

УДК 621.742

Федоров Н. Н.

АДДИТИВНЫЙ СПОСОБ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВОЙ ФОРМОВОЧНОЙ ГЛИНЫ

Повышение технологических свойств бентонитовых глин отечественных месторождений и, следовательно, расширение области их применения, в том числе, в качестве формовочных материалов в литейном производстве, является актуальной задачей.

В работах [1–3] было показано, что константиновский бентонит (КБ) производства ОАО «Завод утяжелителей» имеет низкую скорость усвоения воды в процессе смесеприготовления, что обуславливает низкие значения начальной прочности смеси в процессе перемешивания. Такая инертность КБ требует увеличения продолжительности перемешивания смеси до достижения требуемых высоких значений прочности. Данный недостаток КБ при использовании его в производственных условиях при традиционных режимах и технологиях смесеприготовления обуславливает неудовлетворительные показатели пластических свойств смеси – формуемости и текучести, что, в конечном итоге, обуславливает дополнительный процент брака литья по вине формовочной смеси.

Наряду с указанными недостатками, КБ имеет основополагающие преимущества, относящие его в разряд ценного и весьма перспективного технологического сырья для производства качественных бентопорошков:

- высокая термостойкость – 0,80...0,90 ед.;

- высокие прочностные характеристики для хорошо перемешанной и достаточно выдержанной смеси.

Для повышения пластических свойств формовочной смеси с КБ успешно может быть применен аддитивный способ изменения свойств КБ [2, 3], позволяющий улучшить требуемые показатели КБ путем применения его в виде смесей с другими бентонитами, например, 70...80 % – КБ в качестве основы и 20...30 % других высококачественных бентонитов.

В работах [2, 3] была показана целесообразность эффективного комбинирования КБ с добавками дашуковских глин (бентонита и палыгорскита) в количестве 15...30 %. Однако, в настоящее время, в условиях производства ОАО «Завод утяжелителей» имеются определенные трудности с поставками дашуковских глин, в том числе, связанные с обеспечением стабильного их качества.

Целью данной работы являются исследования, направленные на дальнейшее совершенствование свойств КБ путем подбора добавок высококачественных глинистых материалов (бентонитов), которые наряду с высокой эффективностью и стабильностью свойств, были бы легкодоступными для ввоза на предприятие ОАО «Завод утяжелителей» в промышленных масштабах.

Применение таких добавок к КБ, при их совместном помоле, позволило бы наладить производство высококачественного бентопорошка, потребность в котором на ряде литейных предприятий Украины весьма актуальна.

В данной работе исследовано изменение свойств КБ в смесях с болгарским (ББ) и азербайджанским (АБ) бентонитами.

Для исследования влияния добавок указанных бентонитов на свойства КБ был подготовлен ряд опытных образцов бентопорошков (табл. 1) со следующим условным обозначением:

- КБ – 100 % константиновского бентонита;
- ББ – 100 % болгарского бентонита;
- АБ – 100 % азербайджанского бентонита;
- КБ-90 + ББ-10 – 90 % КБ, 10 % ББ;

- КБ-80 + ББ-20 – 80 % КБ, 20 % ББ;
- КБ-70 + ББ-30 – 70 % КБ, 30 % ББ;
- КБ-90 + АБ-10 – 90 % КБ, 10 % АБ;
- КБ-80 + АБ-20 – 80 % КБ, 20 % АБ;
- КБ-70 + АБ-30 – 70 % КБ, 30 % АБ.

Условия приготовления опытных образцов бентопорошков: совместный помол сухих бентонитов, взятых в указанном процентном соотношении, в шаровой мельнице (время помола 20 мин.).

Таблица 1

Технологические свойства опытных образцов бентопорошков

№ п/п	Проба бентонита	Предел прочности на сжатие (ГОСТ 28177-89), МПа	Термостойкость, ед.	Коэффициент прочности, ед.	Текущность смеси при уплотняемости 45% ± 1, %
1	КБ-100	0,098	0,85	0,49	35
2	ББ-100	0,110	0,90	0,84	60
3	АБ-100	0,094	0,45	0,77	55
4	КБ-90 + ББ-10	0,102	–	0,57	44
5	КБ-80 + ББ-20	0,102	–	0,64	50
6	КБ-70 + ББ-30	0,106	–	0,70	52
7	КБ-90 + АБ-10	0,098	–	0,53	42
8	КБ-80 + АБ-20	0,094	–	0,66	50
9	КБ-70 + АБ-30	0,094	–	0,75	50

Как видно из табл. 1, все образцы проб бентопорошков имеют высокую прочность по ГОСТ 28177-89, т. е. соответствуют наивысшей группе бентонитов по прочности – «П» (прочные). Термостойкость КБ и ББ достаточно высокая – 0,85...0,90 ед., тогда как АБ показывает сравнительно низкие значения этого параметра.

В работе [4] был описан объективный критерий оценки скорости набора песчано-бентонитовой смесью прочности в процессе смесеприготовления – коэффициент прочности ($K_{прочн.}$):

$$K_{прочн.} = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}},$$

где σ_{\min} – минимальная прочность ПБС на сжатие во влажном состоянии, определенная после первых 6 мин перемешивания смеси в бегунах;

σ_{\max} – максимальная прочность ПБС на сжатие во влажном состоянии, определенная в процессе последующего непрерывного перемешивания смеси в бегунах.

Низкий $K_{прочн.}$ для КБ (0,49, табл. 1) показывает, что данный бентонит медленно усваивает влагу в процессе смесеприготовления и, следовательно, требует большего времени для достижения прочности смеси необходимого высокого уровня. Для ББ и АБ значения $K_{прочн.}$ достаточно высокие и составляют 0,84 и 0,77 соответственно.

Для определения влияния добавок ББ и АБ на прочностные свойства КБ было проведено тестирование опытных образцов. С этой целью готовились формовочные смеси следующего состава: 5 мас. ч. опытного образца бентопорошка, 95 мас. ч. староверовского кварцевого песка. Сухие компоненты смеси загружались в лабораторные бегуны и перемешивались в течение 2 мин., затем смесь увлажнялась избыточным количеством воды (65 мл

на 3 кг сухих материалов). Далее смесь перемешивалась в течение 4 мин. с закрытой крышкой бегунов, после чего, с интервалом 3 мин., определялась прочность смеси на сжатие во влажном состоянии (при снятой крышке бегунов). Определение прочности смеси заканчивали при начале ее падения (после пересыхания смеси). Результаты экспериментов представлены на рис. 1–3.

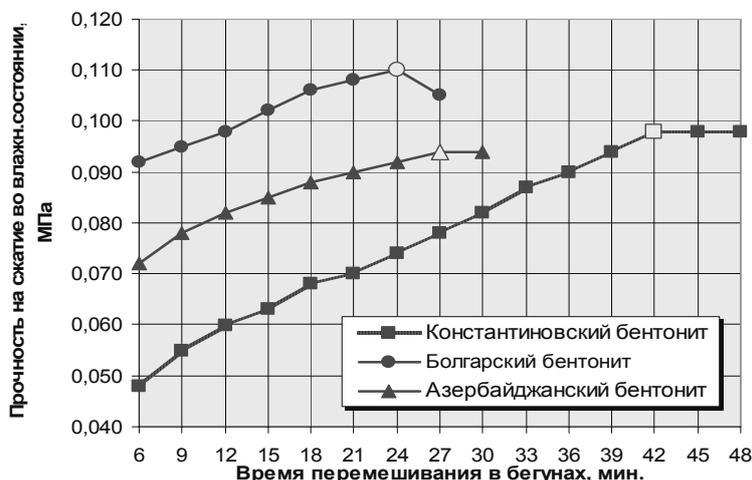


Рис. 1. Зависимость прочности на сжатие во влажном состоянии смесей с образцами бентопорошков: КБ, ББ, АБ от времени перемешивания в бегунах

Из данных рис. 1 видно, что КБ, по сравнению с АБ и, особенно с ББ, сравнительно медленней (практически в 2 раза дольше) набирает прочность в процессе смесеприготовления. Образцы АБ и, особенно ББ, демонстрируют достаточно высокие гидрофильные свойства и, следовательно, обеспечивают намного более быстрый набор формовочными смесями требуемых значений прочности. Технологическим резервом устранения данного недостатка КБ является аддитивный метод, согласно которому, подбор оптимального состава шихты из бентонитового сырья разных месторождений позволяет повысить $K_{прочн.}$ бентопорошка на основе КБ до значений этого показателя, присущих лучшим европейским образцам бентонитовых глин.

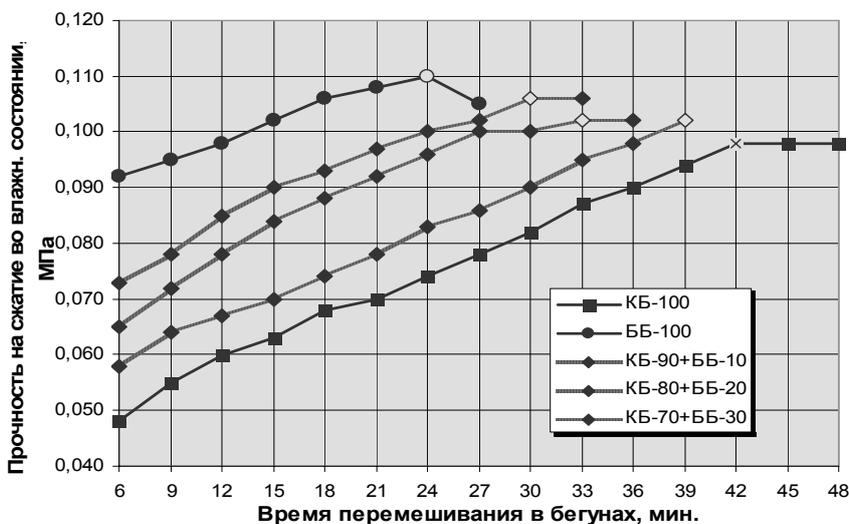


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие во влажном состоянии смесей с образцами бентопорошков: КБ, ББ в чистом и комбинированном видах от времени перемешивания в бегунах

Из данных рис. 4 видно, что добавки ББ и АБ в количестве 30 % повышают $K_{прочн.}$ КБ до значений более 0,70. Существует корреляционная зависимость между $K_{прочн.}$ бентонитов и пластическими свойствами смеси: чем выше $K_{прочн.}$, тем выше свойства пластичности. Так для бентонитов с $K_{прочн.}$ менее 0,60 пластичность имеет заметно более низкие значения, а для бентонитов с $K_{прочн.}$ 0,70 и более имеет ощутимо более высокие показатели (рис. 5).

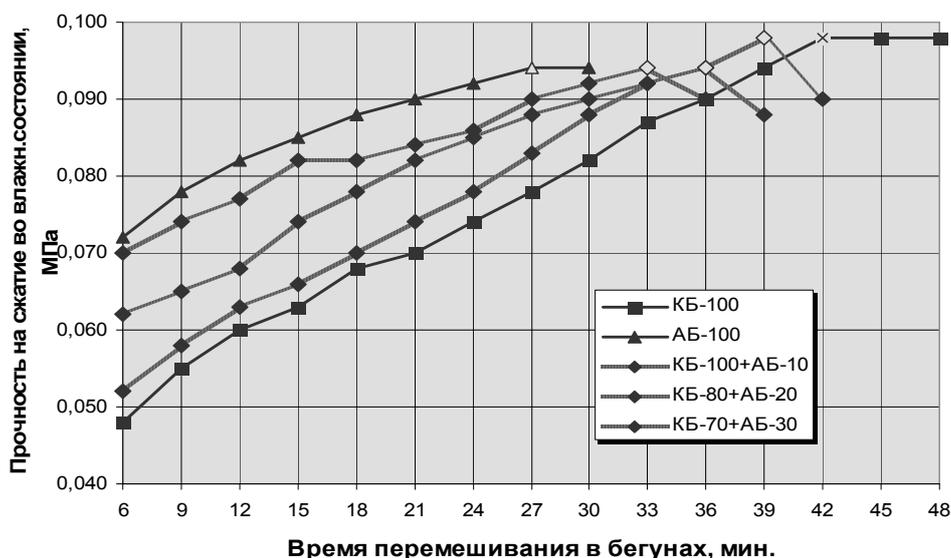


Рис. 3. Зависимость прочности на сжатие во влажном состоянии смесей с образцами бентопорошков: КБ, АБ в чистом и комбинированном видах от времени перемешивания в бегунах

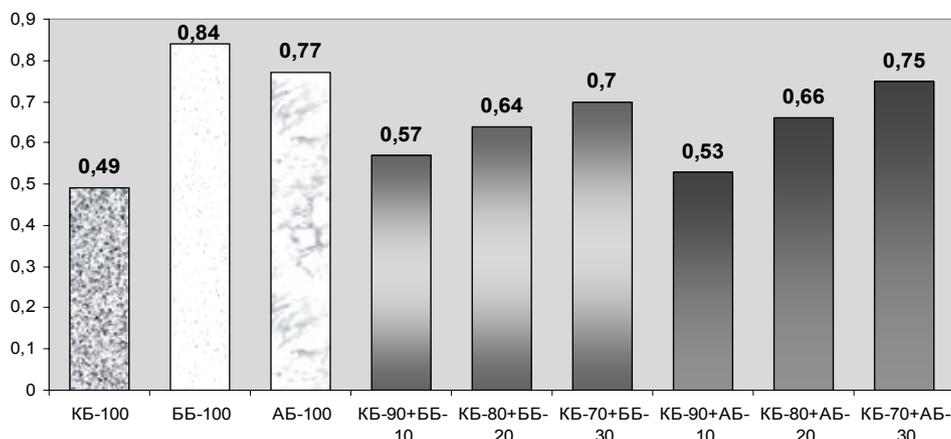


Рис. 4. Коэффициенты прочности опытных образцов бентопорошков

Следует отметить тот факт, что в лабораторных условиях достаточно сложно дать объективную оценку пластическим свойствам смеси, приготовленной на свежих компонентах. Недостаток пластических свойств смеси целиком проявляется в производственных условиях, когда смесь имеет достаточное количество возврата и прошла несколько циклов производственного оборота. В лабораторных условиях оценивалась пластичность смеси по свойству «текучесть» – проба Орлова (рис. 5).

Из данных рис. 5 можно сделать вывод, что сами по себе болгарский и азербайджанский бентониты обеспечивают достаточно высокую пластичность смесям. А их добавки к КБ в количестве 30 % также дают аналогичный эффект, причем, при добавлении АБ этот эффект

является более выраженным по сравнению с ББ. Предыдущие исследования [2, 3] показывают, что добавка к КБ 20 % дашуковского бентонита обеспечивает $K_{прочн.}$ 0,83; добавка к КБ 15 % дашуковского палыгорскита обеспечивает $K_{прочн.}$ 0,75; добавка 20 % часовярской огнеупорной глины – 0,72.

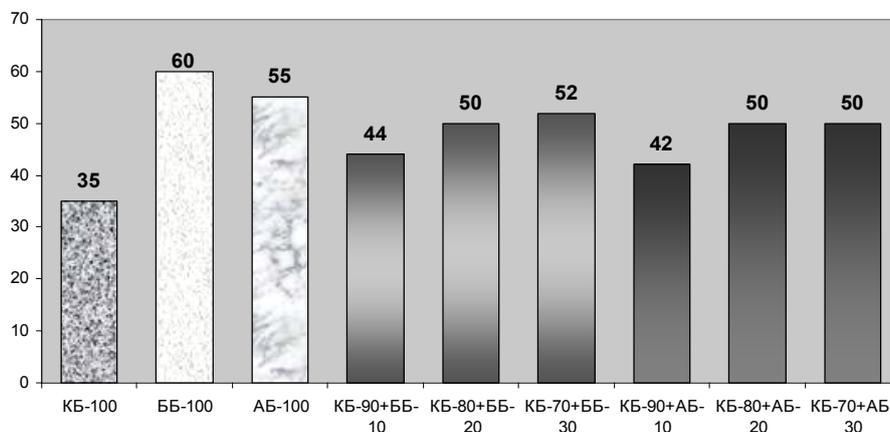


Рис. 5. Текучесть формовочных смесей, приготовленных с применением опытных образцов бентопорошков (проба Орлова)

ВЫВОДЫ

При смешивании константиновского бентонита с высококачественным болгарским в количестве от 20 до 30 % отмечается последовательное повышение начальной прочности формовочной смеси и рост $K_{прочн.}$ до значений более 0,7 ед. Значительно увеличивается текучесть. Термостойкость сохраняется на прежнем высоком уровне 0,85...0,90.

Добавление в константиновский бентонит менее термостойкого азербайджанского бентонита в количестве от 20 до 30 % также обеспечивает эффективный рост показателей текучести смеси и $K_{прочн.}$, однако отмечается незначительно снижение термической устойчивости.

При добавлении высококачественных бентонитов стабилизируются и улучшаются другие свойства константиновского бентонита (коллоидальность, водопоглощение и др.). Такое изменение свойств КБ объясняется его физико-механической активацией другими бентонитовыми глинами, т. е. минералами, отличающимися между собой по структуре и морфологии, благодаря чему происходит диспергирование бентонитов на микроуровне. В результате, при тонком помоле смеси глин с различной кристалломорфологией происходит более эффективное их диспергирование.

Следовательно, аддитивный способ изменения свойств бентонитов имеет большое значение. С его применением можно регулировать качественные показатели бентонитов подобных Константиновскому, что позволяет значительно расширить их область использования, не смотря на некоторое удорожание конечного бентопорошка за счет применения импортного добавочного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Федоров Н. Н. Физико-механическая активация бентонитовых глин / Н. Н. Федоров, С. П. Дорошенко, В. Н. Короид // *Литейное производство*. – 2005. – № 10. – С. 17–19.
3. Федоров Н. Н. Новые технологии в производстве бентонитовых формовочных глин из местного глинистого сырья // *Вестник ДГМА*. – Краматорск : ДГМА, 2009. – № 1 (15). – С. 306–311.
4. Федоров Н. Н. Особенности оценки качества и тестирования бентонитовых глин / Н. Н. Федоров, С. П. Дорошенко, В. П. Снисарь // *Процессы литья*. – 2005. – № 4. – С. 74–78.