕКИСТАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Б. Т. САБИРОВ, Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан,
г. Ташкент, Узбекистан, ул. Я. Гуломов, 70. E-mail: sabirovbahtiyor1970@gmail.com*

Приведены данные о химическом составе бентонитовых глин различных месторождений Узбекистана. Показана целесообразность смешивания бентонитовых глин различных месторождений для получения более высоких технологических показателей. Предложено провести исследования для адаптации бентонитов к условиям их применения в литейном производстве Беларуси.

Ключевые слова. *Формовочные смеси, кварцевый песок, бентонит, отливки из чугуна, стали.*

Для цитирования. *Сабиров, Б. Т. Современное состояние добычи и переработки бентонитовых глин Узбекистана и перспективы их применения в металлургической отрасли Республики Беларусь / Б. Т. Сабиров // Литье и металлургия. 2024. № 4. С. 13–16. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-4-13-16>.*

CURRENT STATE OF MINING AND PROCESSING OF BENTONITE CLAYS OF UZBEKISTAN AND PROSPECTS FOR THEIR APPLICATION IN THE METALLURGICAL INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

*B. T. SABIROV, Navoi branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan, 70, Ya. Gulomov str. E-mail: sabirovbahtiyor1970@gmail.com*

The article presents data on the chemical composition of bentonite clays from various deposits in Uzbekistan. The feasibility of mixing bentonite clays from various deposits to obtain higher technological indicators is shown. It is proposed to conduct research to adapt bentonites to the conditions of their use in the foundry industry of Belarus.

Keywords. *Molding mixtures, quartz sand, bentonite, cast iron and steel castings.*

For citation. *Sabirov B. T. Current state of mining and processing of bentonite clays of Uzbekistan and prospects for their application in the metallurgical industry of the Republic of Belarus. Foundry production and metallurgy, 2024, no. 4, pp. 13–16. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-4-13-16>.*

Качество конечной готовой продукции во многом зависит от параметров технологического процесса литья металла и применяемых форм для отливки. При изготовлении формовочных смесей традиционно используются кварцевые пески и другие инертные жаропрочные компоненты и пластичные связующие компоненты. Во многих случаях в качестве связующего широко применяются бентонитовые глины в виде тонкоизмельченного порошка. Кварцевый песок, являясь основным компонентом при изготовлении литейных форм, образует ее структурный каркас, а бентонит связывает (удерживает) частицы кварцевого песка между собой и обеспечивает форме требуемую степень механической прочности. При этом следует отметить особенность бентонита, которая заключается в восстановлении своих основных свойств после дополнительного увлажнения, что позволяет многократно применять формовочную смесь после заливки форм металлом и выбивки полученных отливок. Это дает возможность существенно сократить материальные затраты и образование техногенных отходов.

Бентонит применяется как связующая добавка при подготовке сырья к металлургическому переделу – окускованию руд (концентратов), а также для брикетирования полиметаллических руд и отходов горно-металлургических производств. Наибольшее распространение бентонит получил для окомкования железорудных концентратов при изготовлении окатышей для доменного процесса и металлзации. Расход бентонита на изготовление 1 т отливок из чугуна в настоящее время составляет 60–90 кг, а из

стали – 90–120 кг. В общем объеме выпуска литья промышленно развитых стран 65–70 % стальных и чугуновых отливок мелкого и среднего развеса производится в формах из песчано-глинистых смесей [1].

В настоящее время важным регулирующим нормативно-техническим документом для применения бентонита в литейном производстве является ГОСТ 28177-89 «Глинопорошки бентонитовые для формовочных смесей», где основными показателями служат три свойства песчано-бентонитовой смеси, состоящей из 95 % кварцевого песка определенного гранулометрического состава и 5 % порошкообразного бентопорошка: предел прочности при сжатии в сыром состоянии; предел прочности при разрыве в зоне конденсации влаги и термическая устойчивость. Согласно ГОСТ 28177-89, бентонит в виде глинопорошков различной марки применяется в качестве связующего компонента при составлении формовочных смесей, изготовлении литейных форм, в том числе и на современных механизированных и автоматических технологических конвейерных линиях для получения отливок из черных и цветных сплавов. Высокие связующие и противопригарные свойства, обеспечение качественного распределения компонентов в формовочной смеси, легкость и простота процесса выбивки отливок из форм, исключение самовозгорания углеродсодержащих противопригарных добавок, прочность для изготовления бездефектных и качественных отливок и другие показатели – главные факторы в пользу выбора бентонита в литейном производстве.

Качество поставляемых в металлургическое производство товарных бентонитовых порошков в первую очередь зависит от химико-минералогического состава исходного сырья (бентонитовой глины), а также от способа ее технологической переработки и применения различных модифицирующих добавок (реагентов). Традиционно в процессе переработки бентонитового сырья добавляются натрийсодержащие соли (в большинстве случаев кальцинированная сода) и полимерные добавки, в результате улучшаются основные показатели бентонитового порошка. Например, улучшаются механические свойства формовочных смесей: уменьшаются дефекты при расширении формы при заливке, увеличиваются прочность всухую и время живучести формы, прочность на сжатие во влажном состоянии и др.

В современном литейном производстве можно отметить достаточно широкий выбор бентонитовых формовочных глин, предлагаемых поставщиками-производителями из Азербайджана, Греции, Болгарии, Германии, Польши, России, Казахстана, Узбекистана, Индии, Китая, Пакистана, США и др.

Каолиновые и бентонитовые глины обладают рядом характеристик, которые позволяют применять их в комплексе, добиваясь наилучших результатов при минимальных вложениях. Сопоставление свойств каолиновых и бентонитовых глин может служить инструментом для наиболее рационального использования ресурсов в процессах формообразования. В Республике Беларусь имеется ряд разрабатываемых месторождений каолина, но нет ни одного месторождения, из которого в промышленных масштабах добывался бы бентонит. При этом насыщение литейного производства страны автоматическими формовочными комплексами велико, как и потребление бентонита [2].

Если бентонит по показателю огнеупорности относится к группе легкоплавких глин, то каолин считается тугоплавкой (огнеупорной) глиной. Основа каолиновых глин – минерал каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), водный алюмосиликат белого цвета с температурой плавления 1750–1790 °С. Отличительная особенность каолиновых глин – их высокая огнеупорность, обусловленная явлением муллитизации. При температуре 1200–1280 °С из глинозема и кремнезема, входящих в состав каолина, образуется муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), температура плавления которого составляет 1810–1830 °С. Поэтому каолиновые глины широко применяются не только в формовочных смесях, но и в составе огнеупорных красок и обмазок. Удельная поверхность частиц – 50–150 м²/г. Основу бентонитов составляет минерал монтмориллонит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n \cdot \text{H}_2\text{O}$), химический состав которого непостоянен. При температуре около 900 °С монтмориллонит переходит в аморфное вещество с температурой плавления 1250–1300 °С. Поэтому бентонит не обладает высокой огнеупорностью по сравнению с каолином. Отличительной особенностью бентонита является его способность к набуханию с последующим необратимым гелеобразованием. Удельная поверхность частиц бентонита – 250–500 м²/г. Сравнение указанных характеристик позволяет сделать вывод, что каолиновые глины обладают меньшей вязущей способностью, но высокой огнеупорностью. Бентонит же обладает высокой вязущей способностью, но пониженной огнеупорностью и, как следствие, раньше выгорает из смеси. Учитывая особенности каолиновых и бентонитовых глин, решается множество технологических задач [3,4].

Согласно [4], целесообразно использование смесей различных глинистых материалов, что применяют на практике ведущие европейские производители бентопорошков, такие, как S&B Industrial Minerals GmbH, Sud-Chemie (Германия); Laviosa Chimica Mineraria (Италия); KERAMOST (Чехия),

широко используют описанный эффект в технологических циклах производства бентопорошков, преимущественно из глинистой шихты нескольких различных месторождений. Эти фирмы предлагают торговые марки бентонитового связующего с комплексом определенных свойств, а не бентонитовый порошок определенного месторождения, как это имеет место до последнего времени в отечественном производстве бентонитовых формовочных глин. Целесообразно смешивание бентонитовых глин разных месторождений, что позволяет получать более высокие технологические показатели бентопорошков по сравнению с вариантом их производства из сырья одного месторождения. При этом повышается предел прочности при сжатии во влажном состоянии и одновременно сокращается продолжительность перемешивания компонентов в смесителе для приготовления качественной смеси [5].

Республика Беларусь не располагает природными запасами месторождений бентонитовых глин. Поэтому наращивание производственно-технических и экономических связей со странами содружества СНГ приобретает актуальное значение.

Геологами на территории Узбекистана установлены почти 200 месторождений и проявлений бентонитовых и бентонитоподобных глин, общий объем запасов которых превышает 2 млрд. т. В настоящее время осуществляется добыча и переработка бентонитового глинистого сырья в Ферганской, Самаркандской, Навоийской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской областях, а также в Республике Каракалпакстан. В промышленных масштабах разрабатываются такие месторождения бентонитовых глин, как Каттакурганское, Азкамарское, Навбахорское, Шорсуйское, Джаркурганское и др. [6].

Азкамарское месторождение в Навоийской области, известное с 1950 г., – один из основных источников бентонита для ряда отраслей, в том числе для предприятий металлургической отрасли бывшего СССР, заслуживает особого внимания. Оно находится в 12 км к юго-востоку от железнодорожной станции «Кызылтепа» в Навоийской области. Согласно данным Госкомгеологии РУз, по состоянию на 01.01.2017 г. объемы запасов по категории В+С₁ составляют 2778,9 тыс. т. Добыча осуществляется в основном для производства керамзита и нужд металлургии [7].

В 1959 г. добыча бентонитовой глины по СССР составила 324 тыс. т, из них 40 тыс. т приходится на Азкамарское месторождение Узбекистана [8].

Азкамарское месторождение бентонитов, выявленное в 1946 г. геологом М.М. Иванпцыным, расположено в центральной части плато Азкамар Бухарской области, в 12 км к югу от ст. Кызыл Тене Ташкентской железной дороги, в 50–60 км от г. Бухары. Месторождение состоит из трех участков и изучается с 1949 г. В 1951 г. подсчитаны промышленные запасы бентонитов по одному наиболее перспективному участку. По имеющимся материалам месторождение содержит главным образом щелочноземельный бентонит, один же маломощный пласт представлен щелочным набухающим высококачественным белым бентонитом. В таблице приведены сравнительные химические составы проб основных месторождений Узбекистана.

Химический состав проб бентонитовых глин из различных месторождений Узбекистана

Наименование месторождения	Содержание, %, на воздушно-сухое вещество										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ппп	сумма
Логон	55,05	0,71	16,67	5,60	1,71	2,52	1,74	4,28	0,31	10,86	99,45
Каттакурган	57,62	0,78	16,63	5,63	2,32	1,4	1,06	4,05	0,36	9,76	99,61
Шафиркан	57,65	0,87	13,69	5,77	1,81	3,08	1,12	1,72	2,59	11,21	99,51
Азкамар	58,62	0,78	15,92	5,20	2,72	0,84	2,84	2,08	0,17	10,82	99,99
Навбахор	45,73	0,36	7,24	3,30	3,42	15,1	0,93	0,92	0,49	21,85	99,34
Бештюбе	62,54	0,82	17,06	5,00	2,02	0,98	1,80	1,80	0,32	7,1	99,44

Выводы

Анализ научной литературы показывает, что в последнее время особое внимание привлекают бентониты и бентонитовые глины, характеризующиеся низкой стоимостью и большими запасами. Запасы качественных натриевых бентонитов во всем мире весьма ограничены, а спрос на бентонитовое сырье с каждым годом растет. С развитием отраслей экономики, в том числе металлургии, наблюдается повышение спроса на бентонит. Использование бентонитовых глин Узбекистана, особенно тех, которые ранее уже в течение нескольких десятилетий поставлялись для обеспечения потребности 72 предприятий союзных республик СССР, приобретают особое значение в современных сложившихся условиях

международного сотрудничества. В этом плане представляют большой интерес совместные исследования белорусских и узбекских ученых по улучшению качественных показателей бентонитовых глин для их применения в металлургической отрасли, выявлению технологических особенностей их применения в современных условиях автоматизированного и конвейерного металлургического производства, где предъявляются жесткие требования по качественным характеристикам бентонитовых глинопорошков.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://bentonit.ru>
2. **Куликов, С. А.** Совместное использование каолиновых и бентонитовых формовочных глин / С. А. Куликов, Ф. И. Рудницкий, В. А. Шумигай // *Литье и металлургия*. – 2024. – № 2. – С. 32–36.
3. **Кукуй, Д. М.** Теория и технология литейного производства / Д. М. Кукуй. *Формовочные материалы и смеси*. – Минск: БНТУ, 2005. – 390 с.
4. **Гуляев, Б. Б.** Формовочные процессы / Б. Б. Гуляев, О. А. Корнюшкин, А. В. Кузин. – Л.: Машиностроение, 1987. – 264 с.
5. **Федоров, Н. Н.** Методические аспекты определения свойств бентонитовых формовочных глин / Н. Н. Федоров // *Литье и металлургия*. – 2014. № 4 (77). С. 19–23.
6. Комплексное исследование бентонитовых глин перспективных месторождений Узбекистана / Б. Т. Сабиров [и др.] // *Universum: технические науки: электрон. науч. журн.* – 2020. – № 8(77).
7. Prospects and problems of industrial use of bentonite clays of the Zerafshan region. Proceeding of the International conference on “Integrated innovative development of Zerafshan region: achievements, challenges and prospects”. Uzbekistan, Navoi. – 2017.- P. 197–202.
8. **Мерабишвили, М. С.** Бентонитовые глины: природные особенности, физико-химические свойства, области применения, основные месторождения СССР / М. С. Мерабишвили. – М.: Госгеолтехиздат, 1922. – 128 с.

REFERENCES

1. <https://bentonit.ru>
2. **Kulikov S.A., Rudnickij F.I., Shumigaj V.A.** Sovmestnoe ispol'zovanie kaolinovyh i bentonitovyh formovochnyh glin [Combined use of kaolin and bentonite molding clays]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2024, no. 2, pp. 32–36/
3. **Kukuj D.M.** *Teorija i tehnologija litejnogo proizvodstva. Formovochnye materialy i smesi* [Theory and technology of foundry production. Molding materials and mixtures]. Minsk, BNTU Publ., 2005, 390 p.
4. **Guljaev B.B., Kornjushkin O.A., Kuzin A.V.** *Formovochnye processy* [Molding processes]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1987, 264 p.
5. **Fedorov N.N.** Metodicheskie aspekty opredelenija svojstv bentonitovyh formovochnyh glin [Methodological aspects of determining the properties of bentonite molding clays]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2014, no.4 (77), pp. 19–23.
6. **Sabirov B.T., Namazov Sh.S., Pulatov H.L., Tairov S.S., Madatov T.A., Pardaev S.T.** Kompleksnoe issledovanie bentonitovyh glin perspektivnyh mestorozhdenij Uzbekistana [Comprehensive study of bentonite clays of promising deposits in Uzbekistan]. *Universum: tehniczeskie nauki = Universum: technical sciences*, 2020, no. 8(77).
7. **Sabirov B.T., Javloniy C., Kadirova Z.R., Usmanov H.L.** Prospects and problems of industrial use of bentonite clays of the Zerafshan region. Proceeding of the International conference on “Integrated innovative development of Zerafshan region: achievements, challenges and prospects”. Uzbekistan, Navoi, 2017, pp.197–202.
8. **Merabishvili M.S.** *Bentonitovyje gliny: prirodnye osobennosti, fizikko-himicheskie svojstva, oblasti primenenija, osnovnyje mestorozhdenija SSSR* [Bentonite clays: natural features, physical and chemical properties, areas of application, main deposits of the USSR]. Moscow, Gosgeoltehzdat Publ., 1922, 128 p.