

редакцией Живова Л.И. – Киев: Вища школа. – 1987. – 213 с. **5.** Живов Л.И. Кузнечно- штамповочное оборудование. Молоты. Винтовые прессы. Ротационные и электрофизические машины./ Л.И. Живов, А.Г.Овчинников – К.: Вища школа, 1985. – 280 с. **6.** Теоретическая механика. Под ред. Б.Н. Фрадлина. – Львов: «Издательство Львовского университета», 1969. – 312 с. **7.** Ребельский А.А. Основы проектирования процессов горячей объемной штамповки. / А.А. Ребельский – Под ред. С.Г. Соловцева. – М.: Машиностроение, 1965. – 293 с. **8.** Семенов Е.И. Ковка и объемная штамповка./ Е.И.Семенов – М.: Высшая школа, 1972. -352 с. **9.** Орлов П.И. Основы конструирования / П.И. Орлов – Кн. 2 М.–: Машиностроение, 1972, 525 с.

Надійшла до редколегії 26.11.2013

УДК 621.771

**Совершенствование конструкции молотового штампа / Аралкин А. С., Неймирко С. И. // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПИ». – 2013. – № 42 (1015). – С. 13-21. Бібліогр.: 9 назв.**

Виконано аналіз причин виходу з ладу молотових штампів. Дана оцінка часу удару і сил, які діють на штамп при штампуванні. Розрахунковим шляхом встановлено температурні деформації деталей в місці установки центруючої шпильки. Отримані параметри деформації в місці сполучення шпильки і штамп. Розроблені конструктивні заходи, що підвищують надійність роботи центруючих шпильок і штамп в цілому.

**Ключові слова:** молотовий штамп, конструкція, центруючі шпильки, сила удару, температурні деформації, пружні переміщення, енергія деформації, втрати енергії.

The analysis of reasons of death hammer of stamps is executed. The estimation of time of blow and forces, operating on a stamp at stamping, is Given. A calculation path is set temperature deformations of details in the place of setting of centering hairpin. The parameters of deformation are got in the place of interface of hairpin and stamp. Structural measures are worked out, a step-up reliability of work of centering hairpins and stamp on the whole.

**Keywords:** hammer stamp, construction, centering hairpins, the power of a blow, temperature deformations, resilient moving, energy of deformation, loss of energy.

УДК 621.742.4

**Т. В. БЕРЛИЗЕВА**, аспірантка, НТУ «ХПИ»

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ НА ЖИДКОМ СТЕКЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИКЛОКАРБОНАТОВ**

В статье исследованы свойства формовочных смесей для изготовления отливок на основе жидкого стекла с применением фурфурилоксипропилциклокарбонатов (ФОПЦК). Приведен оптимальный состав для смесей на жидком стекле с использованием ФОПЦК, а также с различными ускорителями твердения такими как триэтиламин, триэтаноламин и diazobicycloоктан

**Ключевые слова:** холоднотвердеющая смесь, жидкое стекло, фурфурилоксипропилциклокарбонаты, триэтаноламин, триэтиламин, diazobicycloоктан.

**Введение.** В настоящее время технология получения отливок с использованием холоднотвердеющих смесей (ХТС) на основе жидкого стекла применяется на многих предприятиях, как в Украине, так и в странах СНГ. Это объясняется тем, что смеси на жидком стекле быстро твердеют, а производство ХТС на их основе приводит к улучшению условий труда в действующих литейных цехах, они не ухудшают экологическую обстановку, а также

позволяет повысить качество отливок за счёт сокращения поверхностных дефектов [1-3].

**Анализ последних исследований и литературы.** Одним из недостатков ХТС на основе жидкого стекла (ЖС), содержащих, как правило, 6...7% ЖС, является образование при температуре более 700 °С легкоплавких силикатов, приводящих к спеканию смесей при последующем охлаждении отливки и, следовательно, к повышению остаточной прочности форм и стержней, ухудшению их выбиваемости. Из-за прочного сцепления жидкостекольных пленок с поверхностью песчинок регенерация этих смесей также затруднена [4, 5].

В работах [6, 7] было исследовано влияние таких жидких отвердителей как моноацетатов этиленгликоля (МАЭГ) и диацетатов этиленгликоля (ДАЭГ) с добавками этиленгликоля (ЭГ), этилсиликата (ЭС-40) и тетроэтоксисилана (ТЭОС) на свойства смесей на жидком стекле. Но ацетаты этиленгликоля (АЦЕГ) уже достаточно исследован. Поэтому разработка новых жидких отвердителей для ХТС, которые улучшали бы выбиваемость форм и стержней и упрощали технологический процесс является актуальной задачей литейного производства.

В НТУ «ХПИ» был получен новый отвердитель для форм и стержней – циклокарбонаты (ЦК) на основе сырья растительного происхождения.

ЦК на основе сырья растительного происхождения получают путем синтеза фурфуролилового спирта. Фурфуролиловый спирт получают из фурфурола и 5-гидроксиметилфурфуrol, которые в свою очередь образуются из пентозанов и гексозанов, получаемых при кислотном гидролизе сельскохозяйственных отходов. Можно использовать подсолнечную лузгу, солому, хлопковую шелуху, отруби, кукурузные кочерыжки и др. [8-10]. Фурфуролиловый спирт является основой для получения циклокарбонатов.

С использованием ЦК могут быть получены различного типа уретаносодержащие полимеры, полигидроксисоединения, полиэферы. Кроме того, ЦК используются для получения вспененных, порошковых и полиуретановых светостойких материалов. Кроме того, ЦК можно использовать как отвердители для холоднотвердеющих смесей на жидком стекле для литейного производства.

Поэтому установление возможности использования нового связующего на основе жидкого стекла с фурфуролилоксипропилциклокарбонатов (ФОПЦК) в литейном производстве является **целью исследований**.

**Методы исследований.** Исследование жидких отвердителей ФОПЦК для ХТС на жидком стекле проводилось по следующей методике. Для испытаний на прочность изготавливают стандартные образцы в девятиместной пресс-форме. В пресс-форме образцы выдерживают 30 минут, а потом извлекают и подвергают испытанию сразу после извлечения и через 30, 60, 90, 120, 180 минут и 24 часа.

Смеси готовят следующим образом: на 100 в. ч. кварцевого песка добавляют 4 в. ч. жидкого стекла. Жидкие отвердители вводили в количестве от 0,35 до 3 в. ч. В песок добавляют отвердитель и перемешивают в течение

3 минут, затем добавляют жидкое стекло с добавками и перемешивают еще 2 минуты. Модуль ЖС составляет 2,6...3,0, а плотность – 1,36...1,45 г/см<sup>3</sup>. В качестве наполнителя используют кварцевый песок марки 2К<sub>1</sub>О<sub>3</sub>02 по ГОСТ 2138-91. Для ХТС желательное использование обогащённых песков с содержанием глинистой составляющей не более 0,5% и с зернистостью не менее 0,2 мм [11].

**Результаты исследований.** В качестве основы отвердителя к холоднотвердеющим смесям на жидком стекле использовался ФОПЦК.

Результаты исследований смесей с отвердителем ФОПЦК на прочность на сжатие приведены в табл. 1.

Анализ данных показывает, что с увеличением процентного содержания ФОПЦК прочность на сжатие до 3-х часов для всех составов смеси повышается, а через 24 ч начинает уменьшаться. Это объясняется тем, что при повышении содержания ФОПЦК он играет роль пластификатора. Установлено, что лучше использовать смесь, содержащую 0,4 мас. % ФОПЦК, так как этот состав смеси имеет наиболее высокую прочность и через 3 ч. и через 24 ч. Кроме определения прочности на сжатие были проведены испытания на выбиваемость, живучесть и осыпаемость смесей.

Таблица 1. Показания прочности на сжатие исследуемых образцов

Количество ФОПЦК, %	Прочность на сжатие, МПа					
	0,5 ч	1 ч	1,5	3,0 ч	24 ч	48 ч
0,30	0,18	0,27	0,42	0,73	2,21	2,15
0,35	0,20	0,28	0,46	0,74	2,32	2,24
0,40	0,22	0,30	0,48	0,76	2,43	2,38
0,8	0,26	0,36	0,61	0,87	1,64	1,58
1,0	0,29	0,41	0,69	0,91	1,50	1,40
2,0	0,33	0,43	0,61	0,91	1,37	1,26
3,0	0,39	0,45	0,69	1,05	1,14	1,07

В табл. 2 приведены данные выбиваемости, живучести и осыпаемости холоднотвердеющих смесей.

Таблица 2. Показания выбиваемости, живучести и осыпаемости ХТС

Количество ФОПЦК, %	Выбиваемость, МПа	Жив., мин.	Осып., %
0,30	0,74	12...13	0,066
0,35	0,78	13	0,07
0,40	0,83	13...14	0,07
0,8	1,3	15...16	0,08
1,0	1,37	16...18	0,1
2,0	1,55	20...22	0,11
3,0	2,06	23...25	0,13

Анализ данных табл. 2 показывает, что выбиваемость, осыпаемость и живучесть с увеличением содержания отвердителя также возрастают. Кроме

того, состав смеси с 0,4 мас. % ФОПЦК имеет лучшие показания выбиваемости, живучести и осыпаемости.

Для ускорения процесса отверждения в ЖС добавлялись: триэтиламин, триэтаноламин, diazobicyclooctan в количестве 5, 7 и 10 мас. % от массы ФОПЦК. Данные добавки в необходимом количестве добавляют в жидкое стекло и перемешивают. Свойства смесей с содержанием 4 мас. % ЖС с указанными добавками и 0,4 мас. % ФОПЦК, приведены в табл. 3-6.

Выбиваемость же смеси, содержащей в своем составе только ЖС в количестве 6-7 % превышает 5 МПа.

Исходя из приведенных в таблицах данных можно констатировать, что с любой из предложенных добавок прочность на сжатие до 3-х ч по сравнению со смесями с ФОПЦК без добавок повышается, а через 24 ч начинает уменьшаться. Кроме того, живучесть с увеличением добавок снижается, а выбиваемость и осыпаемость наоборот начинает повышаться. Поэтому можно использовать все перечисленные добавки в 5 мас. % количестве по отношению к 0,4 мас. % ФОПЦК.

Таблица 3. Свойства смесей, содержащих 4 мас. % ЖС с 0,4 мас. % ФОПЦК и с триэтиламином в качестве ускорителя отверждения в количестве 5, 7 и 10 мас. % от ФОПЦК

Количество триэтиламина, %	Прочность на сжатие, МПа					Выбив., МПа	Жив., мин.	Осып., %
	0,5 ч	1 ч	1,5	3,0 ч	24 ч			
1	2	3	4	1	2	3	4	1
5	0,29	0,42	0,53	0,98	1,60	2,78	13	0,23
	0,36	0,38	0,47	1,04	1,84	2,25		
	0,34	0,40	0,50	1,01	1,72	2,51		
7	0,34	0,46	0,50	0,99	1,58	2,69	12	0,24
	0,38	0,39	0,58	1,13	1,72	2,40		
	0,36	0,43	0,54	1,07	1,65	2,55		
10	0,39	0,42	0,60	1,14	1,40	2,46	10	0,25
	0,40	0,53	0,65	1,24	1,64	2,96		
	0,39	0,47	0,62	1,19	1,52	2,71		

Таблица 4. Свойства смесей, содержащих 4 мас. % ЖС с триэтаноламином в качестве ускорителя твердения в количестве от 5 до 10% от ФОПЦК и 0,4 мас. % ФОПЦК

Количество триэтаноламина, %	Прочность на сжатие, МПа					Выбиваемость, МПа	Жив., мин.	Осып.
	30 мин	1 ч	1,5	3,0 ч	24 ч			
5 %	0,25	0,44	0,56	0,89	1,78	2,06	15	0,20
	0,34	0,36	0,38	1,06	1,86	1,29		
	0,29	0,40	0,47	0,97	1,82	1,45		
7 %	0,39	0,49	0,49	1,15	1,79	2,08	14	0,22
	0,28	0,45	0,58	0,94	1,65	1,66		
	0,34	0,47	0,53	1,05	1,72	1,87		
10 %	0,35	0,45	0,59	1,07	1,53	2,37	12	0,24
	0,39	0,48	0,50	1,12	1,63	2,52		
	0,37	0,47	0,54	1,10	1,58	2,44		

Таблица 5. Свойства смесей, содержащих 4 мас. % ЖС, 0,4 мас. % ФОПЦК и с ДАВКО в качестве ускорителя твердения в количестве 5, 7 и 10 мас. % от ФОПЦК

Количество ДАВКО, %	Прочность на сжатие, МПа					Выбиваемость, МПа	Жив., мин.	Осып.
	30 мин	1 ч	1,5	3,0 ч	24 ч			
5 % ДАВКО	0,30	0,35	0,45	1,44	1,72	1,75	12	0,21
	0,40	0,42	0,50	1,33	1,67	2,05		
	0,35	0,38	0,48	1,39	1,7	1,9		
7 % ДАВКО	0,43	0,46	0,45	1,38	1,40	2,75	10	0,22
	0,35	0,40	0,56	1,49	1,62	2,08		
	0,39	0,43	0,50	1,44	1,51	2,41		
10%ДАВКО	0,40	0,45	0,50	1,47	1,68	2,25	9	0,24
	0,44	0,52	0,60	1,42	1,11	2,69		
	0,42	0,50	0,55	1,49	1,4	2,67		

Разница в нарастании прочности на сжатие до 3-х часов для всех трех добавок незначительна. Прочность на сжатие смесей с триэтиламинном и ДАВКО по сравнению с триэтаноламином через 24 ч снижается, а остаточная прочность увеличивается, таким образом целесообразно использовать в качестве ускорителя твердения смеси триэтаноламин.

#### Выводы:

1. Применение жидких отвердителей позволяет отказаться от применения  $\text{CO}_2$ -процесса и тем самым упростить технологический процесс. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с другими ХТС с жидким стеклом: применение жидких отвердителей уменьшает расход жидкого стекла до 2,5...4% и тем самым в 1,4...1,6 раза улучшает выбиваемость форм и стержней; повышается чистота и качество отливок, резко сокращаются дефекты и брак отливок; смеси не токсичны;

2. В НТУ «ХПИ» был создан новый отвердитель для форм и стержней – циклокарбонаты (ЦК) на основе сырья растительного происхождения;

3. Оптимальное количество ФОПЦК в смеси – 0,4мас. %, при этом достигаются лучшие показатели прочности и жувучести. При этом осыпаемость снижается в 1,5 раза, а выбиваемость улучшается в 2,5 раза;

4. Введение в ХТС ускорителей отверждения триэтиламина, триэтанолamina и диазобициклооктана в количестве от 5 до 10 мас. % от массы ФОПЦК показало, что все они достаточно эффективны; Оптимальное количество добавок в жидком стекле не должно превышать 5 мас. % от массы ФОПЦК.

**Список литературы:** 1. Дорошенко С. П. Формовочные материалы и смеси / С. П. Дорошенко, В. П. Авдокушин, К. Русин. – К.: Вища шк., 1990. – 415с. 2. Голофаев А.Н., Технология литейной формы / А. Н. Голофаев, В. И. Лагута, Г. В. Хинчаков. – Луганск: Издательство ВНУ, 2001. – 264 с. 3. Кукуй Д. М. Теория и технология литейного производства / Д. М. Кукуй, В. А. Скворцов, В. К. Эктова. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 416 с. 4. Жуковский С.С. Прочность литейной формы / С.С. Жуковский. – М.: Машиностроение. 1989. – 286 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; Под общ. ред. С. С.Жуковского. – М.: Машиностроение, 1993. – 432 с. 6. 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*: – №11. – 2010. – с. 20-23. **7.** *Пономаренко О.И.* Влияние жидких отвердителей с разными добавками на свойства жидкостекольных смесей / *О.И. Пономаренко, Н.С. Евтушенко, Т. В. Берлизова* // *Литейное производство* – №4 – 2011. – с. 21-24. **8.** *Холькин Ю.И.* Технология гидролизных производств / *Ю. И. Холькин*. – М., 1989. 495 с. **9.** *Морозов Е.Ф.* Производство фурфурола: Вопросы катализа и новые виды катализаторов / *Е. Ф. Морозов, Е. Ф. Холькин*. – М.: Лесная промышленность, 1988, 198 с. **10.** *Климентов А.С.* Химия древесины / *А. С. Климентов, В. П. Мягкоступова*. – 1991, т. 4, с. 95. **11.** *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.

Надійшла до редколегії 20.10.2013

УДК 621.742.4

**Использование холоднотвердеющих смесей на жидком стекле с применением циклокарбонатов / Берлизова Т. В.** // *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2013. – № 42 (1015). – С. 21–26. Библиогр.: 11 назв.

В статті досліджено властивості формувальних сумішей для виготовлення виливків на основі рідкого скла з застосуванням фурфурилоксипропилциклокарбонатов (ФОПЦК). Наведено оптимальний склад для сумішей на рідкому склі з використанням ФОПЦК, а також з різними прискорювачами отвердження такими як триетиламін, триетаноламін і діазобіциклооктан.

**Ключові слова:** холоднотвердіюча суміш, рідке скло, фурфурилокси-пропилциклокарбонати, триетаноламін, триетиламін, діазобіциклооктан.

The article investigates the properties of molding compounds for the manufacture of castings based on liquid glass using furfuryloksipropilcyclic carbonate (FOPTCC). An optimum composition for the mixture of liquid glass with FOPTCC and various curing accelerators such as triethanolamine, triethanolamine and diazobitsiklooktan.

**Keywords:** cold-mix, water glass, furfuryloksipropilcyclic carbonate, triethanolamine, triethylamin, diazobitsiklooktan.

УДК 621.983:669.017

**Р. С. БОРИС**, канд. техн. наук, ст. викладач, НТУУ «КП», Київ;  
**В. А. ТІТОВ**, докт. техн. наук, проф., НТУУ «КП», Київ.

## **РОЗРАХУНК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВИТЯГУВАННЯ ДВОШАРОВОЇ ЗАГОТОВКИ З ПОТОНШЕННЯМ**

В статті представлено рекомендації з проектування технологічного процесу витягування біметалевого елемента, перспективні технічні рішення та технологічні рекомендації з реалізації процесу сумісного витягування з потоншенням. Для проектування процесу витягування біметалевого елемента запропонована структурна схема (алгоритм) розрахунку технологічних параметрів процесу витягування двошарової заготовки з потоншенням, яка побудована на основних наукових результатах дослідження.

**Ключові слова:** структурна схема, алгоритм, технологічні параметри, біметалевий трубчастий елемент, вихідні дані, коефіцієнт механічної неоднорідності, номограма, механічні властивості матеріалів.

**Вступ.** Біметалеви вироби надзвичайно важливі для застосування у спеціальних машинобудівних виробках. Коло їх застосування розширюється з кожним роком, тому дослідження у цьому напрямку є актуальними.