



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-2-32-35>
УДК 621.745

Поступила 17.04.2024
Received 17.04.2024

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАОЛИНОВЫХ И БЕНТОНИТОВЫХ ФОРМОВОЧНЫХ ГЛИН

С. А. КУЛИКОВ, ОАО «Минский тракторный завод»,
г. Минск, Беларусь, ул. Долгобродская, 29. E-mail: cyberlis@mail.ru
Ф. И. РУДНИЦКИЙ, Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. E-mail: stl_minsk@tut.by
В. А. ШУМИГАЙ, ОАО «Минский тракторный завод»,
г. Минск, Беларусь, ул. Долгобродская, 29. E-mail: starosta1711@yandex.ru

В статье проведено сравнение свойств каолиновых и бентонитовых глин. Показано, что каолиновые глины обладают высокой огнеупорностью, а бентониты – высокими показателями вяжущих свойств. Рассмотрен опыт специалистов ОАО «МТЗ» по совместному использованию различных видов глин. Сочетание каолина и бентонита в составе суспензии позволило повысить прочность формовочной смеси, сохранив показатели влажности. Недостатком каолиновых глинистых суспензий является повышение показателя влажности при увеличении дозировки. При приготовлении бентонитовых суспензий следует учитывать их малый срок хранения.

Ключевые слова. Глина, каолин, бентонит, суспензия.

Для цитирования. 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. 32–35. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-2-32-35>.

COMBINED USE OF KAOLIN AND BENTONITE MOLDING CLAYS

S. A. KULIKOV, OJSC “Minsk Tractor Works”,
Minsk, Belarus, 29, Dolgobrodskaya str. E-mail: cyberlis@mail.ru
F. I. RUDNICKIJ, Belarusian National Technical University,
Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave. E-mail: stl_minsk@tut.by
V. A. SHUMIGAJ, OJSC “Minsk Tractor Works”,
Minsk, Belarus, 29, Dolgobrodskaya str. E-mail: starosta1711@yandex.ru

The article compares the properties of kaolin and bentonite clays. It has been shown that kaolin clays have high fire resistance, and bentonites have high astringent properties. The experience of specialists from OJSC “MTW” in the joint use of various types of clays is considered. The combination of kaolin and bentonite in the suspension made it possible to increase the strength of the molding sand while maintaining moisture levels. The disadvantage of kaolin clay suspensions is that the moisture content increases with increasing dosage. When preparing bentonite suspensions, their short shelf life should be taken into account.

Keywords. Clay, kaolin, bentonite, suspension.

For citation. Kulikov S. A., Rudnickij F. I., Shumigaj V. A. Combined use of kaolin and bentonite molding clays. *Foundry production and metallurgy*, 2024, no. 2, pp. 32–35. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-2-32-35>.

Современное литейное производство быстро развивается, степень автоматизации процессов увеличивается. В связи с этим использование национальных ресурсов приобретает все большее значение, так как является одним из направлений ресурсосбережения и повышения рентабельности. Ситуация усложняется, когда среди перечня каких-либо ресурсов страны отсутствует тот или иной материал. Например, 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 [1]. Сопоставление свойств каолиновых и бентонитовых глин может служить инструментом для наиболее рационального использования ресурсов в процессах формообразования.

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 [2, 3].

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 [2, 3].

Сравнение указанных характеристик позволяет сделать вывод, что каолиновые глины обладают меньшей вяжущей способностью, но высокой огнеупорностью. Бентонит же обладает высокой вяжущей способностью, но пониженной огнеупорностью и, как следствие, раньше выгорает из смеси. Учитывая особенности каолиновых и бентонитовых глин, решается множество технологических задач.

В ОАО «МТЗ» было испытано множество каолиновых глин, применение большинства из которых было признано нецелесообразным. Основной причиной пониженного качества каолиновых глин является отступление от требований ГОСТ 3226-93. Стремление поставщиков расширить круг потребителей приводит к тому, что огнеупорные глины, предназначенные для производства огнеупорных изделий, представляются как формовочные и поставляются не по ГОСТ, а по техническим условиям. Отличием огнеупорных формовочных глин от огнеупорных является наличие показателей, отражающих способность глин к проявлению вяжущих свойств, например, коллоидальность. К тому же, огнеупорные глины могут быть засорены посторонними примесями. В технических условиях эти моменты, как правило, не указываются и целесообразность применения того или иного образца определяется при проведении лабораторных исследований и производственных испытаний.

В литейной лаборатории управления металлургии и термической обработки ОАО «МТЗ» были испытаны по ГОСТ 3594.7-93 несколько образцов каолиновых глин: Положского (ПЛГ-1), Латненского (ЛТ-0), Шулеповского (Ш-1) и Кумакского месторождений (ККс-3) (табл. 1).

Таблица 1. Результаты лабораторных исследований глины огнеупорной

Свойства	ПЛГ-1	ЛТ-0	Ш-1	ККс-3
Предел прочности при сжатии сырых образцов, кПа	3,5	3,5	3,7	4
Уплотняемость, %	25	15	22	27
Влажность, %	3,0	7,1	2	2,3

Как видно из таблицы, все исследованные образцы обладают схожими характеристиками технологической пробы, однако только глины Положского и Латненского месторождений показали себя положительно в ходе производственных испытаний. Глины Шулеповского и Кумакского месторождений оказались засорены посторонними примесями, что приводило к необходимости проведения внеплановых работ по очистке смесеприготовительного оборудования и перерасходу формовочных материалов. Бентониты, напротив, поставляются в ОАО «МТЗ» только по ГОСТ 28177-89 и, как отмечено в [4], если бентонит соответствует данному стандарту, то он как минимум качественный. В этом случае лабораторные исследования и производственные испытания имеют одинаковые результаты. Поэтому если стоит выбор между формовочными материалами, поставляемыми по ГОСТ и техническим условиям, следует отдать предпочтение материалам, соответствующим государственным стандартам.

В одном из литейных цехов Минского тракторного завода по устоявшемуся технологическому процессу использовали глинистую суспензию, подаваемую к смесителям по трубопроводу. Возник вопрос о возможности временной замены каолина в составе суспензии на бентонит. Напомним, что каолиновая глина, как правило, подается в смесь в составе суспензии, в то время как бентонит – в сухом виде. Как уже отмечено, бентонит при контакте с водой разбухает и с течением времени необратимо переходит в гель. Поэтому потребовалось провести ряд экспериментов для сравнения свойств суспензий.

Суспензию приготавливали в лабораторном смесителе по рецептуре: вода техническая – 91 %, глина каолиновая марки П1 ГОСТ 3226-93 или бентонит марки П1Т1 ГОСТ 28177-89 – 9%. По истечении определенного времени после перемешивания суспензии отбирали пробы и определяли вязкость и удельный вес. Свойства каолиновой глинистой суспензии не изменялись с течением времени и составили: удельный вес – 1,09 г/см³, вязкость – 19 с (табл. 2).

Таблица 2. Свойства бентонитовой суспензии

Время, ч	0,5	1	2	4	24
Удельный вес, г/см ³	1,06	1,06	1,06	1,06	Гель
Вязкость по вискозиметру ВЗ-246 (сопло 4 мм), с	19	21	32	36	

С применением приготовленной суспензии (табл. 3) изготавливали формовочную смесь, свойства которой приведены в табл. 4.

Таблица 3. Рецепт формул смеси

Компонент смеси	Содержание, %
ОФС	97,355
Песок формовочный 1К1О1025 ГОСТ 2138-91	0,5
Крахмалсодержащий реагент	0,13
Уголь гранулированный	0,015
Суспензия глинистая	2,0

Таблица 4. Свойства формовочной смеси в зависимости от типа суспензии

Свойства смеси	Каолиновая суспензия	Суспензия на основе бентонита			
		время, ч			
		0,5	1	2	4
Газопроницаемость, ед.	60	75	78	80	80
Предел прочности при сжатии сырых образцов, кПа	70–76	80	81	82	89
Массовая доля влаги, %	4,5–4,8	4,2	3,7	3,7	3,8

Как видно из таблиц, удельный вес бентонитовой суспензии не изменяется, в то время как вязкость возрастает и приблизительно через 16–24 ч (время зависит от интенсивности перемешивания в баке хранения) суспензия превращается в гель, делая невозможным ее использование в технологических целях из-за опасности засорения технологических трубопроводов вплоть до их полной остановки. В то же время применение бентонитовой суспензии позволяет повысить прочность и газопроницаемость смеси при пониженной влажности. Ограничением для применения бентонитовой суспензии является время хранения, не превышающее 16 ч. Напротив, глинистая суспензия на основе каолина не меняет своих свойств с течением времени и является универсальной. Однако она не позволяет получать таких высоких значений прочности формовочных смесей из-за повышения показателя влаги.

В литейном цехе ОАО «МТЗ», где производятся крупнотоннажные отливки, имела место повышенная дефектность стальных отливок по ужимине. Причиной брака служила недостаточная прочность формовочной смеси, которую изготавливали с применением каолиновой глинистой суспензии. Увеличение расхода суспензии приводило к незначительному росту прочности с нарастанием показателя влажности. Последнее привело не к уменьшению, а увеличению дефектности: ужимина сопровождалась большим количеством брака по пригару. Для устранения данного несоответствия инженеры литейной лаборатории изменили рецептуру смеси, введя в ее состав незначительное количество бентонита (0,05–0,1%). Это изменение позволило повысить прочность смеси, не повышая ее влажности, устранив дефекты отливок. Ввиду того что бентонит вводили не как основное связующее вещество, а как технологическую добавку, каких-либо значительных изменений инфраструктуры не потребовалось. Полный переход на бентонит потребовал бы перестроения систем дозирования формовочных материалов (пневмотранспорта, шнековых питателей и др.).

Таким образом, каолиновые и бентонитовые глины обладают рядом характеристик, которые позволяют применять их в комплексе, добиваясь наилучших результатов при минимальных вложениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кукуй, Д. М.** Автоматизация литейного производства: учеб. пособие / Д. М. Кукуй, В. Ф. Одиночко. – Минск: Новое знание, 2008. – 240 с.
2. **Кукуй, Д. М.** Теория и технология литейного производства. Формовочные материалы и смеси: учеб. пособие / Д. М. Кукуй, Н. В. Андрианов. – Минск: БНТУ, 2005. – 390 с.
3. **Гуляев, Б. Б.** Формовочные процессы / Б. Б. Гуляев, О. А. Корнюшкин, А. В. Кузин. – Л.: Машиностроение, 1987. – 264 с.

REFERENCES

1. **Kukuy D. M., Odnochko V. F.** *Avtomatizatsiya litejnogo proizvodstva: ucheb. posobie* [Automation of foundry production: textbook]. Minsk, Novoe znanie Publ., 2008, 240 p.
2. **Kukuy D. M., Andrianov N. V.** *Teoriya i tekhnologiya litejnogo proizvodstva. Formovochnye materialy i smesi: ucheb. posobie* [Theory and technology of foundry production. Molding materials and mixtures: textbook]. Minsk, BNTU Publ., 2005, 390 p.
3. **Gulyaev B. B., Kornushkin O. A., Kuzin A. V.** *Formovochnye processy* [Molding processes]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1987, 264 p.