

Н. А. Кидалов, Н. В. Белова, А. А. Белов, Б. А. Буравов, С. Р. Поляк
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОКСОСИЛИКАТА МАГНИЯ
НА СВОЙСТВА ПЕСЧАНО-ЖИДКОСТЕКОВЫХ СМЕСЕЙ***

Волгоградский государственный технический университет
e-mail: mitlp@vstu.ru

В работе представлены результаты определения физико-механических свойств песчано-жидкостекловых смесей с добавлением гидроксисиликата магния. Установлено положительное влияние технологической добавки на формирование прочностных свойств исследуемых смесей и снижение остаточной прочности после проковки при температурах, характерных условиям получения фасонных отливок из железоуглеродистых сплавов.

Ключевые слова: песчано-жидкостекловая смесь, гидроксисиликат магния, физико-механические свойства, литейные стержни

N. A. Kidalov, N. V. Belova, A. A. Belov, B. A. Buravov, S. R. Polyak
**STUDY OF THE EFFECT OF MAGNESIUM HYDROXOSILICATE
ON THE PROPERTIES OF SAND-LIQUID GLASS MIXTURES**

Volgograd State Technical University

The paper presents the results of determining the physical and mechanical properties of sand-liquid glass mixtures with the addition of magnesium hydroxysilicate. A positive effect of the technological additive on the formation of the strength properties of the studied mixtures and a decrease in residual strength after calcination at temperatures characteristic of the conditions for obtaining shaped castings from iron-carbon alloys was established.

Keywords: sand-liquid glass mixture, magnesium hydroxysilicate, physical and mechanical properties, casting cores

Применение органических связующих на основе синтетических смол в настоящее время является одним из наиболее распространенных процессов литья, привлекающих значительное внимание как отечественных, так и зарубежных производств, что связано с высокой технологичностью данных смесей. Тем не менее, экологические проблемы, неудовлетворительные са-

нитарно-гигиенические условия на рабочих местах, а также сравнительно высокая стоимость материалов, используемых для обеспечения технологических процессов получения фасонных отливок с использованием песчано-смоляных смесей становятся причинами поиска более совершенных альтернатив. В этом контексте большим потенциалом обладают смеси

© Кидалов Н. А., Белова Н. В., Белов А. А., Буравов Б. А., Поляк С. Р., 2025.

* Исследование выполнено за счет средств программы развития ВолгГТУ «Приоритет 2030», в рамках научного проекта № 8/647-24.

на недефицитном и экологичном неорганическом связующем – натриевым жидком стекле, главной проблемой которых является неудовлетворительная выбиваемость из отливок. Несмотря на то, что отечественная история применения жидкостекольного связующего берет свое начало с середины XX века, данная проблема не получила действенного решения, обеспечивающего снижение остаточной прочности в широком интервале температур без ухудшения основных свойств, предъявляемых к формовочным и стержневым смесям. Учеными и практиками проведено множество исследований, направленных на совершенствование технологии изготовления жидкостекольных форм и стержней и улучшение их выбиваемости. Предпринимались различные варианты, которые в последствии стали отдельными научными направлениями, например, введение органических и неорганических добавок, деструкция которых приводит к нарушению целостности пленок связующего или терморасширяющихся добавок, методов физического воздействия, оптимизации составов и др. [1–5]. Учитывая вышеизложенное поиск новых материалов, обладающих комплексным влиянием на формирование физико-механических свойств песча-

но-жидкостекольных смесей по-прежнему актуален. Примером такого материала может послужить гидросиликат магния, синтезированный путем взаимодействия средних и основных солей магния с силикатом щелочного металла [6]. Одним из отличий гидросиликата магния от ранее известных литейному производству оксида магния и бишофита наличие в его структуре гидроксильных групп, закрепленных в силикатной кристаллической решетке, что обуславливает меньшую гигроскопичность данного материала и, как следствие сравнительно меньшую гигроскопичность песчано-жидкостекольной смеси.

В результате термогравиметрических исследований с использованием дериватографа Q-1500D (MOM, Венгрия) в атмосфере искусственного воздуха и рентгенофлуоресцентного анализа на энергодисперсионном спектрометре Shimadzu EDX-8000 было установлено, что терморазложение гидросиликата магния синтезированного при 23 ± 2 °C сопровождается двумя эндотермическими эффектами незначительным при 340 °C и ярко выраженным при 430 °C, совпадающим с началом активного разложения материала, удалением структурных гидроксильных групп [7] (рис. 1).

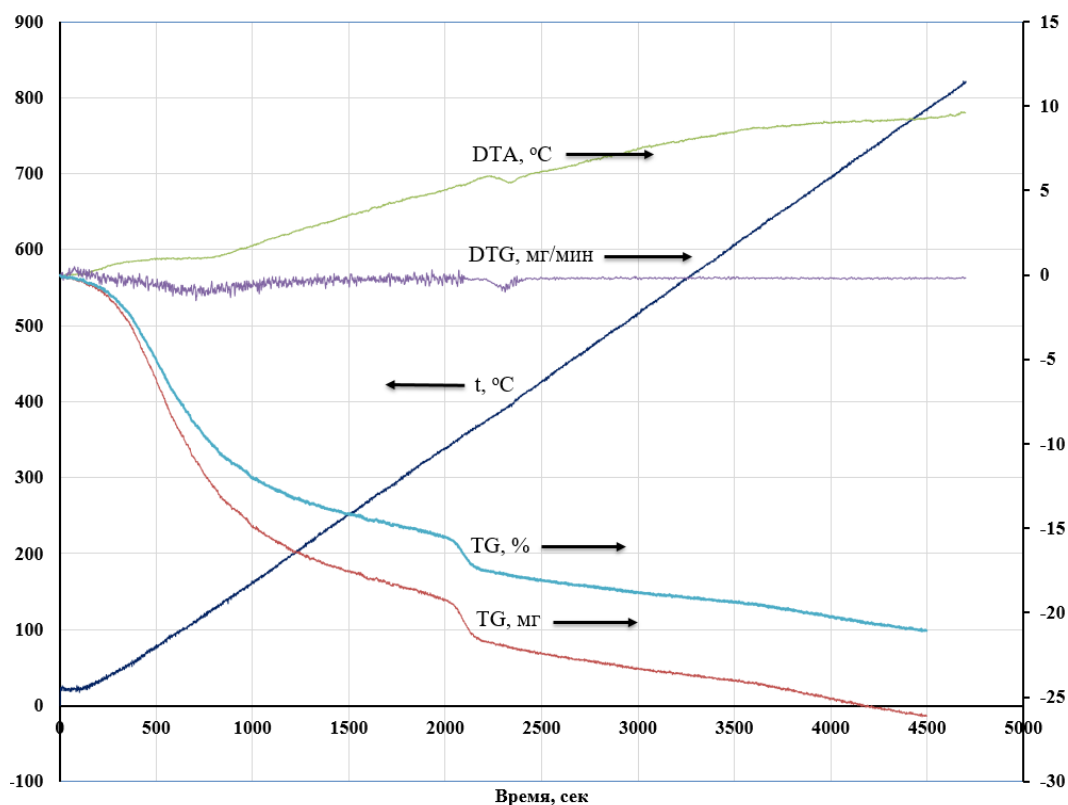


Рис. 1. Дериватограмма гидросиликата магния, при нагреве до 800 °C со скоростью 10 °C/мин в атмосфере искусственного воздуха

Следующим шагом было определение физико-механических свойств опытных песчано-жидкостекольных смесей с добавлением гид-

роксосиликата магния согласно ГОСТ 23409.6–78, ГОСТ 23409.7–78, ГОСТ 23409.8–78, ГОСТ 23409.9–78 (рис. 2).

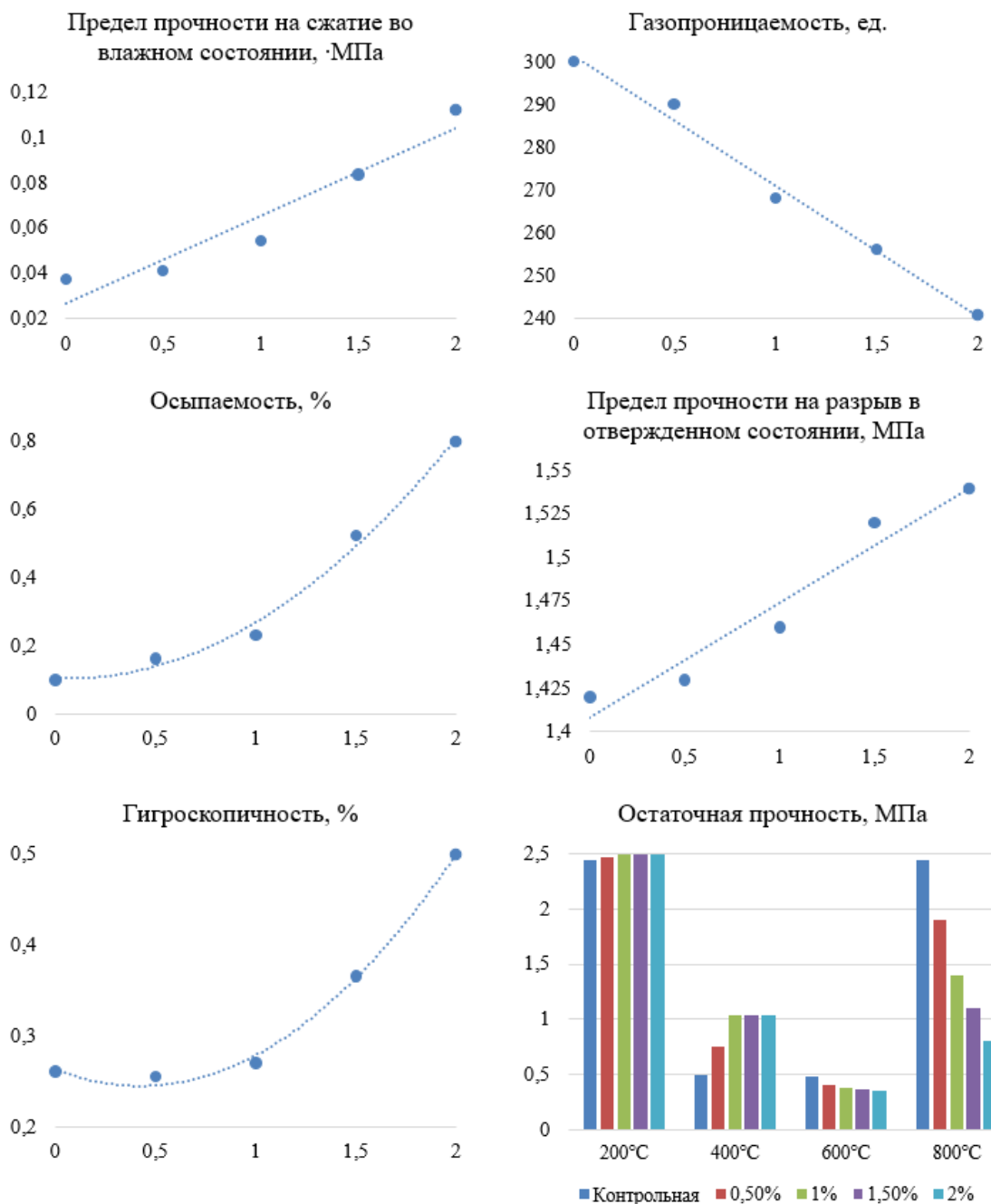


Рис. 2. Физико-механические свойства исследуемых смесей в зависимости от массового содержания (от 0,5 до 2 мас.%) гидроксисиликата магния в их составе

Использовались следующие материалы: натриевое жидкое стекло (плотность – 1490 кг/м³, модуль – 2,7) – 6 %, гидроксисиликат магния – от 0,5 до 2 %, огнеупорный материал – кварцевый песок марки 2К₂О₂ – остальное. Добавление компонентов песчано-жидкостекольной смеси производилось в лабораторные сме-

шивающие бегуны модели 018М2 в следующем порядке: огнеупорный наполнитель, технологическая добавка, жидкое стекло, с последующим перемешиванием в течении 6–8 минут.

Из рисунка видно, что введение в состав песчано-жидкостекольных смесей гидроксисиликата магния приводит к увеличению предела

прочности на сжатие во влажном состоянии путем формирования армирующего каркаса при взаимодействии с жидкостекольным связующим посредством $[Mg - O - Si]$ связей [8], а также повышению предела прочности на разрыв и сжатие в отвержденном состоянии (производилось методом конвективной сушки при 200 °С в течение 40 минут), что, предположительно, связано препятствованием данного материала вспучиванию связующего ввиду его дисперсности [9], размер частиц составляет не более 0,05 мм. Газопроницаемость при этом снижается до значений, превышающих минимально допустимые в соответствии общими требованиями, предъявляемыми к формовочным и стержневым смесям. Введение в состав смеси технологической добавки свыше 1 мас. % не смотря на ее более эффективное влияние на снижение остаточной прочности за счет формирования тугоплавких соединений при химическом взаимодействии силикатов натрия с продуктами терморазложения гидросиликата магния [10], приводит к увеличению гигроскопичности и осыпаемости. Дальнейшие исследования, будут направлены на изучение влияния гидросиликата магния на формирование структуры пленок силикатов натрия на поверхности огнеупорных наполнителей и выбиваемость литейных стержней из стальных отливок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берг, П. П. Формовочные материалы / П. П. Берг. – Москва : Машгиз, 1963. – 408 с.
2. Жуковский, С. С. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм : справочник / С. С. Жуковский. – Москва, 2010. – 256 с.
3. Повышение эффективности использования жидкостекольных смесей. Обзорная информация. Ч. 1. Модифицирование / А. Н. Крутилин, Ю. Ю. Гуминский, О. А. Русевич, Л. В. Кульбицкая // Литье и металлургия. – 2018. – № 1(90). – С. 47–54.
4. Леушин, И. О. Исследования остаточной прочности жидкостекольных стержневых смесей с добавкой измельченных отходов силоксановых резин / И. О. Леушин, А. В. Титов, С. Р. Ракитин // Известия ВолГТУ : научный журнал № 7 (278) / ВолГТУ. – Волгоград, 2023. – С. 39–42.
5. Разупрочнение песчаных смесей на жидкостекольном связующем в результате термоокислительной деструкции комбинированной углеродосодержащей добавки. Часть 1 / Н. А. Кидалов, Н. В. Белова, А. А. Белов, А. С. Адамова // Черные металлы. – 2022. – № 12. – С. 24–29.
6. Влияние температуры синтеза на структуру и свойства силикатов переходных металлов / О. О. Тужиков, Р. Б. Гаджиев, Б. А. Бураков, Е. С. Бочкарев, В. Н. Арисова, О. И. Тужиков // Известия ВолГТУ научный журнал № 4 (199) / ВолГТУ. – Волгоград, 2017. – С. 75–82.
7. Наполненные полимер-олигомерные материалы с повышенным сопротивлением ударным нагрузкам. Часть 1 / Б. А. Бураков, Л. Ю. Донецкова, С. М. Соломахин [и др.] // Известия ВолГТУ научный журнал № 12 (283) / ВолГТУ. – Волгоград, 2023. – С. 113–117. – DOI 10.35211/1990-5297-2023-12-283-113-117.
8. Бирюков, Я. П. Термическое поведение ($-180 \leq T \leq 1000$ °С) ортосиликата магния гидроксилклиногумита $Mg_5(SiO_4)_2(OH,F)_2$ / Я. П. Бирюков, Р. С. Бубнова, В. А. Фирсова // Физика и химия стекла. – 2023. – Т. 49, № 2. – С. 209–216.
9. Кидалов, Н. А. Использование отходов химических и металлургических производств при разработке ресурсосберегающих технологий для изготовления стальных отливок : дис. ... д-ра техн. наук: 05.16.04: защищена 26.10.06: утв. 12.01.07 / Кидалов Николай Алексеевич. – М., 2006. – 352 с.
10. Эйтель, В. Физическая химия силикатов / пер. с англ. А. А. Леонтьевой [и др.] ; под ред. и предисл. Н. Н. Курцевой. – Москва : Изд-во иностр. лит., 1962. – 1055 с.