

Н. А. Кидалов, Н. В. Белова, А. А. Белов, Д. С. Суриков, С. Р. Поляк

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА
КОМБИКОРМОВ ИЗ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕСЧАНО-ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**

Волгоградский государственный технический университет

e-mail: lp@vstu.ru

Работа посвящена исследованию формирования технологических свойств песчано-жидкостекольных смесей в зависимости от содержания отходов производства комбикормов из зерновых культур в их составе. Показано, что свойства исследуемых песчано-жидкостекольных смесей удовлетворяют требованиям, предъявляемым к формовочным и стержневым смесям на жидкостекольном связующем. Установлено, что введение в состав песчано-жидкостекольных смесей 2 % (масс.) ошелаченных лигносульфонатов технических и 3 % (масс.) отходов производства комбикормов из зерновых культур, имеющих разные температурные интервалы деструкции, позволяет снизить остаточную прочность смеси после прокалики при температуре, характерной оплавлению пленки силиката натрия на 74 %.

Ключевые слова: песчано-жидкостекольная смесь, остаточная прочность, технологические свойства, разупрочняющие добавки

N. A. Kidalov, N. V. Belova, A. A. Belov, D. S. Surikov, S. R. Polyak

STUDY OF THE EFFECT OF FEED WASTE FROM GRAIN CROPS ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SAND AND LIQUOR MIXTURES

Volgograd State Technical University

The work is devoted to the research of formation of technological properties of sandy-liquid-stextextile mixtures depending on the content of waste products of mixed fodder from grain crops in their composition. It has been shown that the properties of the sand and liquid glassy mixtures under study meet the requirements for molding and core mixtures on liquid glassy binder. It was found that the introduction of 2 % (wt.) of leached technical lignosulfanates and 3 % (wt.) of feed waste from cereal crops with different temperature degradation intervals into the composition of sand-and-liquid-stone mixtures can reduce the residual strength of the mixture after calcination at the temperature characteristic of melting sodium silicate film by 74 %.

Keywords: sand-and-liquid-steel mixture, residual strength, technological properties, unstrengthening additives

Введение

В литейном производстве песчано-жидкостеклянные смеси имеют широкое распространение в единичном и серийном изготовлении форм и стержней. Большой спрос на использование данных смесей обусловлен рядом положительных качеств: низкая стоимость, высокая связующая способность, нетоксичность. Но наряду с положительными качествами нельзя не упомянуть и главную проблему литейщиков при работе с песчано-жидкостеклянными формами и стержнями – неудовлетворительную выбиваемость в условиях получения фасонных отливок из сталей. Данный недостаток не позволяет в полной мере раскрыть потенциал песчано-жидкостеклянных формовочных и стержневых смесей, ограничивая область их применения, а также предъявляя высокие требования к оборудованию формовочных и выбивных участков производственных предприятий. По этой причине на сегодняшний день предпочтение отдается материалам на основе смол. Но для производства крупногабаритных стальных отливок сложной конфигурации данный материал неприемлем ввиду более высоких требований к прочностным свойствам и газотворности, так как термоокислительная деструкция смол сопровождается выделением существенного количества токсичных газов [1].

Решению проблемы затрудненной выбиваемости литейных форм и стержней из песчано-жидкостеклянных смесей за счет снижения их остаточной прочности после прокалки при температуре, характерной оплавлению пленки силиката натрия, посвящено многочисленное количество научных и практических работ, в которых предлагаются и рассматриваются такие варианты, как использование разупрочняющих добавок, различные способы модификации раствора силиката натрия и самой смеси,

добавление органических отвердителей, оптимизация составов и др. [1–6]. Учитывая, что одним из приоритетных направлений литейного производства является обеспечение возможности получения высококачественной продукции за счет применения ресурсо- и энергосберегающих технологий [7], решение вышеизложенной проблемы путем введения в состав формовочных и стержневых смесей технологических добавок из органических материалов, в том числе отходов различных производств, является наиболее перспективным. Поэтому целью данной работы являлось исследование формирования технологических свойств песчано-жидкостеклянных смесей в зависимости от содержания отходов производства комбикормов из зерновых культур в их составе.

Материалы и методики исследования

В качестве материалов исследования использовались песчано-жидкостеклянные смеси на основе огнеупорного наполнителя в виде кварцевого песка марки $2K_2O_202$ по ГОСТ 2138-91 и связующего в виде водного раствора силиката натрия плотностью 1490 кг/м^3 (далее жидкое стекло); силикатный модуль 2,8 по ГОСТ 13078-81. В качестве технологических добавок применялись: лигносульфонаты технические по ТУ 2455-055-58901825-2008; отходы производства комбикормов из зерновых культур, представляющие собой органический мелкодисперсный порошок сложного растительного состава. Выбор данных добавок осуществлялся в связи с тем, что по данным, полученным в результате дифференциально-термического анализа, их деструкция происходит в разных температурных интервалах (рис. 1). При этом лигносульфонаты технические являются одной из самых широко распространенных жидких разупрочняющих добавок в составах песчано-жидкостеклянных смесей. Выбор в качестве

технологической добавки отходов производства комбикормов из зерновых культур обуславливается количеством и потребностью птицеферм на территории Волгоградской области, а следовательно, и количеством производств,

отходы которых нуждаются в утилизации. В качестве поверхностно-активного вещества, способного улучшить связующие свойства лигносульфонатов, в данной работе была выбрана щелочь, а именно NaOH – едкий натр.

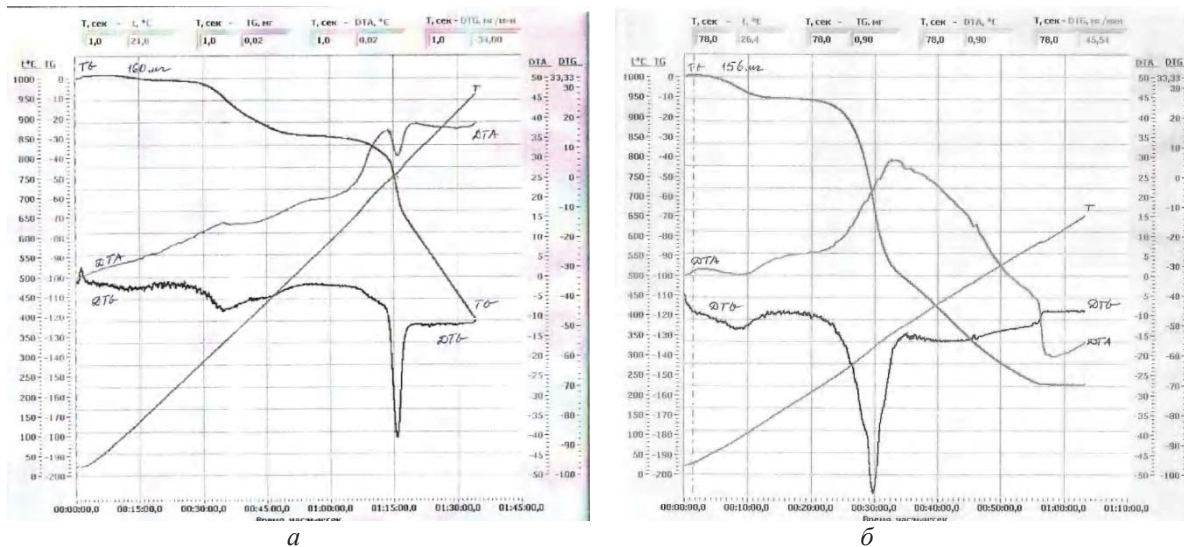


Рис. 1. Дериватограммы ошелаченных лигносульфонатов технических (а) и отходов производства комбикормов из зерновых культур (б) в условиях нагрева со скоростью 10 °С/мин

Приготовление смесей (табл. 1) осуществлялось в следующей последовательности: в лабораторные смешивающие бегуны загружался огнеупорный кварцевый наполнитель; далее добавлялись ошелаченные лигносульфонаты технические (далее ОЛСТ) и отходы производства комбикормов из зерновых культур (далее ОПКЗК) (пере-

мешивание в течение 3–5 минут); после чего вводилось жидкое стекло с последующим перемешиванием в течение 8 минут. Данная последовательность позволяет получить формовочную (стержневую) смесь с равномерным распределением технологической добавки по поверхности зерен кварцевого огнеупорного наполнителя.

Таблица 1

Составы исследуемых смесей

Шифр смеси	Составляющие смеси, масс.%			
	Жидкое стекло	ОЛСТ	ОПКЗК	Кварцевый песок
1	3	2	-	95
2	3	2	2	94
3	3	2	3	93
4	3	2	4	92

Программа экспериментов включала определение следующих основных технологических свойств формовочных и стержневых смесей: осыпаемость по ГОСТ 23409.9-78; гигроскопичность по ГОСТ 23409.10-78; влажность по ГОСТ 23409.5-78; газопроницаемость по ГОСТ 23409.6-78; предел прочности при сжатии во влажном и отвержденном состоянии по ГОСТ 23409.7; остаточная прочность после

прокалки при температурах при температурах 200, 400, 600 и 800 °С.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что свойства исследуемых песчано-жидкостекольных смесей (табл. 2) удовлетворяют требованиям, предъявляемым к формовочным и стержневым смесям на жидкостекольном связующем [8].

Таблица 2

Свойства исследуемых смесей

Шифр смеси	Свойства смесей						Осыпаемость, %
	Влажность, %	Газопроницаемость, ед.	Предел прочности при сжатии во влажном состоянии, σ_w , МПа	Предел прочности в отвержденном состоянии, σ_r , МПа		Гигроскопичность, %	
				при сжатии	при разрыве		
1	3,0	224	0,066	2,50	0,89	0,60	0,45
2	2,7	213	0,051	2,35	0,74	0,65	0,35
3	2,5	196	0,043	2,24	0,63	0,71	0,45
4	2,0	179	0,039	2,12	0,55	0,82	0,50

Результаты определения остаточной прочности исследуемых смесей после прокалки

при температурах от 200 до 800 °С представлены на рис. 2.

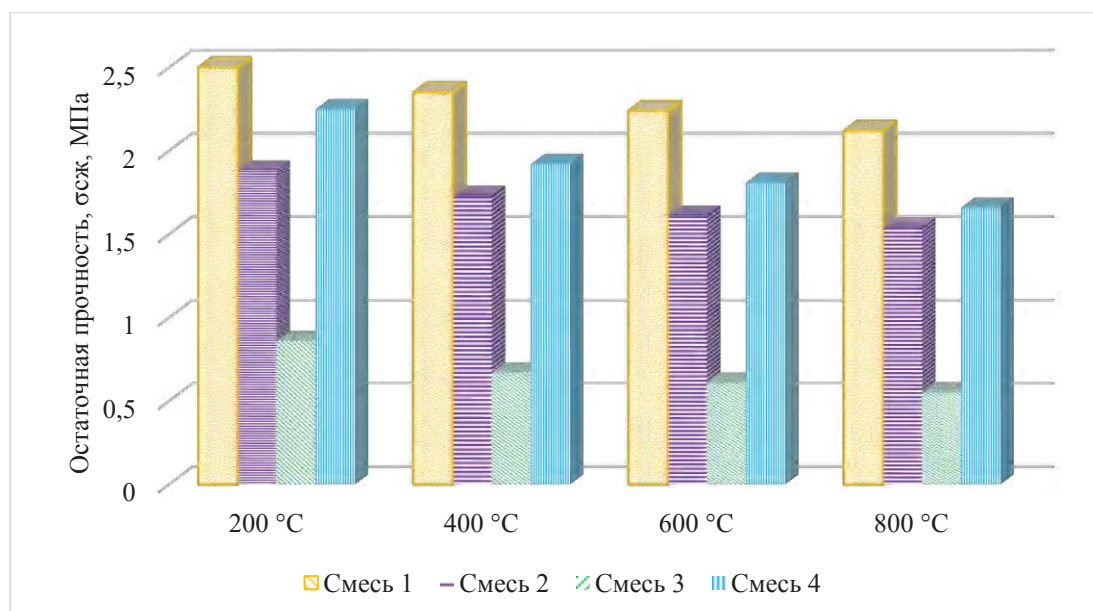


Рис. 2. Остаточная прочность исследуемых смесей

Таким образом, введение в состав смеси отхода производства комбикормов из зерновых культур приводит к снижению влажности, газопроницаемости и увеличению гигроскопичности (на что оказывает влияние введение в составы смесей мелкодисперсной добавки). Прочностные свойства после отверждения образцов методом конвективной сушки при 200 °С изменились незначительно. Это связано с тем, что основное разупрочняющее воздействие добавки происходит при более высоких температурах, о чем свидетельствуют результаты дифференциально-термического анализа (рис. 1, б). При увеличении температуры прокалки до 400 и 600 °С снижение остаточной прочности смеси объясняется испарением адсорбционной, кристаллизационной и гидратной

воды, входящей в состав связующего [9, 10], а также термоокислительной деструкцией технологической добавки. После прокалки смеси при температуре, характерной оплавлению пленки силиката натрия на поверхности огнеупорного наполнителя, и увеличения содержания отходов производства комбикорма из зерновых культур до 3 % (масс.) остаточная прочность снижается на 27 %.

Выводы

1. Показано, что введение в состав песчано-жидкостеклянных смесей отходов производства комбикормов из зерновых культур не оказывает существенного влияния на ухудшение технологических свойств. Полученные смеси удовлетворяют требованиям, предъявляемым к фор-

мовочным и стержневым смесям на жидкостекольном связующем.

2. Установлено, что введение в состав песчано-жидкостекольных смесей 2 % (масс.) ошелаченных лигносульфанатов технических и 3 % (масс.) отходов производства комбикормов из зерновых культур, имеющих разные температурные интервалы деструкции, позволяет снизить остаточную прочность смеси после проковки при температуре, характерной оплавлению пленке силиката натрия, на 27 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Формовочные материалы и технология литейной формы : Справочник / С. С. Жуковский [и др.] ; под общ. ред. С. С. Жуковского. – М. : Машиностроение, 1993. – 431 с.
2. Рыжков, И. В. Физико-химические основы формирования свойств смесей с жидким стеклом / И. В. Рыжков, В. С. Толстой. – Харьков : Вища шк., 1975. – 139 с.
3. Kidalov, N. A. Selection of technological additives to the composition of the moulding mixtures based on water glass / N. A. Kidalov, A. S. Adamova, N. V. Grigoreva // International Journal of Cast Metals Research. – 2021. – Vol. 34, issue 3-6. – Pp. 162–168.

4. Разупрочняющие добавки песчано-жидкостекольных смесей при производстве отливок из чугуна и стали / Ю. А. Свинооров, Ю. И. Гутько, К. А. Батышев, К. Г. Семенов // Литейное производство. – 2021. – № 6. – С. 13–17.
5. Modification of inorganic binder used for sand core-making in foundry practice / F. Xin, W. Liu, L. Song, Y. Li // China Foundry. – 2020. – N5(17). – Pp. 341–346.
6. Пат. 2703637 Российская Федерация, МПК В22С 1/00. Смесь для изготовления литейных форм и стержней / И. О. Леушин, А. Ю. Субботин, М. А. Гейко ; Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева. – 2019.
7. Труды XV Международного съезда литейщиков. – М. : Российская ассоциация литейщиков, 2021. – 386 с.
8. Берг, П. П. Формовочные материалы / П. П. Берг. – Москва : Машгиз, 1963. – 408 с.
9. Разупрочнение песчаных смесей на жидкостекольном связующем за счет термоокислительной деструкции комбинированной углеродосодержащей добавки. Ч. 2 / Н. А. Кидалов, Н. В. Белова, А. А. Белов, А. С. Адамова // Черные металлы. – 2023. – № 2. – С. 74–81.
10. Разупрочнение песчаных смесей на жидкостекольном связующем в результате термоокислительной деструкции комбинированной углеродосодержащей добавки. Ч. 1 / Н. А. Кидалов, Н. В. Белова, А. Ал. Белов, А. С. Адамова // Черные металлы. – 2022. – № 12. – С. 24–29.