

составляющие данных смесей не представляют большой опасности для здоровья. В связи с этим необходимо заменять вредные соединения хрома на безвредные вещества.

В последние годы нашли широкое распространение смеси, содержащие в качестве связующего жидкое стекло. С экологической точки зрения они наиболее чистые. Однако применение в смесях феррохромного шлака, фосфатов, синтетических смол приводит к загрязнению воздуха литейных цехов. Целесообразно в состав жидкостекольных смесей вводить малоопасные вещества: углекислый газ, нефелиновый шлак, цемент, бораты, алюминаты.

Песчано-глинистые смеси, содержащие минеральные масла и смолы, вызывают выделение оксидов азота, двуоксидов серы, альдегидов и т.д. Эти вещества раздражают дыхательные пути. Поэтому необходимо избегать введения их в состав песчано-глинистых смесей.

Основные тенденции снижения вредных газовойделений в формовочных и стержневых цехах связаны с использованием малотоксичных связующих (жидкое стекло, глина, цемент), с уменьшением содержания в них смол и катализаторов, с заменой органических связующих на неорганические, с совершенствованием технологии изготовления форм и стержней, с внедрением современных способов очистки воздуха и вентиляции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борсук П.А., Лясс А.М. Жидкие самотвердеющие смеси. — М., 1979. — 255 с.
2. Вредные вещества в промышленности. Неорганические и элементарорганические соединения / Под общ. ред. Н.В.Лазарева и И.Д.Гадаскиной — Л., 1977. — Т. 3. — 607 с.

УДК 621.742.4

Н.Д.МЫЛЬНИКОВА, Е.Н.ЦЕЙГЕР

### ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛИКАТА

Автоклавное модифицирование жидкого стекла полифосфатом натрия способствует значительному облегчению выбиваемости жидкостекольных стержней из стальных и толстостенных чугунных отливок [1]. Разупрочнение пленок модифицированного полифосфатом связующего после заливки форм металлом связано с несколькими факторами, одним из которых является возникновение значительных внутренних напряжений в связующем в процессе охлаждения его после нагревания до 400 °С и выше. Появление разупрочняющих напряжений выявлено при изучении теплового коэффициента линейного расширения (ТКЛР) модифицированного полифосфатом силиката различных модулей после температурной обработки (400–1200 °С), причем чередующиеся растягивающие и сжимающие напряжения в связующем увеличиваются с ростом температурной обработки до 800 °С и выше, а также с увеличением концентрации полифосфата [2].

Для подтверждения выводов, основанных на изучении ТКЛР связующего, и исследования характера напряжений (микро- и макронапряжений) в системе

жидкого стекла, модифицированного полифосфатом натрия, был использован метод рентгенографического анализа, основанный на определении относительного изменения уровня искаженности кристаллической решетки фаз в системе модифицированного связующего. Возникновение однородных напряжений в макрообъемах композиций вызывает изменение межплоскостных расстояний структурных составляющих на  $\Delta d_{HKL}$  и, следовательно, смещение рентгеновской интерференции на угол  $\Delta\theta_{HKL}$  [3]. Микронапряжения приводят к неоднородным изменениям межплоскостных расстояний в пределах  $d \pm \Delta d_{\max}$ , чему соответствуют изменения углов отражения  $\theta$  для каждой из систем плоскостей  $\theta \pm \Delta\theta_{\max}$  [3, 4].

Жидкое стекло, модифицированное полифосфатом и отвержденное феррохромовым шлаком (ФХШ), подвергали нагреву в диапазоне температур 400–1200 °С (табл. 1). Съёмки рентгенограмм проводили с порошкообразных образцов (размер частиц 0,05–0,1 мм) на аппарате ДРОН-2,0 в монохроматизированном Fe-K $_{\alpha}$ -излучении. Напряжение на трубке – 35 кВ, сила тока – 20 мА, скорости движения счетчика – 0,5...0,25 град/мин, диаграммной ленты – 720–1800 мм/ч.

Анализ положения дифракционных максимумов линий, соответствующих кристаллическим фазам композиций, показал, что с увеличением температуры нагревания образца от 400 до 800 °С наблюдается сдвиг дифракционных линий в область меньших углов отражения  $\theta$ , которые тем больше, чем выше содержание модификатора и температура нагрева. Соответствующее такому сдвигу увеличение межплоскостных расстояний фаз свидетельствует о возникновении растягивающих микронапряжений в пленках модифицированного связующего. Из соотношений суммарных интенсивностей дифракцион-

Табл. 1. Истинное общее уширение дифракционных линий фаз композиций (модифицированное связующее – ФХШ)

Содержание полифосфата натрия в связующем, % (по массе)	Температура, °С	Межплоскостные расстояния $d \cdot 10^{-10}$ , м			
		Na $_2$ Ca(SiO $_3$ ) $_3$	$\gamma$ -2CaOSiO $_2$	Геленит	Акерманит
		2,65	3,01	2,85	2,45
		Истинное общее уширение $B \cdot 10^{-3}$ , рад			
–	20	1,07	0,65	0,85	0,8
	400	1,18	0,6	1,02	0,75
	800	1,25	0,87	1,3	1,02
	1200	0,97	–	0,95	0,83
1,5	20	1,12	0,75	1,23	0,81
	400	1,26	0,8	1,15	0,97
	800	1,73	1,94	1,72	1,42
	1200	0,94	–	0,96	1,07
3,5	20	1,5	1,07	0,94	1,15
	400	1,53	1,25	0,96	1,17
	800	1,6	1,65	1,46	1,47
	1200	1,08	–	0,96	1,25

ных линий анализируемых фаз (см. табл. 1) следует, что с повышением температуры нагрева образца в системе уменьшается содержание фазы  $\gamma\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , тогда как содержание других фаз увеличивается, причем наиболее существенно растёт  $\text{Na}_2\text{Ca}_2(\text{SiO}_3)_3$ . Увеличение содержания указанных фаз в композициях с полифосфатом натрия протекает более интенсивно, чем без него.

Для расчета истинного общего уширения выбраны линии анализируемых фаз наибольшей интенсивности (см. табл. 1). Его значение для различных фаз в композициях, предварительно нагретых до 400 °С, увеличивается от 10 до 20 %, а нагретых до 800 °С, — от 15 до 40 % в сравнении с композициями, не содержащими модификатора. Эффект увеличения уширения дифракционных линий свидетельствует об изменениях кристаллической структуры фаз в объемах отдельных кристаллитов и может быть связан с возникновением микронапряжений. При температурах, близких к 1200 °С, в исследуемых композициях возникают необратимые разрушения структуры (трещины, разрывы), что выражается в значительном уменьшении истинного общего уширения дифракционных линий фаз.

Основываясь на приведенных данных, можно заключить, что результаты рентгенофазового анализа соответствуют результатам исследований ТКЛР модифицированного полифосфатом силиката [2] и показывают, что разупрочнение модифицированного жидкого стекла после нагревания до температур выше 400 °С вызывается как макро-, так и микронапряжениями, возникающими в процессе охлаждения связующего. С ростом температуры нагревания исследуемого связующего до 800 °С и выше микро- и микронапряжения повышаются, что способствует большему разупрочнению пленок модифицированного жидкого стекла.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 1289581 (СССР). Связующее для изготовления литейных форм и стержней / Н.Д.Мыльникова, Д.М.Кукуй, Г.Х.Черчес и др. 2. Влияние полифосфата натрия на свойства модифицированного силикатного связующего / Д.М.Кукуй, Н.Д.Мыльникова, Е.А.Есепкин и др. // Металлургия. — Мн., 1986. — Вып. 20. — С. 58—60. 3. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. — М., 1982. — 632 с. 4. Качанов Н.Н., Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ (поликристаллов). — М., 1960. — 216 с.

УДК 621.785.53

Е.И.ПОНКРАТИН, С.А.ПАВЛОВСКАЯ,  
В.М.РОМАНОВСКИЙ

#### АЗОТИРУЕМЫЕ ШТАМПОВЫЕ СТАЛИ

Нет необходимости доказывать целесообразность разработки штамповых сталей для деформирующего инструмента, подвергаемого химико-термической обработке. Это очевидно, как очевидно и то, что технологические возможности процессов химико-термической обработки практически исчерпаны и дальнейший существенный прирост повышения стойкости технологической осна-