

Н. Ш. ИСМАИЛОВ

Азербайджанский технический университет, Баку

БЕГЛЯРСКИЙ БЕНТОНИТ – ЭФФЕКТИВНЫЙ СВЯЗУЮЩИЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК

Сравнительными исследованиями изучены физико-химические, минералогические и технологические свойства беглярского бентонита. Лабораторными и производственными испытаниями установлено, что беглярские бентониты могут быть использованы в качестве связующего для формовочных смесей различного назначения при производстве серийных чугунных отливок.

Порівняльними дослідженнями вивчені фізико-хімічні, мінералогічні та технологічні властивості беглярського бентоніту. Лабораторними та виробничими випробуваннями встановлено, що Беглярські бентоніти можуть бути застосовані у якості в'язучого для формувальних сумішей різноманітного призначення у виробництві серійних чавунних відливок.

By comparative researches are investigated physical and chemical, mineralogical and technological properties Beyler and Chekassk (Dashukov) bentonites. Laboratory and industrial tests can be forming mixes of various purpose at manufactures serial pig-iron casting.

Ключевые слова: бентонит, песок, глина, формовочные смеси, сода, чугунные отливки.

Введение

В Азербайджанской Республике исторически сложилась мощная материально-техническая база машиностроительного комплекса. Крупные металлообрабатывающие предприятия выпускают литейные заготовки для нужд нефтяной, газовой, химической, электротехнической и других базовых отраслей промышленности. Более 80 % литейных заготовок из черных и цветных сплавов получают в разовых песчано-глинистых формах [1].

Таким образом, литейное производство в республике является крупным потребителем формовочных материалов, главным образом, кварцевых песков, каолиновых и бентонитовых глин. В настоящее время в литейном производстве стран СНГ широко-масштабно используются бентонитовые глины как основной связующий материал для качественных формовочных смесей. Однако, качественные и крупные месторождения бентонитов, расположены в основном в Украине (Черкасское), Грузии (Махарадзе) и Туркмении (Огланлинске) [2].

В Азербайджане также имеются крупные и перспективные месторождения бентонитовых глин, общие запасы которых оцениваются ~100-150 млн. т [1]. Однако, в промышленном масштабе разрабатывается только Даш-Салахлинское месторождение бейтонита, высокое качество которого известно давно и приближается к Вайомингскому в США [3]. Одним из перспективных является Беглярское месторождение, запасы которого оцениваются в порядке 15 млн. т. Предварительные технологические испытания, проведенные в АзТУ и на ОАО «Электроцентролит», показали возможность использования бентонитовой глины в литейном производстве. Однако до последнего времени Беглярское месторождение не разрабатывалось и только после образования АО «Азбентонит» началась промышленная разработка месторождения.

Беглярское месторождение расположено в 30 км к западу от г. Шамахи и в 4 км к юго-востоку от дороги Баку-Шамахи. По условиям залегания, строению, мощности и запасам оно относится к первой группе месторождений. В связи с введением в действие ГОСТа 28177-2005 «Глины формовочные бентонитовые» потребовались повторные лабораторные и производственные испытания, которые были произведены нами в лаборатории АО

Проблемы технологии формы

«Азбентонит». Для испытаний были отобраны пробы 1-4 (табл. 1) на глубинах (м) соответственно 1,6-3,6; 3,6-5,6; 5,6-7,6; 7,6-9,0 и смешанная проба 5.

Формовочные смеси на сухом балаханском (обогащенном) песке 1К02Б с глинистой составляющей до 2 % изготовили в лабораторном смесителе 018М. Прочностные свойства смесей определяли на испытательной машине 041165, а прочность в зоне конденсации влаги – на приборе типа PNZ фирмы «Fisher». Все показатели каждой пробы определяли по три раза, средние результаты испытаний приведены в табл. 1 (ТУ – термическая устойчивость).

Исследованиями минерального состава установлено, что беглярская бентонитовая глина – кальциевая с относительно низким содержанием монтмориллонита (60-70 %), со средним уровнем концентрации обменных катионов (47,68-60,84 мг-экв на 100 г сухой глины), низкой долей сульфидной серы (0,012-0,048 %), средней массовой долей железа в пересчете на Fe_2O_3 (5,8-6,5 %), низкими коллоидальностью (63,0-74,3 %) и водопоглощением (1,6-1,7 ед) и соответствует марке М4Т₂. Было проведено измерение пределов прочности на сжатие и разрыв в зоне конденсации влаги при активации глины. Максимальное повышение этих свойств достигается при вводе 3,5-4,0 % кальцинированной соды: $\sigma_{сж}$ увеличивается на ~15 %, то есть до 73,5 кПа, а σ_p в 5-6 раз – до 2,43 кПа.

Таким образом, установлено, что беглярская бентонитовая глина поддается активации содой для повышения ее связующей способности. После активации по показателям прочности бентонит соответствует марке М2Т₂ и ее применение возможно для получения смесей с высокой прочностью (в том числе для автоматических формовочных линий – АФЛ). Дополнительно был выполнен полный химический анализ проб 1-4, %: 47,76-55,94 SiO₂; 0,22-1,02 TiO₂; 13,47-20,08 Al₂O₃; 6,68-8,37 Fe₂O₃; 0,10-0,11 FeO; 0,10-0,41 MnO; 1,32-1,69 MgO; 0,61-2,87 CaO; 0,24-0,35 Na₂O; 0,39-0,50 K₂O; 8,36-10,44 H₂O; 0,10 P₂O₅; 8,0-10,54.

Проведенные на бакинском заводе «Электроцентролит» сравнительные лабораторные испытания показали, что свойства глин Черкасского (Дашуковский участок) и Беглярского месторождений близки, эффективность их активации содой примерно одинакова, причем лучший результат достигается при активации глины содовым раствором. При производственных испытаниях единую смесь для формовки на машинах 2М265 готовили в смесителе мод. 114, природную комовую глину вводили в виде суспензии плотностью 1,07-1,20 г/см³. К смеси предъявляли следующие требования: влажность – 3-4 %, во влажном состоянии – 78,5-117,7 кПа. Сравнительные показатели для бентонитовых глин Беглярского (I) и Черкасского (II) месторождений приведены в табл. 2.

Установили, что процессы приготовления суспензии, ее транспортировка и изготовление смеси на беглярской бентонитовой глине не вызывают затруднений. Поэтому бентониты начали использовать серийно, а через месяц заводская смесь полностью обновилась, ее свойства стабилизировались и остались практически неизменными. Некоторое снижение прочности связано с уменьшением общего глиносодержания смеси, что благоприятно влияет на газопроницаемость. Изменений в технологических свойствах смеси при формовке не было. Выявили, что чистота поверхности отливок находится на прежнем уровне, и брак отливок по вине смеси не увеличился [4].

Отмечено, что беглярская глина добывается на карьере открытым способом, экскаваторами. На заводы АО «Азбентонит» глину доставляют автосамосвалами, более отдаленным потребителям, в частности завод «Электроцентролит», железнодорожными вагонами. Качество глины промышленных партий хорошее: $\sigma_{сж}$ во влажном состоянии в среднем составляет 60-110 кПа.

На основании промышленных испытаний на заводе приняли решение о замене

Таблица 1. Показатели формовочных смесей

Номер пробы	$\sigma_{сж}$, кПа	σ_p в зоне конденсации влаги, кПа*	ТУ, ед
1	59,04	0,39/2,402	0,49
2	59,04	0,343/2,324	0,51
3	59,33	0,334/2,118	0,67
4	49,33	0,294/2,059	0,40
5	55,11	0,304/-	0,44

* В числителе – для смеси в исходном состоянии, в знаменателе – в состоянии оптимальной активации

Таблица 2. Сравнительные показатели бентонитовых глин

Свойства	I	II
$\sigma_{ск}$ во влажном состоянии, кПа	62,8	66,7
σ_p в зоне конденсации влаги, кПа	0,39	0,304
ТУ, ед	0,6	0,45
Массовая доля, %:		
монтмориллонита	70	60
карбонатов в пересчете на $CaCO_3$	0,40	4,8
сульфидной серы	0,06	0,028
железа в пересчете на Fe_2O_3	6,5	6,0
Концентрация обменных катионов, мг экв/100 г сухой глины	63,74	60,47
Коллоидальность, %	64,5	63,0
Водопоглощение, ед	1,8	1,7
Глинистая составляющая, %	76,0	72,3

черкасской глины на беглярскую на конвейере мелких и средних чугунных отливок. Установлено, что беглярский бентонит пригоден для получения всех видов чугунных отливок, а при размоле и активации может обеспечить получение формовочной смеси с высокой прочностью.

Для определения пригодности беглярского бентонита для АФЛ исследовали минералогический состав и определяли оптимальные параметры активации. Были исследованы также бентониты Черногорского (Хакасия) и Черкасского (Дашуковский) месторождений [5]. Установили, что основной минерал рассматриваемых бентонитовых глин – монтмориллонит. Минералогический состав изучали методом рентгеновской дифракции, инфракрасной спектроскопии, термогравиметрии и традиционной химии. Исследования показали, что беглярский монтмориллонит представлен кальций-магниевого разновидности с невысоким содержанием калия и натрия. Черногорский бентонит также содержит калий и магни, но имеет более высокое содержание натрия. Термограммы исследованных бентонитов характеризуются двумя эндотермическими эффектами (160-170 и 560-580 °С). Первый эффект связан с потерей межслоевой воды, второй отражает удаление ОН-групп, что характерно для монтмориллонитов [6].

В беглярском и черногорском бентонитах содержание слюдяного компонента незначительно, каолинита – на пределе чувствительности используемых методов. В изученных бентонитах присутствуют кварц и кальцит, содержание которых оценивали на дифрактограмме. В беглярском бентоните содержание (в %) кварца до 22, кальцита - 2-7, в черногорском, соответственно, до 16 и до 8. Беглярский и черногорский бентониты (так же как и черкасский) относятся к кальций-магниевым разновидностям и должны подвергаться активации – замене в диффузионном слое глинистой составляющей двухвалентных ионов кальция и магния на одновалентный ион натрия. Определили, что наиболее эффективна активация солями пиррофосфорной кислоты $Na_4P_2O_7$, углекислым натрием Na_2CO_3 и тринатрийфосфатом Na_3PO_4 . Активация повышает предел прочности при разрыве в зоне конденсации влаги, а также предел прочности при сжатии во влажном состоянии [4].

Установлено, что существенное значение имеет способ введения активатора в бентонит. Эксперименты показали, что результаты значительно повышаются, если активатор вводили в виде раствора или во влажный бентонит [5]. Поэтому наиболее качественную смесь получали при «мокрой» активации. Однако, было установлено, что при переработке оборотной смеси способ ввода активатора не имел существенного значения, так как создаются условия для качественной активации зерен бентонита.

Для выбора оптимального способа активации беглярского, черногорского и дашуковского бентонитов испытывали соду, триполифосфат натрия, пирофосфат натрия и

тринатрийфосфат при «сухом» и «мокрым» методах активации. Причем активировали беглярский бентонит с различной исходной прочностью на сжатие – от 50 до 80 кПа. Состав смеси следующий %: 95 - песка 1К02; 5 - бентонита; 2,3 - воды; 0-4 (от массы бентонита) - активирующей добавки. Соду вводили в сухом виде и в виде водного раствора в порошок беглярского бентонита.

Установлено, что максимальная прочность на сжатие во влажном состоянии $\sigma_{сж}$ достигается при введении 3,5-4,0 % соды (рН смеси 8,7-8,9), причем повышение прочности составляет 20 % для бентонита с исходной $\sigma_{сж}=60$ кПа и 10 % - с исходной $\sigma_{сж}=79$ кПа. Было установлено, что сода (в растворе или сухом виде) не оказывает существенного влияния на $\sigma_{сж}$.

Активация содой более существенно влияет на прочность на разрыв в зоне конденсаций влаги σ_p . Максимальное повышение σ_p достигается при добавке 3-4 % соды, причем это повышение зависит как от способа ввода (в порошке или растворе), так и исходного качества бентонита. Бентонит с исходной $\sigma_{сж}=50-60$ кПа и $\sigma_p=0,3-0,4$ кПа при активации порошком соды увеличивает σ_p до 1,5-1,7 и до 2,7 кПа содовым раствором. Бентонит с исходной $\sigma_{сж}=80$ кПа и $\sigma_p=0,4$ кПа при активации содой повышает σ_p до 2 и до 4 кПа при активации содовым раствором. Исследовали также температурный режим процесса активации бентонита. Установили, что подогрев раствора и бентонита не влияет существенно на результаты активации.

Исследования показали, что беглярская бентонитовая глина по минералогическому составу и технологическим свойствам близка к дашуковской. По качеству в соответствии с ГОСТом 28177-2005 бентонит обеспечивает показатели марок С4Т₂ и М4Т₂. После оптимальной активации качественные показатели повышаются до марок С1Т₁, С1Т₂, М1Т₁, М1Т₂.

Заключение

Таким образом, проведенными лабораторными и производственными экспериментами установлено, что активированный беглярский бентонит пригоден для получения формовочных смесей различного функционального назначения, в том числе для АФЛ, при производстве серийных чугунных отливок.

Список литературы

1. *Дорошенко С. П.* Формовочные материалы и смеси. - Киев: Высш. шк., 1990. - 415 с.
2. Дашсалахлинская бентонитовая глина – эффективный связующий материал для литейных форм. - Баку: АзНИИНТИ, 1988. - 4 с.
3. Бентониты СССР и их использование в народном хозяйстве. - М.: Недра, 1990. - 380 с.
4. *Исмаилов Н. Ш.* Исследование и разработка формовочных смесей с Даш-Салахлинским бентонитом для производства стальных отливок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Челябинск, 1993. - 20 с.
5. *Балинский В. Р.* Исследование свойств бентонитовых глин // Литейн. пр-во. - 1994. - № 4. - С. 18
6. *Барбакадзе Д. Ф.* Формовочные материалы Грузии // Там же. - 2001. - № 7. - С. 15-16.

Поступила 29.02.2008