

плавление чугуна на поверхности насыщаемой стали для создания жидкой фазы и использование насыщающей смеси, содержащей металлы или ферросплавы, инертную добавку и галогенид. Технологически процесс осуществлялся следующим образом. В контейнер с насыщающей смесью, содержащую необходимый легирующий элемент, устанавливались образцы из стали 45 диаметром 25 мм и высотой 18 мм с помещенными на их упрочняемой поверхности расплавляемыми при температуре процесса элементами. Они в виде пластин диаметром 25 мм и толщиной 4 мм изготавливались из чугуна по составу близкому к эвтектическому. После этого насыщающая смесь уплотнялась, контейнер герметизировался и помещался в печь, температуру которой повышали до 1180...1200 °С и выдерживали 0,5...1,5 ч. После насыщения были получены покрытия со структурами белых хромомарганцевых чугунов. Наиболее удачными оказались диффузионные покрытия следующего состава: 2,5% С, 12...15% Cr, 4...7% Mn. Они обладают высокой абразивной износостойкостью при получении в результате термообработки аустенитно-мартенситно-карбидной структуры. В процессе изнашивания аустенит претерпевает динамическое деформационное мартенситное превращение. Кроме того, происходит динамическое старение мартенсита и аустенита, а также существенное диспергирование структуры. Это наряду с карбидами обеспечивает высокую износостойкость полученных диффузионных покрытий. Покрытия указанного состава имеют хорошую жаростойкость.

Данные исследований показывают практическую возможность реализации предложенного способа получения на стали диффузионных покрытий различного химического состава большой толщины при значительном сокращении длительности процесса.

**Малявин А.Г., Кузьменко А.А., Затуловский А.С., Щерецкий В. А.**

*(ФТИМС НАН Украины, г.Киев)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

### **ОКСИФТОРИДНЫХ РАСПЛАВОВ**

**E-mail:** rnmptima@ukr.net

Были изучены вязкость и основные литейные свойства оксифторидных расплавов – жидкотекучесть и усадка (объемная и линейная).

Вязкость и литейные свойства оксифторидных расплавов изучали на фторфлогопитовых материалах 1-3, химический состав которых приведен в табл. 1.

Для характеристики изучаемых материалов применили специальный критерий, учитывающий особую роль соотношения сеткообразующих катионов  $Si^{4+}$  и  $Al^{3+}$ , проявляющуюся при формировании фторфлогопита, алюмосиликатный модуль (М) [1]:



Таблица 1. Химический состав фторфлогопитовых материалов

Материал	M	Содержание компонентов, масс. %									
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	F	F <sub>2</sub> =O <sub>2</sub>	Σ
1	1,91	37,0	16,4	28,1	10,8	0,2	0,4	1,3	10,1	4,2	100,1
2	2,99	41,3	11,7	28,3	10,5	0,4	0,3	1,1	10,6	4,5	99,7
3	3,92	43,7	9,5	28,5	10,1	0,3	0,3	1,4	10,3	4,3	99,8

Определение вязкости производили с помощью модернизированного вискозиметра типа ОРГРЭС. Характер температурного изменения вязкости оксифторидных расплавов идентичен: медленное нарастание в интервале 1400...1520 °С, переходная область при 1300...1400 °С и быстрое нарастание вязкости при снижении температуры ниже 1300 °С. Исследованные расплавы относятся к «коротким», с малым интервалом затвердевания и резким повышением вязкости в области кристаллизации.

Жидкотекучесть изучали с помощью усовершенствованной U-образной пробы, применяемой для определения литейных свойств металлических сплавов. Объемную усадку оксифторидного расплава определяли по разности между теоретической и реальной массой технологических проб объемом 650 и 690 см<sup>3</sup>, которые имели конфигурацию усеченного конуса. Линейную усадку изучали по методике и на установке, разработанной в Институте проблем литья АН УССР [2].

Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить уравнение регрессии, связывающее в интервале 1350...1500 °С жидкотекучесть с величиной алюмосиликатного модуля и температурой:

$$\lambda = (1,095-0,095) t - (1051 \cdot -104 M), \quad (2)$$

где  $\lambda$  – жидкотекучесть, мм;

M – величина алюмосиликатного модуля;

t – температура, °С.

Жидкотекучесть изученных расплавов при температуре заливки в интервале 1400...1450 °С составляет 360...480 мм.

Объемная усадка реализуется в виде ярко выраженных сосредоточенных концентрированных усадочных раковин в верхней части проб, распространяясь, в зависимости от их формы, на глубину, для конусных на 15...20%, цилиндрических – 20...25% их высоты. Под усадочной раковиной расположена сосредоточенная усадочная пористость, глубина распространения которой в цилиндрических слитках составляет 30...50% их высоты, диаметр – 20...30% диаметра пробы. В конусных – усадочная пористость имеет незначитель-

ное развитие. Для образцов камнелитого фторфлогопитового материала характерно образование концентрированной усадочной раковины в виде полости, разделенной «мостами», которые, как правило, не сплошные, а имеют отверстия. Это свидетельствует о последовательном характере затвердевания оксифторидного расплава, при котором, находящийся в центральной части отливки расплав, является источником питания кристаллизующегося объема.

Вязкость оксифторидных расплавов в интервале температур приготовления расплавов (1400...1500 °С) составляет 0,25...0,55 н•с/м<sup>2</sup>. В литейном (выработочном) интервале температур (1400...1450 °С) вязкость составляет 0,40...0,72 н•с/м<sup>2</sup>.

В результате изучения объемной усадки расплавов установлено, что для получения камнелитых фторфлогопитовых отливок заливку расплава в литейные формы необходимо производить при температуре 1400...1450 °С.

Оксифторидные расплавы характеризуются высокой жидкотекучестью, которая по U-образной пробе составляет 370...480 мм в интервале температур 1430...1520 °С, а также хорошей заполняемостью литейной формы. Установлена эмпирическая зависимость жидкотекучести от температуры и химического состава, выражаемого алюмосиликатным модулем.

Общая объемная усадка оксифторидного расплава в интервале температур 1400...1520 °С составляет 4,7...9%, линейная усадка около 1,0%. Оптимальный литейный интервал температур – 1400...1450 °С.

Установлено, что по своим физико-химическим и технологическим свойствам оксифторидные расплавы могут быть использованы в качестве литейного сплава для изготовления сложных фасонных камнелитых фторфлогопитовых изделий методами литейной технологии.

#### Литература:

1. Пархоменко М.А. Исследования по получению синтетических слюд и новых материалов на их основе. – Автореферат канд. техн. наук. – Киев. – 1965. – 18 с.
2. Вареник В.А. и др. Методика определения усадки литейных сплавов.- Сб. Литейные свойства сплавов. – Изд-во ИПЛ АН УССР, Киев, 1972, С. 230-234.