

В. Г. Иванов, канд. техн. наук, доц.; А. Ф. Кузовов, канд. техн. наук, доц. (Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье, Украина);
А. В. Малый, технический директор; А. А. Колос, ведущий специалист (ООО «НПП «СОЮЗ», г. Днепропетровск, Украина)

Исследование технологических свойств бентонитов различных месторождений

Представлены результаты исследования свойств бентонитов различных месторождений. Установлено, что наилучший комплекс свойств формовочных смесей обеспечивают Дашуковский и Индийский бентонит, Грузинский бентонит обеспечивал наибольшую прочность, но в тоже время имел наихудший показатель по водопоглощению. Активация бентонита содой в количестве 1,0 % увеличивает данный показатель. При одинаковом содержании бентонита в формовочной смеси пониженные свойства обеспечивал Константиновский бентонит.

Ключевые слова: бентонит, прочность, газопроницаемость, осыпаемость, уплотняемость, водопоглощение.

Представлені результати дослідження властивостей бентонітів різних родовищ. Встановлено, що найкращим комплекс властивостей формувальних сумішей забезпечують Дашуківський та Індійський бентоніт, Грузинський бентоніт забезпечував найбільшу міцність, але одночасно має найгірший показник водопоглинання. Активація бентоніту содою в кількості 1,0 % збільшує цей показник. За однаковим змістом бентоніту в формувальній суміші знижені властивості забезпечував Контантіноскій бентоніт.

Ключові слова: бентоніт, міцність, газопроникність, обсипальність, водопоглинання.

The results of studies of the properties of bentonite various fields are presented. It was found that the best combination of properties of molding compounds provide Dashukovsky and Indian bentonite, Georgian bentonite provided the greatest strength, but at the same time had the worst rate of water absorption. Bentonite activation by soda in an amount of 1.0% increases this index. At the same content of the bentonite in the molding sand the reduced properties provided the Kontantinosky bentonite.

Keywords: bentonite, strength, permeability, ability to crumble, compressibility, water absorption.

Введение

Отечественная и зарубежная практика массового производства отливок мелкого и среднего развеса базируется в основном на применении сырых песчано-бентонитовых форм. В ведущих мировых странах (Японии, Германии, Англии, Франции) доля литья, получаемого в сырых формах, составляет около 40% [1]. Расход бентонита на изготовление 1 тонны отливок из чугуна составляет 60–90 кг, а из стали – 90–120 кг. За последние десятилетия огромное внимание было уделено технологии производства отливок в сырых песчано-глинистых формах, что привело к значительному совершенствованию формовочного оборудования, а также методов уплотнения формовочной смеси. В результате стало возможным и в песчано-глинистых формах производить геометрически точные отливки сложной конфигурации [2].

Таким образом, исследование свойств бентонита, методов повышения его активности, разработка

комплексных связующих на основе бентонита с корректирующими добавками с учетом особенностей применяемого бентонита и песка являются актуальными для современного литейного производства.

Постановка задач исследования

Большой вклад в изучение бентонитовых смесей внесли Жуковский С. С., Болдин А. М., Дорошенко С. П., Кваша Ф. С. и др. Однако и до настоящего времени вопросам изучения бентонита, а также разработке комплексных связующих на его основе уделяется большое внимания [3–5]. Особый интерес представляет изучение сравнительных свойств бентонитов различных месторождений для производственных условий конкретных литейных цехов.

Экспериментальные данные

В данной работе исследовали четыре вида бентонита различных

месторождений: Дашуковского (Д), Константиновского (К), Индийского (И) и Грузинского (Г). Основные средние показатели, полученные по стандартным методикам, приведены в табл. 1. Химический состав бентонитов приведен в табл. 2.

Испытания формовочных смесей, содержащих по 11,0; 9,5 и 5,5 % бентонитов Константиновского и Дашуковского месторождения в качестве эталона – на чистом кварцевом песке и с добавками 10,5 и 48,0 % отработанной смеси с влажностью 3,8–4,0 %, проводили в ЦЗЛ Кременчугского сталелитейного завода. Уплотняемость смесей составляла 60–66 %. Различия по прочности на сжатие в сыром состоянии смесей с испытуемыми бентонитами составляла 3–9 % (при показателе около 1 кг/см²), газопроницаемости 6–8 % (при показателе 140–150 ед.). Внешний вид опытных отливок типа «Плита» на наличие поверхностных дефектов для смесей с Константиновским бентонитом имел лучшие показатели. Существенно уступал Констан-

Таблица 1. Свойства бентонитов (по данным Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) Кременчугского сталелитейного завода)

Наименование показателей	Д	К	И
pH	10,0	10,4	10,0
Предел прочности на сжатие во влажном состоянии, кг/см ²	0,95	1,03	0,96
Предел прочности в зоне конденсации влаги, кг/см ²	0,029	0,035	0,028
Коллоидальность, %	100	93	100
Тонкость помола, % 04	-	0,2	0,15
016	-	2,0	1,9
Термическая устойчивость, ед.	-	0,75	0,63

Таблица 2. Химический состав бентонитов

Наименование показателей	К	И
Содержание Fe ₂ O ₃ , %	5,88	17,0
Содержание карбонатов в пересчете на CaCO ₃ , %	5,85	3,06
SO ₃ общ	0,049	0,065

тиновский бентонит по показателю «осыпаемости через 1 час» – примерно в два раза (при лучших показателях 0,8–1,3 %).

Испытания формовочных смесей с Индийским бентонитом и Дашуковским в качестве эталона проводили в условиях аналогичных, указанным выше. Содержание Индийского бентонита, активированного 1 % соды, составляло 7 и 5,2 %, Дашуковского активированного – 10 %, с добавкой 10 и 48 % отработанной смеси. Влажность смесей составляла 3,8–3,9 %, уплотняемость – 57–64 %.

Удельная прочность Индийского бентонита оказалась на 18–19 % выше Дашуковского, о чем свидетельствуют результаты испытаний на прочность при сжатии в сыром состоянии: 1,1 / 1,3 кг/см², для 10 % Дашуковского (числитель) и 9 % Индийского (знаменатель) и 1,04 / 1,24 для 5,5 % бентонитов, соответственно, того и другого. Газопроницаемость, как и в предыдущих опытах, отличалась незначительно (при по-

казателе 140–180 ед.). Внешний вид опытных отливок типа «Плита» имел идентичные результаты для обоих бентонитов. Показатель «осыпаемость через 1 час» был у Индийского бентонита в 2–3 раза выше, чем у Дашуковского (при лучших показателях 0,45–0,60 %). Дополнительное активирование Индийского бентонита 1 % кальцинированной соды несколько улучшило эту разницу – до 1,6 раза. Повышенное содержание Fe₂O₃ (17 %) в Индийском бентоните теоретически предполагает увеличение пригара на отливках, хотя и может, наоборот, способствовать образованию легкоотделяемой оплавленной корочки смеси – этот вопрос требует дополнительных исследований.

Исследовали некоторые свойства Грузинского бентонита (предположительно Асканского месторождения). Во всех опытах содержание бентонита составляло 7,5 мас.ч, кварцевого песка 2K₂O₃016 – 92,5 мас.ч. Масса замеса составляла 0,2–0,4 кг. Су-

хие компоненты предварительно смешивали в тихоходном смесителе, $n = (50–60)$ мин⁻¹. Далее смешивание с водой производили с помощью шнекового смесителя, $n = 1100$ мин⁻¹, в течение двух минут. Выдержка готовой смеси перед испытанием составляла 5 минут.

Определяли содержание влаги, обеспечивающее уплотняемость в пределах 40–45 %, прочность на сжатие и газопроницаемость (табл. 3).

Как видно из полученных данных наибольшую прочность обеспечивает Грузинский бентонит, но при этом он обладает наихудшим показателем водопоглощения. Активация кальцинированной содой в количестве 1 % комового бентонита с влажностью 37 % увеличила показатель водопоглощения до 5,5 единиц. Увеличение количества соды до 3 % увеличило водопоглощение незначительно – до 5,7. Активация сухого молотого бентонита содой в количестве 1 % увеличило водопоглощение до 2,9. Это количество соды было принято за рациональное значение для данных производственных условий. Осыпаемость всех бентонитов из табл. 3 была очень высокой, что объясняется низкой влажностью.

Проведены испытания Грузинского бентонита в сравнении с Дашуковским при влажности равной 3,8 % (см. табл. 4).

По прочности показатели снизились, но сохранилась тенденция более высокой прочности для Грузинского бентонита. Активация содой не изменила эту величину. Газопроницаемость существенно не изменилась. Уплотняемость при этом повысилась практически до стабильной величины 56–59 %, что подтверждает общеизвестный факт коррелируемости этой величины с влажностью. Осыпаемость – нехарактерный показатель для сырых смесей, существенно снизилась с увеличением влажности смеси. Осыпаемость, измеренная сразу после изготовления – очень низкая, у обоих бентонитов. На поверхности образцов оставались отпечатки от сетки барабана. Осыпаемость через 1 час после приготовления значительно выросла и у Дашуковского бентонита несколько больше, чем у Грузинского. Этот показатель зависит от естественного подсыхания смеси и может быть улучшен введением водопоглощающей добавки.

Таблица 3. Сравнительные свойства бентонитов различных месторождений

Наименование показателей	Д	К	И	Г
Влажность смеси, %	0,75	1,0	1,75	2,3
Уплотняемость, %	40	41	45	43
Прочность на сжатие, кг/см ²	0,95	0,69	0,95	1,05
Газопроницаемость, ед.	167	156	163	160
Водопоглощение, ед	7,3	3,8	9,6	2,2
Влажность бентонита, %	7,75	5,85	7,75	11,0

Таблица 4. Сравнение свойств Дашукоского и Грузинского бентонитов

Наименование показателей	Д	Г		
		1	2	3
Влажность смеси, %	3,8	3,8	3,8	3,8
Уплотняемость, %	57	57	59	56
Прочность на сжатие, кг/см ²	0,62	0,72	0,72	0,74
Газопроницаемость, ед	163	172	173	167
Осыпаемость сразу после изготовления, %	0,15	0,12	0,09	0,11
Осыпаемость через 1 час, %	1,84	1,38	1,38	1,39

Примечания:

1. В состоянии поставки в виде порошка.
2. То же – с добавкой 1 % соды.
3. В состоянии поставки – с добавкой 1 % соды, растворенной в воде.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что наилучшим сочетанием технологических свойств обладают Дашукоский и Индийский бентонит. Грузинский бентонит показал наибольшую прочность. Константиновский бентонит несколько уступает другим бентонитам по исследованным свойствам, однако, по данным других исследователей [5], он обладает повышенной термостойкостью. Поэтому решение о применении того или иного бентонита нужно принимать исходя из конкретных условий производства, экономических, транспортных и других обстоятельств.

Так Константиновский бентонит можно рекомендовать для формовочных смесей, используемых для мелкого литья. Для среднего и ответственного литья необходимо использовать Дашукоский или Индийский бентонит. Грузинский бентонит для повышения свойств необходимо подвергать активации. Определение количества оптимальной добавки соды требует проведения дополнительных исследований.

Список литературы:

1. Илларионов И. В. Формовочные материалы и смеси / И. В. Илларионов, Ю. П. Васин. – Чебоксары. Изд-во Чуваш. ун-та, 1992. – Ч. 1. – 223 с.
2. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия: справочник [сост. А. Н. Болдин, Н. И. Давыдов, С. С. Жуковский и др.]. – М. : Машиностроение, 2006. – 507 с.
3. Наседкин В. В. Бентонит в промышленности России / В. В. Наседкин, Ф. С. Кваша, В. В. Стаханов. – М. : ГЕОС, 2001. – 136 с.
4. Снисарь В. П. К вопросу оценки качества и методики тестирования бентонитовых глинопорошков // В. П. Снисарь, В. Н. Короид // Литье Украины. – 2004. – №12. – С. 16–23.
5. Федоров Н. Н. Исследование термостойкости бентонитов украинских месторождений / Н. Н. Федоров, С. П. Дорошенко, В. П. Снисарь // Металл и литье Украины. – 2005. – №5. – С. 45 – 48.