

упрощенные модели, тем лучше и точнее пользователь должен их знать чтобы учитывать влияние принятых упрощений.

Таким образом, чтобы образовать адекватное моделирование и правильную интерпретацию результатов моделирования, пользователь должен четко представлять себе чем отличается “проигрываемый” на компьютере процесс от реального процесса, т.е. он должен знать физические модели конкретной моделирующей системы. Помимо собственно физических моделей и математических алгоритмов, любая СКМ ЛП содержит определенные особенности реализации этих алгоритмов, в том числе чисто программные. Знание наиболее важных программных особенностей также может быть важным при эксплуатации системы.

ProCAST – мировой лидер среди программ моделирования литейных процессов. Входящий в ProCAST модуль улучшенного расчета пористости использует математическую модель, в которой

Микропористость образуются при выделении газов из жидкого металла по закону Сивертса. Закон Сивертса – это зависимость концентрации растворенного вещества (с) от действующего давления (р):

$$c = c_0 \sqrt{\frac{p}{p_0}}$$

, где  $c_0$  – концентрация растворенного вещества в равновесии со стандартным давлением  $p_0$ .

Применительно к литью под давлением выделение газов возможно только в тепловых узлах отливки, затвердевание которых происходит после затвердевания питателя. При этом необходимо также учесть, что в момент затвердевания питателя в отливке присутствует избыточное давление, а газы из металла могут выделяться только при определенно невысоком давлении (атмосферное и ниже). На компенсацию этого избыточного давления усадкой необходимо определенное время, что приведет к еще большему сужению зоны действия закона Сивертса.

Одновременно модулем АРМ игнорируется газ, захваченный металлом при заполнении полости формы, в то время как он является основным виновником образования пор.

УДК 669.714

### **Исследование процесса получения сплавов специального назначения**

Магистрант Глушаков А.Н., студенты гр.104119 Билиба Н.Э.,  
гр 104127 Туманик Г.С.

Научный руководитель – Слуцкий А.Г..  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Целью настоящих исследований является изучение процесса получения слитков из сплава Со-Сг-Мо специального назначения. Одним из методов извлечения легирующих элементов из соединения является металлотермическое восстановление. Данный процесс широко используется в металлургии для получения ферросплавов из трудновосстанавливаемых элементов. Реакция сопровождается выделением значительного количества тепла, за счет которого обеспечивается формирование слитка восстановленного металла, либо сплава. Важным показателем процесса является термичность смеси, Например для успешного протекания алюминотермического восстановления без внешнего подогрева термичность смеси должна быть не менее 2300 Дж/г

Были проведены термодинамические расчеты термичности восстановительных смесей на основе оксидов хрома, молибдена и кобальта. По хрому термичность составила порядка 2600 Дж/г, а по молибдену и кобальту этот показатель значительно выше (4700, 4300 Дж/г). На основании полученных данных были подобраны составы смесей, обеспечивающие активное протекание алюминотермических реакции без внешнего подогрева. Была разработана методика лабораторных экспериментов и проведена серия восстановительных плавов.

На первом этапе исследовали характер протекания восстановительной реакции в зависимости от соотношения в составе смеси оксидов хрома, молибдена и кобальта. Это позволило оптимизировать состав смеси, обеспечивающий активное протекание реакции, с максимальным металлургическим выходом получаемого слитка. В качестве примера на рисунке 1 представлен общий вид полученных слитков.



Рисунок 1 – Слитки сплава Co-Cr-Mo

На втором этапе исследований изучали влияние количества восстановителя в составе смеси на металлургический выход сплава. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

Количество восстановителя (Al), г	Количество полученного сплава, г		Металлургический выход, %
	расчетное	фактическое	
Ниже расчетного(8)	20	10.8	54
Расчетное (10)	20	15.2	76
Выше расчетного(12)	20	18.4	92
Выше расчетного(14)	20	19.4	97

Из представленных данных видно, что процесс восстановления хрома, молибдена и кобальта имеет место даже при концентрации алюминия восстановителя ниже расчетного. По мере увеличения избытка восстановителя металлургический выход существенно увеличивается. Оптимальное количество вводимого избыточного алюминия не должно превышать 20%.

Полученные по такой методике слитки могут быть использованы в качестве шихты для последующего переплава на электронно-лучевой установке в заготовки нужного размера.

Таким образом, проведенные исследования показали реальную возможность получения сплавов Co-Cr-Mo специального назначения с использованием высокотемпературного металлотермического восстановления.

### Литература

Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1988. – 288с