

Основной недостаток этого литья – наличие в отливках воздушно-газовой пористости, которая снижает их прочностные свойства, герметичность, а также образование задигов.

Для устранения этого недостатка используют разделительные покрытия, которые наносят на рабочую поверхность пресс-формы. Это уменьшает усилие извлечения, а также оказывает существенное влияние на служебные свойства отливок, такие как шероховатость поверхности, прочность, пористость. Кроме того, использование таких покрытий при ЛПД позволяет воздействовать на температурный режим работы пресс-формы.

Водоэмульсионные разделительные покрытия для пресс-форм ЛПД в большинстве случаев состоят из основного разделяющего компонента (основа), наполнителя, растворителя (разбавитель), поверхностно-активных веществ (ПАВ) и различного типа специальных добавок (присадок).

Наиболее полно требованиям основы разделительного покрытия для пресс-форм литья под давлением отвечают кремнийорганические материалы, удачно сочетающие в себе такие свойства как высокая термическая устойчивость, химическая инертность, малое изменение вязкости с ростом температуры, экологическая безопасность и др.

С точки зрения литья под давлением для использования в составах разделительных покрытий наиболее приемлема полиметилсилоксановая жидкость (ПМС300), с температурой начала термической деструкции 350-370 °С. Но такие эмульсии обладают высокой вязкостью, что отрицательно сказывается на их седиментационной устойчивости. Поэтому, для снижения вязкости силиконовых жидкостей, добавляют органические жидкости (растительные масла и их производные). Добавление ПАВ (неонол) также оказывает существенное влияние на седиментационную устойчивость эмульсии.

По результатам экспериментов можно предположить, что на величину седиментационной устойчивости эмульсии влияет также температура подогрева компонентов, скорость и время их перемешивания.

Установлено, что для получения эмульсии на основе ПМС300 с высокой седиментационной устойчивостью достаточно перемешать подогретые и выдержанные при температуре 70-80 °С компоненты в течение 5 минут, при скорости перемешивания 6000 мин<sup>-1</sup>.

Дальнейшее увеличение температурно-временных параметров не приведет к существенному росту седиментационной устойчивости эмульсии.

УДК 621.745.669.13

### Термодинамический анализ восстановительных процессов

Студенты гр. 104119 Билиба Н.Э., гр. 104121 Кулинич И.Л.  
Научный руководитель Слуцкий А. Г.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В промышленных условиях металлы получают с использованием различных восстановителей (газы и твёрдые вещества, такие как углерод либо металлы).

Например, процесс восстановления газами (косвенное восстановление) протекает по следующей реакции:



Для обеспечения полного восстановления металла необходимо определённое количество CO, но при этом состав газовой смеси должен быть восстановительным. Условием полного косвенного восстановления соответствует выражение для константы реакции (1):

$$n_{min} = 1 + \frac{1}{K_1} \quad (2)$$

где  $n_{min}$  – минимальное количество молей восстановителя CO.

Анализ данного условия показывает, что методом косвенного восстановления можно получать металлы из оксидов первой и второй групп. Для третьей группы (трудновосстановимые) невозможно создать условия для получения равновесного состава газовой фазы, которая содержала бы 100% CO.

Произвели расчёты равновесного состава газовой фазы на примере косвенного восстановления никеля и молибдена при температуре 1873 К (таблица 1).

Таблица 1 – Расчёты равновесного состава газовой фазы на примере косвенного восстановления Ni и Mo

№, п/п	Восстановительная реакция	$\lg K = \frac{A}{T} + B$	$\lg K_1$	$K_1$	Количество восстановителя CO, %
1.	$\text{NiO} + \text{CO} = \text{Ni} + \text{CO}_2$	$\lg K_1 = -\frac{2254}{T} + 0,42$	0,7	5,01	16
2.	$\text{MoO}_3 + 3\text{CO} = \text{Mo} + 3\text{CO}_2$	$\lg K_2 = -\frac{5364}{T} + 0,01$	-2,87	$1,5 \cdot 10^{-3}$	99,8

Анализ полученных результатов свидетельствует, что никель относится к первой группе металлов, а молибден – к третьей. Это означает, что для восстановления молибдена косвенным методом в системе требуется обеспечить практически 100% CO, что в реальных условиях создать невозможно.

В металлургии широко используется процесс восстановления металлов твердым углеродом. Расчеты показали (рисунок 1), что температура начала восстановления никеля составляет 700 К, а молибдена в несколько раз выше – 1800 К. Полученные расчётные данные согласуются с результатами по косвенному восстановлению молибдена.

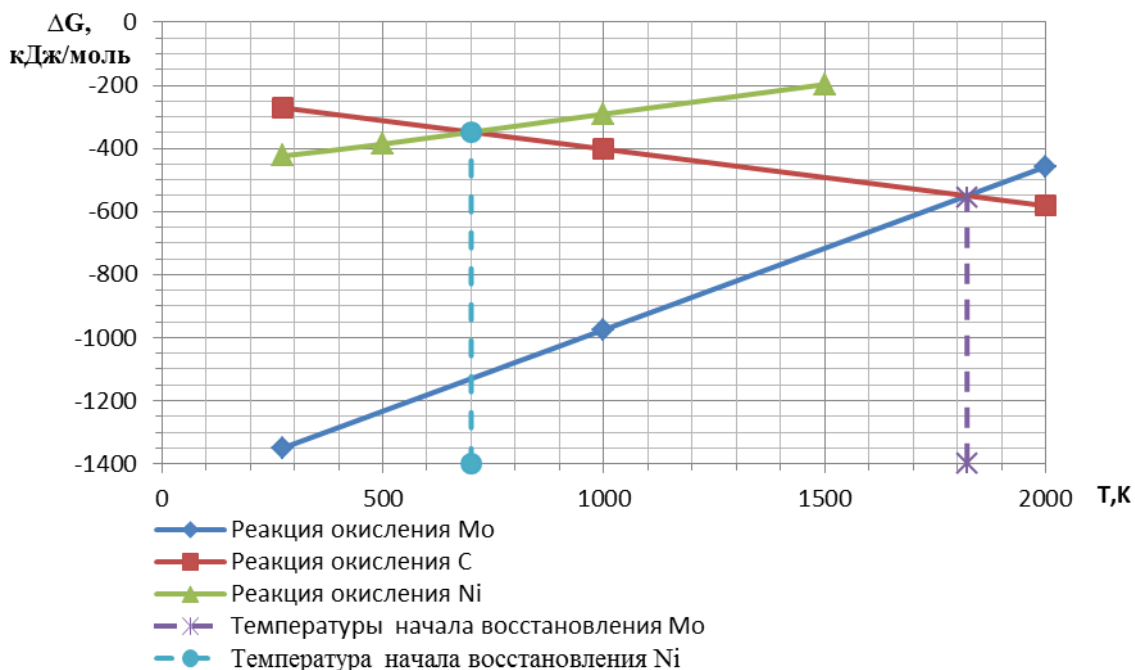


Рисунок 1 – Результаты расчета температуры начала восстановления молибдена и никеля твёрдым углеродом графическим методом

Одним из методов извлечения молибдена из соединения является металлотермическое восстановление. В качестве восстановителей используются элементы, имеющие более высокое сродство к кислороду (алюминий, магний, кальций и др.). Процесс сопровождается выделением значительного количества тепла, за счёт которого обеспечивается формирование слитка восстановленного металла либо сплава. Например, для успешного течения алюмино-

термического процесса без внешнего подогрева необходимо, чтобы приход тепла составлял не менее 2300 Дж/г смеси. Расчёты показали, что термичность восстановительной смеси на основе оксида молибдена высокая и составляет 4700 г. Это означает, что при проведении данного процесса не требуется внешнего подогрева смеси.

Таким образом проведённый термодинамический анализ различных способов восстановления молибдена показал, что рациональной технологией получения лигатур на его основе является внепечная алюминотермия.

УДК 621.745.669.13

### **Методика изготовления и испытний микролигатуры, содержащей нанодисперсные частицы соединений активных элементов**

Магистрант Амер Мохамед Мефтах (Ливия);  
студенты гр. 104121 Кулинич И.Л., гр. 104119 Кривопуст А.А.  
Научный руководитель Слуцкий А.Г.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В настоящей работе представлены методики получения и применения микролигатуры при выплавке высокоуглеродистых сплавов железа. С целью отработки данной методики были подобраны два состава смесей на основе порошка меди и олова с добавками ультрадисперсного порошка оксида иттрия. Известно, что металл-протектор плакирует тугоплавкие наночастицы, препятствует их коагуляции и обеспечивает их хорошую смачиваемость расплавом. Приготовление исходной композиции осуществлялось в специальном лабораторном смесителе с использованием с целью активации компонентов шары различного диаметра 2, 4, 6 мм. Изготовили композиции по 2 вариантам с продолжительностью 2 и 6 часов для оценки равномерности распределения ультрадисперсного порошка оксида иттрия в объёме смеси. Полученную смесь затем брикетировали на лабораторном прессе с усилием 25 т. На рисунке 1 представлены фотографии брикетов лигатуры на основе меди (а) и олова (б), содержащих дисперсные частицы оксида иттрия.



а)



б)

Рисунок 1 – Общий вид брикетов лигатур:  
а – на основе меди; б – на основе олова

В практике производства изделий широко используется метод прокатки и экструзии. Этим методом формуют детали при обычных и высоких температурах. В лабораторных условиях с применением указанных методов была отработана методика и получены образцы лигатуры на основе олова. На рисунке 2 представлены фотографии таких лигатур.