

ЛИТЕЙНЫЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

УДК 621.74

DOI:10.35211/1990-5297-2023-7-278-39-42

И. О. Леушин, А. В. Титов, С. Р. Ракитин

ИССЛЕДОВАНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ ЖИДКОСТЕКЛЯНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ С ДОБАВКОЙ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОТХОДОВ СИЛОКСАНОВЫХ РЕЗИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

e-mail: andavt95@rambler.ru

В статье представлены результаты испытаний стандартных образцов, изготовленных из легковыбиваемой жидкостекляной смеси с добавкой измельченных отходов силиконовых (силоксановых) резин (ОСР). Получены зависимости изменения остаточной прочности от температуры прокалики стержней. Показана возможность использования разработанной смеси для изготовления стержней в производстве алюминиевого литья при прогреве стержня до температур порядка 400–600 °С.

Ключевые слова: литейные стержни, жидкостекляная стержневая смесь, выбиваемость стержней, остаточная прочность, отходы силиконовых резин.

I. O. Leushin, A. V. Titov, S. R. Rakitin

STUDIES OF THE RESIDUAL STRENGTH OF LIQUID-GLASS CORE MIXTURES WITH THE ADDITION OF CRUSHED SILOXANE RUBBER WASTE

Nizhny Novgorod State Technical University R. E. Alekseeva

The article presents the results of testing standard samples made from an easily knocked out liquid glass mixture with the addition of crushed waste silicone (siloxane) rubber (OSR). The dependences of the change in residual strength on the temperature of the calcination of the rods are obtained. The possibility of using the developed mixture for the manufacture of rods in the production of aluminum castings when the rod is heated to temperatures of about 400 - 600°C is shown.

Keywords: casting cores, liquid glass core mixture, core knockout, residual strength, silicone rubber waste.

Главным сдерживающим фактором использования литейных стержней на жидкостекляном связующем является их плохая выбиваемость из отливок. Для устранения этого недостатка было предложено множество решений [1], среди которых экономически наиболее выгодным можно считать применение в составе стержневой смеси разупрочняющих добавок, полученных из отходов различных производств [2]. Однако требования, предъявляемые к качеству стержней, неуклонно растут. Стержни должны обладать высокой манипуляторной и эксплуатационной прочностью, газопроницаемостью, податливостью, низкой осыпаемостью и газотворностью. Кроме того, при использовании стержневых смесей в атмосферу цеха не

должно выделяться в недопустимом количестве токсичных и вредных для здоровья человека веществ.

Для решения проблемы авторами статьи была разработана жидкостекляная стержневая смесь с улучшенной выбиваемостью [3]. Кроме жидкого стекла в состав смеси входит формовочная глина для повышения сырой (манипуляторной) прочности смеси и водный 6%-й раствор поливинилового спирта для снижения осыпаемости стержней. Основным разупрочняющим компонентом является добавка измельченных отходов силиконовых (силоксановых) резин (ОСР).

Для оценки возможности применения разработанной стержневой смеси при изготовле-

нии отливок из различных сплавов были проведены испытания образцов на остаточную прочность при их нагреве до различных температур.

Для проведения экспериментов были использованы следующие материалы:

- сухой кварцевый песок марки 2К₁О₂02 (ГОСТ 2138–91);
- жидкое стекло (ГОСТ 13078–81);
- глина формовочная марки ПЗ (ГОСТ 3226–93);
- водный 6%-й раствор поливинилового спирта;
- измельченные ОСР.

В качестве исходного материала для приготовления разупрочняющей добавки использовались выведенные из эксплуатации силиконовые формы для изготовления изделий из пластмасс. Измельчение и рассев до нужной фракции ($\leq 0,5$ мм) были проведены с помощью режущей мельницы модели Retsch SM100.

Образцы изготавливали и испытывали по стандартным методикам (ГОСТ 23409.7–78, ГОСТ 23409.6–78, ГОСТ 23409.9–78). Отверждение проводили с помощью продувки углекислым газом. Варьировалось процентное содержание измельченных ОСР от 0,5 до 3,0 % (по массе). Для определения остаточной прочности образцы нагревались в муфельной печи до температур 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 °С

в течение часа и затем охлаждались до 20 °С на воздухе. Далее испытания на прочность (на сжатие) проводились по стандартной методике.

Результаты проведенных исследований, приведенные в таблице, показывают, что остаточная прочность образцов, изготовленных из всех испытываемых смесей при использовании температур прокалики от 200 до 500 °С, снижается и достигает минимума при температуре 600 °С (см. рисунок ниже). Действие измельченных ОСР как порообразующей разупрочняющей добавки начинает проявляться после прокалики смесей до 400 °С. При этой температуре происходит полная деструкция частиц силикона с образованием углекислого газа и аморфного диоксида кремния.

После прокалики образцов (изготовленных без применения разупрочняющей добавки) при температуре 800 °С остаточная прочность резко возрастает, однако использование в составе смеси измельченных ОСР позволяет снизить ее в несколько раз. При увеличении содержания измельченных ОСР в составе смеси практически при всех температурах прокалики образцов их остаточная прочность уменьшается. Однако применять смеси с добавкой отходов более 2,0 % нельзя из-за образующейся в отливках пористости (пробные отливки изготавливались из алюминиевого сплава АК7ч).

Состав и характеристики исследуемых стержневых смесей

№ п/п	Компоненты и характеристики смесей	Состав смесей, масс. %					
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Жидкое стекло	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
2	Формовочная глина	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3	Добавка измельченных ОСР	–	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
4	Водный 6%-й раствор поливинилового спирта	–	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5	Кварцевый песок	Остальное	Остальное	Остальное	Остальное	Остальное	Остальное
6	Предел прочности на сжатие во влажном состоянии, МПа	0,05	0,08	0,08	0,07	0,09	0,07
7	Предел прочности на сжатие в отвержденном состоянии, МПа	2,00	2,00	1,98	1,97	1,95	1,88
8	Газопроницаемость, ед.	200	200	203	200	200	200
9	Предел прочности на разрыв в отвержденном состоянии, МПа	0,85	0,85	0,84	0,84	0,83	0,79
10	Осыпаемость, %	0,20	0,20	0,24	0,26	0,27	0,29
11	Остаточная прочность после прокалики образцов при температуре 200 °С, МПа	>3,00	>3,00	>3,00	>3,00	3,00	2,55
12	Остаточная прочность после прокалики образцов при температуре 300 °С, МПа	>3,00	>3,00	>3,00	>3,00	2,82	2,44

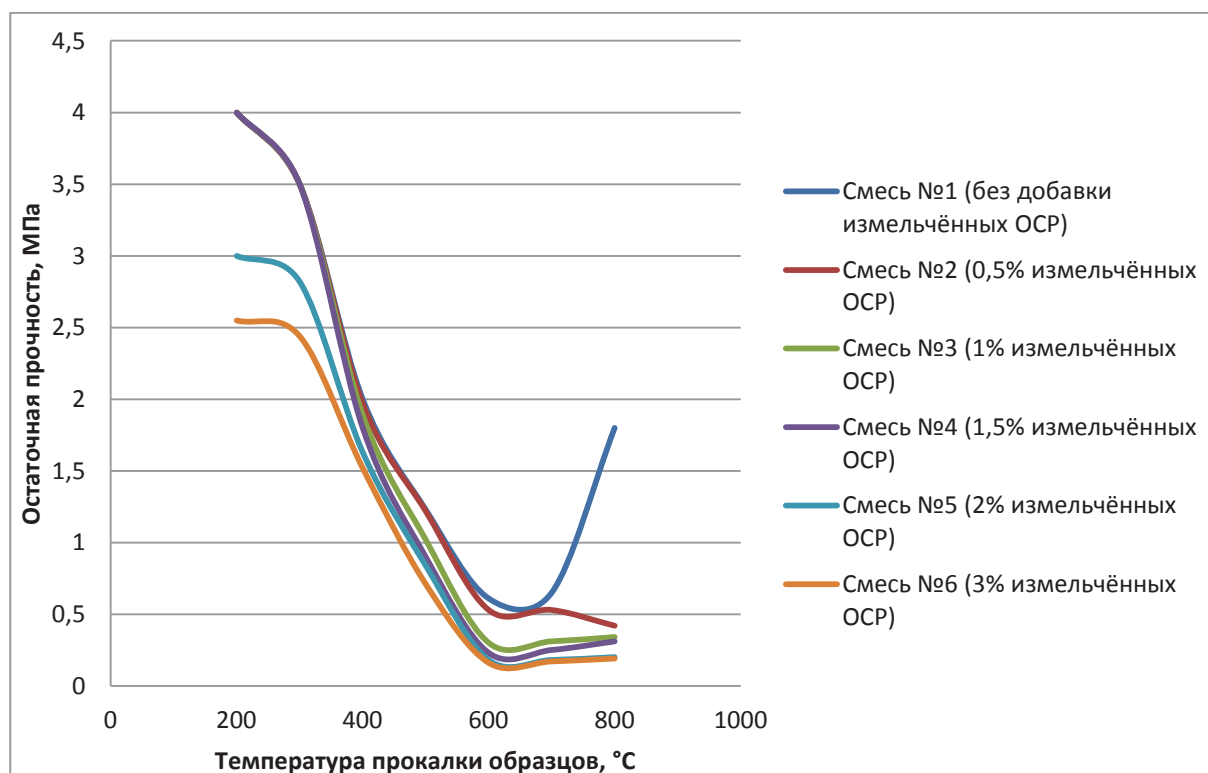
Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
13	Остаточная прочность после проковки образцов при температуре 400 °С, МПа	2,00	1,97	1,89	1,80	1,63	1,52
14	Остаточная прочность после проковки образцов при температуре 500 °С, МПа	1,23	1,22	1,02	0,90	0,84	0,71
15	Остаточная прочность после проковки образцов при температуре 600 °С, МПа	0,61	0,53	0,30	0,23	0,18	0,16
16	Остаточная прочность после проковки образцов при температуре 700 °С, МПа	0,65	0,53	0,31	0,25	0,18	0,17
17	Остаточная прочность после проковки образцов при температуре 800 °С, МПа	1,8	0,42	0,34	0,31	0,20	0,19
18	Газовая пористость в отливке	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Есть

Из литературных источников [4] известно, что при заливке алюминиевых сплавов жидкостекольная стержневая смесь прогревается до температур порядка 200–400 °С для тонкостенных и до 400–600 °С для толстостенных отливок. Исходя из этого, можно сделать вывод, что разработанная стержневая смесь может быть успешно использована для изготовления небольших по массе и габаритным размерам отливок из алюминиевых сплавов; в этом случае

стержни прогреваются до температур порядка 400–600 °С.

При заливке чугунов и сталей стержни прогреваются до температуры 800 °С и выше [5]. Вероятно, применять разработанную легковываемую смесь в производстве чугунных и стальных отливок будет также выгодно, поскольку максимальный разупрочняющий эффект наблюдается именно при таких высоких температурах прогрева стержня.



Зависимости остаточной прочности смесей с различным содержанием добавки измельченных ОСП от температуры проковки образцов

Авторами статьи планируется провести проверку разупрочняющего действия разработанной смеси при изготовлении чугуна и стального литья, поскольку при разливке высокотемпературных сплавов возрастает опасность проникновения газов, выделяющихся при деструкции измельченных ОСР, в отливку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка применения разупрочняющих добавок в практике производства литейных стержней / И. О. Леушин [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. – 2020. – Т. 18. – № 3. – С. 25–33.
2. *Леушин, И. О.* Применение отходов различных производств в качестве разупрочняющих добавок для литейных стержней / И. О. Леушин, А. В. Титов, К. А. Маслов // Литейное производство. – 2022. – № 8. С. 18–22.
3. Пат. 2793659 РФ, МПК В 22 С 1/10 (2006.01), В 22 С 1/18 (2006.01). Смесь для изготовления литейных форм и стержней / И. О. Леушин, А. В. Титов, С. Р. Ракитин. – № 2022132436 : заявл. 12.12.2022 ; опублик. 04.04.2023. – 8 с.
4. Выявление основных температурных интервалов разупрочнения литейных стержней на жидкостекольном связующем / Н. А. Кидалов, Н. В. Григорьева, В. Ф. Жаркова [и др.] // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 7(266) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. – (Серия «Металлургия»). – С. 48–51. – DOI: 10.35211/1990-5297-2022-7-266-48-51.
5. *Сварика, А. А.* Формовочные материалы и смеси : Справочник / А. А. Сварика. – К. : Техника, 1983. – 144 с.