

Т.В. Берлизова, асп., О.И. Пономаренко, д.т.н., проф, А.М. Каратеев, д.х.н., проф., Д.А. Литвинов, науч.сотр. (Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина)

Влияние фурфурилоксипропилциклокарбонатов (ФОПЦК) с различными добавками на свойства холоднотвердеющих смесей на жидком стекле

Приведен анализ эффективности отвердителей на основе фурфурилоксипропилциклокарбонатов (ФОПЦК) с использованием в качестве добавок триэтанолamina, триэтаноламина и диазобисциклооктана (ДАБКО) и их влияние на свойства ХТС.

Ключевые слова: жидкое стекло; фурфурилоксипропилциклокарбонаты; триэтаноламин; триэтиламин; диазобисциклооктан.

Наведен аналіз ефективності отверджувачів на основі фурфурилоксипропилциклокарбонатів (ФОПЦК) з використанням в якості добавок триетаноламіну, триетаноламіну і діазобісциклооктану (ДАБКО) та їх вплив на властивості ХТС.

Ключові слова: рідке скло; фурфурилоксипропилциклокарбонати; триетаноламін; триетиламін; діазобісциклооктан.

The analysis of the effectiveness of curing agents based on furfuryloksipropilcyclic carbonate (FOPTCC) using triethanolamine as additives, and trietanolaamina, diazobitsiklooktana (DABCO), and their effect on the properties of cold hardening mixes.

Keywords: water glass; furfuryloksipropilcyclic carbonate, triethanolamin, triethylamin; diazobitsiklooktan.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. Повышение качества отливок, экономичности и эффективности их производства в значительной степени зависит от состава и свойств формовочных смесей на разных стадиях их приготовления и применения [1, 2].

Главным критерием для выбора составов смесей служат их свойства, которые отвечают выбранному технологическому процессу приготовления форм и стержней [3-5].

В 70-е годы прошлого столетия был разработан и успешно использован перспективный способ отверждения холоднотвердеющих смесей на основе жидкого стекла (ЖС) с использованием жидких эфиров [6]. В производстве для этих целей чаще всего применялись два эфира – триацетин и пропиленкарбонат. Однако производство литья в настоящее время сдерживается отсутствием технических эфиров в Украине.

Применение для ХТС нетоксичных жидких отвердителей позволило более полно использовать свойства жидкого стекла, уменьшить его расход до 2,5...4 мас. % и тем самым резко улучшить (в 1,5...2 раза)

выбываемость форм и стержней. Расход жидкого отвердителя при этом составлял всего – 10...12 мас. % массы ЖС [7-10].

Поэтому разработка новых жидких отвердителей для ХТС, которые улучшали бы физико-механические свойства смеси, а также улучшали выбываемость форм и стержней и упрощали технологический процесс является актуальной задачей литейного производства.

Целью исследований является изучение влияния фурфурилоксипропилциклокарбоната (ФОПЦК) с добавлением к нему различных добавок-катализаторов – ускорителей отверждения (триэтиламин, триэтаноламин, ДАБКО) на прочность смеси ($\sigma_{сж}$), выбываемость, осыпаемость, живучесть и газопроницаемость.

В качестве перспективного связующего предлагается использовать фурфурилоксипропилциклокарбонат (ФОПЦК). Отверждение композиции (кварцевый песок-ФОПЦК-жидкое стекло) происходит при взаимодействии ФОПЦК с жидким стеклом.

Любые циклокарбонаты (пропиленциклокарбонат, ФОПЦК и др.) в щелочной среде неустойчивы

и раскладываются с выделением CO_2 , который реагирует с жидким стеклом с образованием полисиликатов в объеме сформированной композиции, и такие системы можно отнести к наноструктурируемым композиционным материалам, т. к. процессы взаимодействия между ФОПЦК и ЖС проходят на поверхности кварцевого песка в мономолекулярных слоях.

ФОПЦК – это материал на основе сырья растительного происхождения, который получают по приведенной схеме (рис. 1):

ФОПЦК является экологически безопасным материалом, так как при заливке металла в форму в результате термохимической деградации ФОПЦК разлагается и выделяет в объеме сформированной композиции CO_2 и пары воды в окружающую среду.

Технология приготовления смеси включала следующие операции: в лабораторный смеситель периодического действия конструкции ЦНИИТМАШ с горизонтальным лопастным смешивающим валом (120 мин^{-1}) засыпали наполнитель – кварцевый песок в количестве 3 кг и добавляли ФОПЦК. Наполнитель в течение 180 с перемешивали с

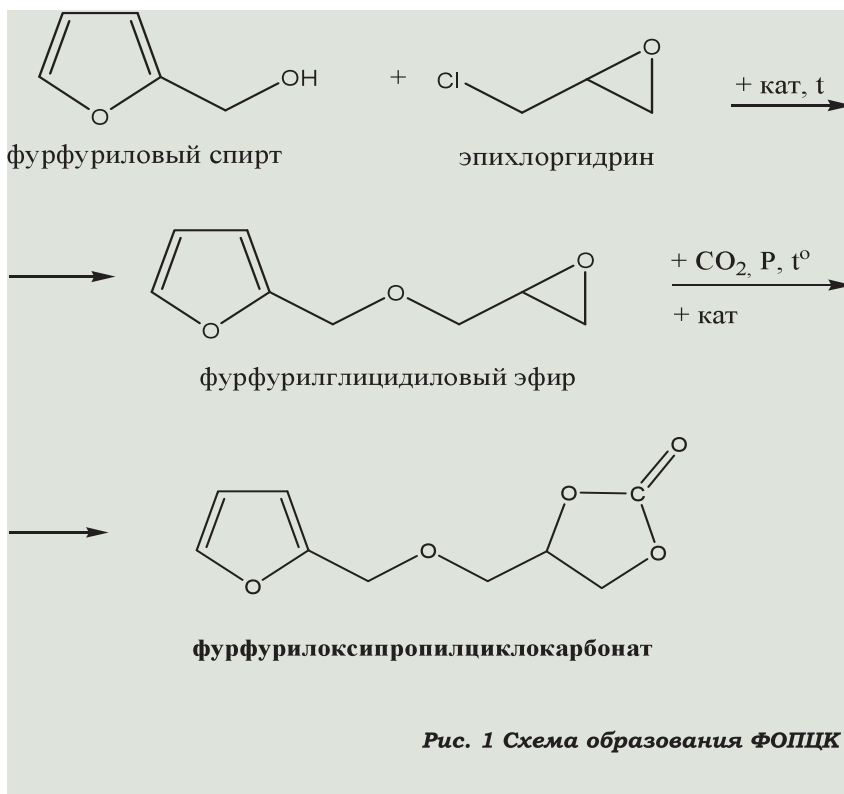


Рис. 1 Схема образования ФОПЦК

отвердителем (ФОПЦК), после чего вводили жидкое стекло с добавками, в количестве 5...10 мас. % от массы ФОПЦК и перемешивали еще 120 с. В жидкое стекло предварительно вводили ускоряющие твердение добавки в количестве (5...10 мас. % от массы ФОПЦК) и перемешивали.

По окончании приготовления смесь выпускали из смесителя и производили ее засыпку в 9-ти местные формы-блоки конструкции ЦНИИТМаш, применяемые для исследования образцов из ЖСС.

После уплотнения смеси в стержневом ящике снимали наполнительную рамку и металлической линейкой срезали излишек смеси. Через 20-30 мин формы-блоки раскрывали и извлекали цилиндрические образцы, выдерживали на воздухе при комнатной температуре (20 ± 2 °С) и определяли их физико-механические свойства (прочность на сжатие, газопроницаемость, осыпаемость, живучесть и выбиваемость) на стандартных приборах для испытания формовочных смесей по ГОСТ 3409.7-78.

Осыпаемость смесей после суточного твердения оценивалась по потере массы образцов при их вращении в сечатом барабане в течение

1 мин. Допускаемая величина осыпаемости, при которой стержни и формы могут быть использованы под заливку металлом, не должна превышать 0,5%.

Одним из самых простых и доступных методов количественной оценки выбиваемости является определение остаточной прочности прокаленных и охлажденных стандартных образцов. Суть мето-

да заключается в следующем: изготовленные стандартные цилиндрические образцы выдерживают в течение 24 часов, после чего их помещают в муфельную печь и выдерживают при температуре 800°С в течение 1 часа. Затем они охлаждаются вместе с печью на воздухе и их испытывают на прочность. Разница показаний прочностных характеристик образцов, которые выдерживались 24 часа и образцов, подвергнутых тепловой обработке, косвенно характеризует параметр выбиваемости отливок.

Определение газопроницаемости формовочных и стержневых смесей проводили путем продувки воздуха через стандартный образец, изготовленный из исследуемой смеси.

Результаты исследований.

В качестве исходных компонентов использовали: песок марки 2К₁О₃О₂ по ГОСТ 2138-91, жидкое стекло ($M=2,6-3,0$; $\rho=1360-1450$ кг/м³) и фурфурилоксипропилциклокарбонаты ($\rho=1450$ кг/м³). Эксперименты проводили при 20 ± 2 °С.

В качестве основы отвердителей был использован фурфурилоксипропилциклокарбонат (ФОПЦК), разработанный кафедрами «Технологии полимерных композиционных материалов и покрытий» (ПТКМ) и «Литейного производства» в НТУ «ХПИ».

К жидкому стеклу в качестве ускорителей твердения добавляю: триэтиламин, триэтаноламин

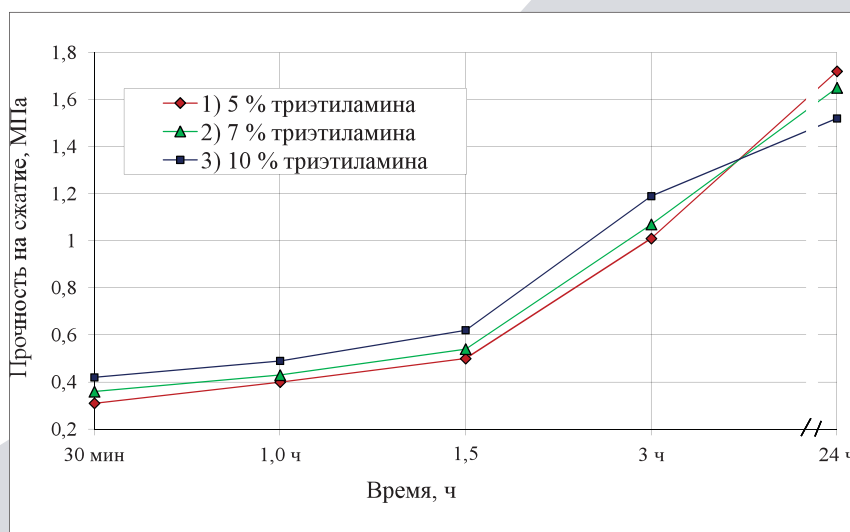


Рис. 2. Зависимость нарастания прочности смеси содержащей 4 мас. % ЖС, 0,4 мас. % ФОПЦК и триэтиламина: 1) 5%; 2) 7 %, 3) 10 %

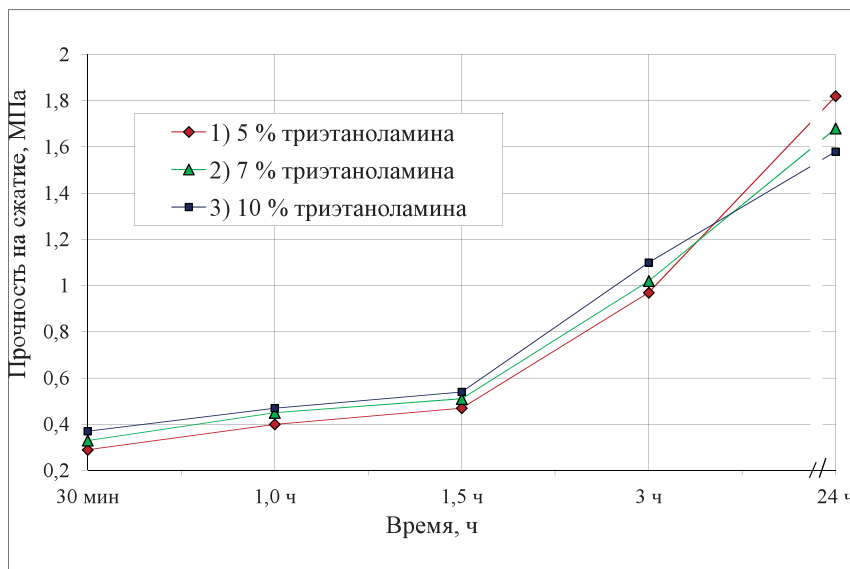


Рис. 3. Зависимость нарастания прочности смеси содержащей 4 мас. % ЖС, 0,4 мас. % ФОПЦК и триэтанолamina: 1) 5%; 2) 7%; 3) 10 %

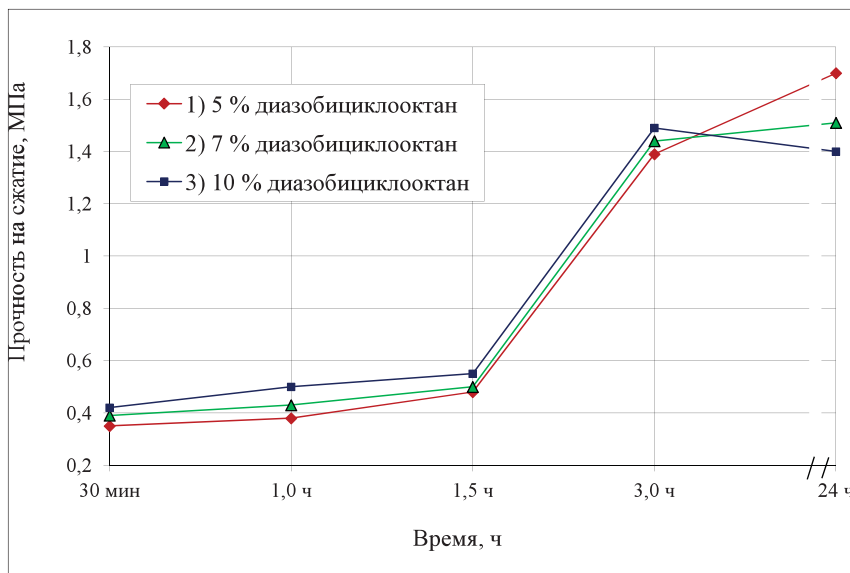


Рис. 4. Зависимость нарастания прочности смеси содержащей 4 мас. % ЖС, 0,4 мас. % ФОПЦК и диазобизициклооктана: 1) 5%; 2) 7%; 3) 10 %

и диазобизициклооктан (ДАБКО) от 5 до 10 мас. % (от массы ФОПЦК). ЖС с добавками предварительно перемешивали. Количество отвердителя ФОПЦК брали в количестве 0,35...3 мас. % от массы песка.

На основании полученных данных были построены графические зависимости нарастания прочности смеси в зависимости от времени выдержки, которые приведены на рис. 2-4.

Анализ зависимостей показал, что все три добавки повышают

прочность смеси. Количество добавок (5; 7 и 10 мас. %) незначительно влияет на прочностные свойства смесей. Дальнейшее увеличение процентного содержания добавок до 30 и 50 мас. % мало влияет на прочность смеси, а живучесть при этом снижается до 5..7 мин.

Поэтому считаем, что данные добавки необходимо вводить в смесь в количестве до 5 мас. %.

На рис. 5 показана зависимость прочности смеси от содержания 5 мас. % разных добавок –

триэтиламина, триэтанолamina и диазобизициклооктана.

Из анализа зависимостей на рис. 5 видно, что все перечисленные добавки достаточно эффективны по прочностным показателям и могут быть использованы, в качестве ускорителей твердения смеси.

Также сравнивалось влияние добавок триэтанолamina, триэтиламина и диазобизициклооктана на относительную выбиваемость смеси с ЖС и ФОПЦК.

На рис. 6 и 7 приведена сравнительная оценка относительной выбиваемости смеси между собой в зависимости от содержания триэтанолamina, триэтиламина и диазобизициклооктана.

Анализ гистограмм на рис. 6 и 7 позволяет установить, что выбиваемость смеси с понижением процентного содержания всех ускорителей отверждения улучшается.

Сравнение добавок между собой показало, что эффективнее использовать триэтанолamin. Предпочтительнее использовать триэтанолamin в количестве до 5 мас. %.

Были проведены также эксперименты по определению осыпaeмости и живучести. Осыпaeмость составляет 0,2...0,25%, а живучесть находится в пределах 10...25 мин. Газопроницаемость для всех составов колеблется в пределах 450...500 ед.

Выводы:

1. Фурфуролилпропилкарбонат (ФОПЦК) является новым отвердителем на основе сырья растительного происхождения, который можно использовать как отвердитель;

2. Фурфуролилпропилкарбонат (ФОПЦК) является экологически безопасным материалом, так как при заливке металла в форму в результате термохимической деструкции раскладывается и выделяет в окружающую среду CO_2 и пары воды;

3. Сравнительная оценка относительной выбиваемости смеси в зависимости от использования различных добавок, таких как триэтиламин, триэтанолamin и диазобизициклооктан в соотношении (5; 7 и

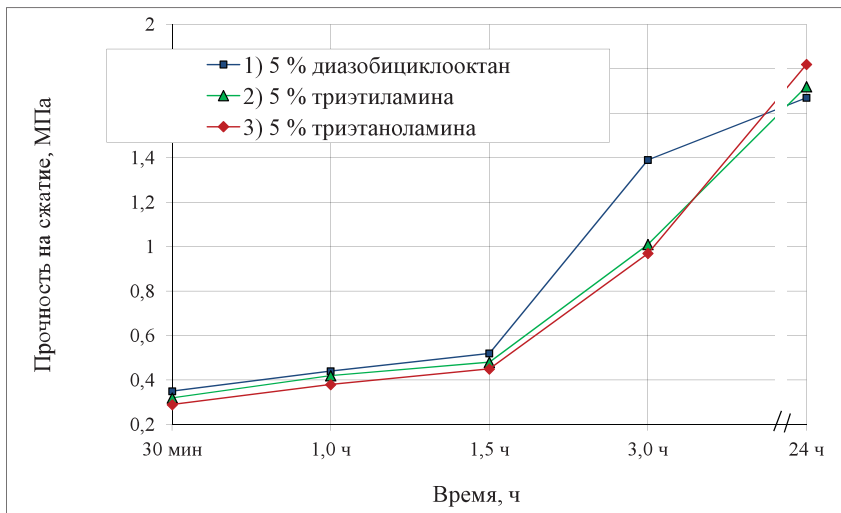


Рис. 5. Зависимость нарастания прочности смеси содержащей 4 мас. % ЖС, 0,4 мас. % ФОПЦК и 5 %: 1 – диазобихлороктана; 2 – триэтиламина; 3 – триэтаноламина

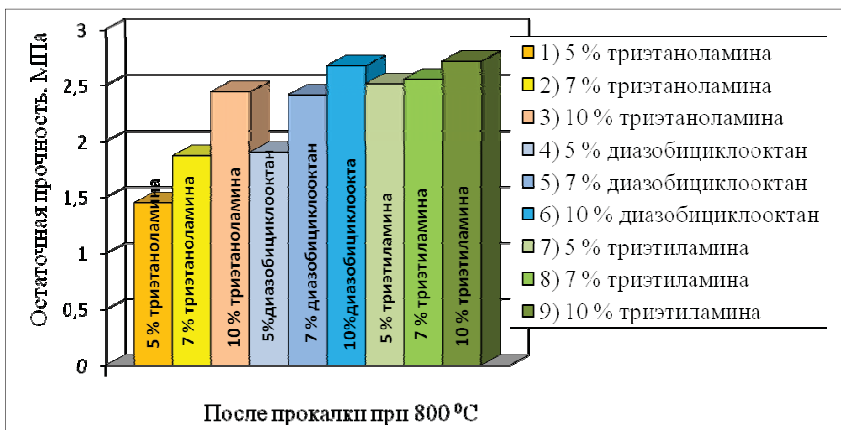


Рис. 6. Сравнительная оценка относительной выбиваемости смеси в зависимости от содержания: 1) 5 % триэтаноламина; 2) 7% триэтаноламина; 3) 10 % триэтаноламина; 4) 5% диазобихлороктана; 5) 7% диазобихлороктана; 6) 10 диазобихлороктана; 7) 5% триэтиламина; 8) 7% диазобихлороктана; 9) 10 % диазобихлороктана

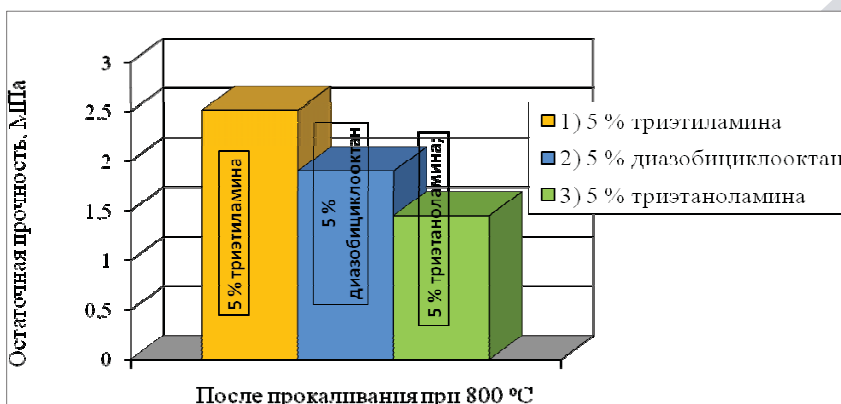


Рис. 7. Сравнительная оценка относительной выбиваемости смеси содержащей 4 мас. % ЖС, 0,4 мас. % ФОПЦК и 5 %: 1 – триэтиламина; 2 – диазобихлороктана; 3 – триэтаноламина

10 мас. %) показала, что эффективнее использовать триэтаноламин в количестве до 5 мас. %.

Список литературы:

1. Голофаев А.Н. Технология литейной формы / А.Н. Голофаев, В. И. Лагута, Г. В. Хинчаков. – Луганск: Издательство ВНУ, 2001. – 264 с.
2. Кукуй Д.М. Теория и технология литейного производства / Д.М. Кукуй, В.А. Скворцов, В.К. Эктова. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 416 с.
3. Болдин А.Н. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия. Справочник / А.Н. Болдин, Н.И. Давыдов, С.С. Жуковский и др. – М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.
4. Дорошенко С.П. Формовочные материалы и смеси / С.П. Дорошенко, В.П. Авдокушин, К. Русин. – К.: Вища шк., 1990. – 415 с.
5. Жуковский С.С. Формовочные материалы и технология литейной формы: Справочник / С.С. Жуковский, Г. А. Анисович, Н. И. Давыдов, Н. Н. Кузьмин, Э.Л. Атрощенко, И.П. Ренжин, Б.Л. Суворов, С.Д. Тепляков, А.А. Шпектор. – М.: Машиностроение, 1993. – 432 с.
6. Комисаров В.А. Технологические особенности применения жидкостекельных ХТС с жидкими отвердителями / В.А. Комисаров, С.Д. Тепляков // Литейное производство, 1984. – № 12. – С. 5-8.
7. Никифоров А.П. Жидкий отвердитель для самотвердеющих жидкостекельных смесей / А.П. Никифоров // Литейное производство, 1988. – № 8. – С. 26-27.
8. Борсук П. А. Экологически чистые ХТС с улучшенной выбиваемостью / П. А. Борсук // Литейное производство, 1993. – № 12. – С. 13-14
9. Пономаренко О.И. Опыт изготовления оливок на основе жидкого стекла с использованием АЦЕГ / О.И. Пономаренко, А.М. Каратеев, Н.С. Евтушенко, Т.В. Берлизова // Металл и литье Украины, 2010. – №11. – С. 20-23.
10. Пономаренко О.И. Влияние жидких отвердителей с разными добавками на свойства жидкостекельных смесей / О.И. Пономаренко, Н.С. Евтушенко, Т.В. Берлизова // Литейное производство, 2011. – №4. – С. 21-24.