

На первом этапе работы были проведены термодинамические расчеты условий протекания восстановительных процессов. Известно, что углерод обладает значительным сродством к кислороду в зависимости от концентрации и температуры и в процессе плавки высокоуглеродистых сплавов возможно его взаимодействие с оксидами металлов. Для расчета уравнений, описывающих восстановление оксида растворенным в сплаве углеродом необходимо знание константы равновесия реакции, а также формулы оксида.

За стандартное состояние принимался 1% идеальный разбавленный раствор, а для шлака – состояние чистых оксидов. Реакции взаимодействия рассчитывались с учетом фазовых переходов из чистого состояния в раствор железа. Проведены расчеты констант равновесия реакция взаимодействия ряда оксидов с углеродом чугуна заданного состава для двух температур (1473 и 1873 К).

Анализ расчетных значений распределения легирующих элементов между металлом и шлаком показал, что такие металлы как никель, медь могут практически полностью восстанавливаться углеродом чугуна в процессе его плавки. На втором этапе работы были проведены лабораторные исследования процесса легирования чугуна медью через шлаковую фазу. В качестве легирующего материала использовались отработанные медьсодержащие катализаторы. Плавки осуществляли в печи сопротивления с использованием графито-шамотных тиглей. Отходы в измельченном виде вводились в состав твердой металлошхты в различных количествах.

В результате проведенных экспериментов установлено, что степень восстановления меди из оксидов зависит от величины добавки материала и составляет 75-85%. Полученные расчетные и экспериментальные данные подтверждают возможность эффективного легирования высокоуглеродистых сплавов железа медьсодержащими отходами.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ЛИТОГО СПЛАВА

Ю.Н. Фасевич, Д.Л. Боцоха

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.Ф. Невар*
Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее эффективных методов улучшения структуры литых сплавов, а следовательно и свойств – является влияние легирующих и модифицирующих элементов, в частности, таких как марганец, кремний, алюминий.

Как известно, в определенных количествах указанные элементы уже входят в состав различных сплавов, а также данный комплекс материалов применяется в плавильном производстве и как раскислитель.

Для установления характера влияния легирующих элементов на свойства литого сплава, упрочненного боридными фазами, их введение осуществлялось в количествах, обеспечивающих остаточное содержание их в сплаве до 2,1–2,3 %.

Исследование влияния легирования проводили на сплавах следующего состава, мас. %: С – 0,1–0,3 %; В – 2,1–2,8%; S и P не более 0,05%. В качестве шхты использовали техническое железо и борсодержащие компоненты — карбид бора (B_4C) и ферробор (ФБ). Легирующие элементы вводим в расплав перед вводом борсодержащего компонента.

Из опытов установлено, что марганец начинает проявлять свое действие на свойства сплава, при содержании 0,4–0,6%. В этом промежутке наблюдается рост значений твёрдости и ударной вязкости. Анализ опытных данных показал, что если при малых количествах вводимого марганца 0,1–0,2 %, твердость составляет 57–59 HRC.

Испытания образцов с размерами 10×10×55 мм без надреза (ГОСТ 9454-78) на ударную вязкость проводимое на маятниковом копре, показало также, некоторое увеличение значений данной характеристики. Так, при содержании 0,1–0,2% Mn, ударная вязкость составляет 0,15–0,22 кДж/м². Увеличение содержания марганца до 1% приводит к повышению значений ударной вязкости до 0,4 кДж/м².

При указанных содержаниях марганца наблюдается заметное увеличение в сплаве перлитной составляющей, что и определяет характер повышения твердости и ударной вязкости.

Износостойкость литого легированного сплава, испытанного в условиях трения в паре металл-металл и в контакте с абразивным диском имеет следующие значения. При введении 0,2–0,4% Mn в состав сплава износ в паре контртело-сталь 25ХГТ составит 9,0–10,0 кг/м², при увеличении содержания Mn до 1,2% — 4,5–5,5 кг/м². В результате испытаний в условиях трения в контакте контртело-вулканит значения износа при аналогичных содержаниях марганца соответственно составляет 25,0–30,0 кг/м² и 12,0–18,0 кг/м².

Следует отметить, что наиболее высокая износостойкость отмечается у сплавов легированных кремнием. Так, увеличение содержания кремния от 0,2 до 1,2% понижает износ сплава с 8,0 до 2,5 кг/м².

Выполненные исследования позволяют отметить положительное влияние легирующих элементов, а в частности, влияние марганца на весь комплекс рассмотренных свойств. При этом введение марганца наряду с алюминием и кремнием, способствует более полному удалению кислорода, уменьшают пористость сплава и тем самым, обеспечивают повышенную его вязкость.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В.А. Ковалева

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Л.П. Филянович*
Белорусский национальный технический университет

Моделирование является наиболее полезным инструментом исследования. Это особенно справедливо в области техники безопасности, поскольку основная задача моделирования состоит в проведении эксперимента на бумаге или на ПЭВМ, что позволяет избежать дорогостоящего физического эксперимента. В технике безопасности в «затраты» на эксперимент могут быть включены жизнь и здоровье людей. Поэтому при прочих равных условиях крайне выгодно проверить контрмеру моделированием до ее реализации.

Для моделирования необходимо знать соотношение между случайными переменными изучаемого процесса и их влиянием на конечный эффект этого процесса. Кроме того, решения, т.е. альтернативные контрмеры, будут влиять на эти соотношения и/или на распределения случайных переменных. Следовательно, надо знать распределения каждой случайной переменной для каждой совокупности решений.

Ограничим рассмотрение техники моделирования использованием дискретных распределений. Метод, связанный с генерированием случайных чисел, называется методом Монте-Карло, вне зависимости от того о непрерывных или о дискретных распределениях идет речь. Рассмотрим ручные методы. Они могут быть легко алгоритмизированы, и многие машинные языки разработаны специально для моделирования.

Основой метода Монте-Карло является метод формирования значения переменной по ее распределению.

Практически моделирование является процедурой, почти обратной статистическому анализу в том смысле, что мы сначала получаем информацию, а затем на ее основе генерируем данные. Если известно распределение случайной переменной, то ее исходы могут изучаться без дорогостоящего экспериментирования.

Чтобы имитируемые исходы можно было бы использовать, необходимо знать их влияние на другие части системы. Другими словами, должна быть задана модель системы в целом. Не обязательно, чтобы она выражалась в сложной математической форме.

Моделирование должно включать следующие этапы:

1. Определение случайных переменных и вида их влияния на выходной эффект.
2. Формулируется последовательная процедура, имитирующая работу системы.

Моделирование оказывается средством изучения реальных исходов эксперимента без необходимости проведения самого эксперимента.