

Студент гр. 104328 Решетко Е.М.
 Научный руководитель – Фасевич Ю.Н.
 Белорусский национальный технический университет,
 г. Минск

Экзотермические оболочки для прибылей обладают важным преимуществом - длительным временем протекания экзотермической реакции, в ходе которой выделяется энергии около 8МДж/кг. Это обстоятельство позволяет в течение длительного времени сохранять металл жидким, при этом зеркало металла в прибыли в течение питания отливки опускается равномерно по всему сечению прибылей, что приводит к сокращению объёма металла за счёт отсутствия вытянутой в вертикальном направлении усадочной раковины. При падении температуры от 1600⁰С до 700⁰С теплоёмкость экзотермической смеси меняется от 1331 до 1168 Дж/°К, теплопроводность меняется от 0,71 до 0,24 Вт/м*К. Необходимо отметить, что экзотермические оболочки превосходят теплоизоляционные свойства изотермического материала во всём рабочем диапазоне температур, а протекание экзотермической реакции создает дополнительный разогрев металла, обеспечивающий столь эффективно направленное затвердевание.

После затвердевания отливки для облегчения отделения подприбельного остатка используются отсекатели, выполненные из стержневой смеси. Основные преимущества применения подобных отсекателей связаны с их небольшой теплопроводностью, что практически не снижает теплоёмкость самой оболочки прибыли. Меньшее внутреннее поперечное сечение отсекателя снижает поверхность между прибылью и отливкой. Клиновидная внутренняя поверхность отсекателя позволяет легко удалять прибыль, что приводит к сравнительно гладкой поверхности разъема.



Образцы экзотермических оболочек прибылей

Эффективность использования экзотермических оболочек прибылей проверяется на стадии проектирования литейной технологии или её модернизации без проведения многочисленных натурных экспериментов. На основе численного анализа литейной технологии с учётом использования оболочек прибылей проводится диагностика технологических и металлургических параметров режима заливки в различных условиях. При использовании программного пакета «Procast» становится возможным описать образование целого ряда литейных дефектов, в основе возникновения которых лежат сопряжённые гидродинамические, тепловые и усадочные процессы при заливке полости литейных форм и затвердевании отливки. При этом база данных программного пакета дополняется специфическими свойствами поставляемых оболочек. Вводимые данные отражают для оболочек прибылей время протекания экзотермической реакции, температура воспламенения, количество выделяемой теплоты, распределение объёмной теплоёмкости и теплопроводности в зависимости от температуры.

Результаты численных расчётов, проверка их адекватности и апробирование соответствующих технологических решений доказывают эффективность применения экзотермических элементов литниковых систем при разработке или модернизации литейной технологии.

Студент гр. 104315 Сорока И.В.
 Научный руководитель – Фасевич Ю.Н.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

В технологическом процессе изготовления стальных отливок достаточно широко применяются экзотермические прибыли, в основе работы которых лежат реакции металлотермического типа, реагентами в которых являются способные к экзотермическому взаимодействию смеси порошков металлов с оксидами. Экзотермические прибыли используют для обогрева литейных прибылей с целью повышения эффективности питания отливок, сокращения массы прибылей и повышения (%) выхода годных отливок. Поэтому, важным этапом в разработке экзотермических составов смесей является анализ эффективности взаимодействия различных компонентов экзотермических смесей и обеспечения, тем самым, результативной работы

литейной прибыли. При решении задачи стабилизации свойств экзотермической смеси необходимо отказаться от жёстких универсальных технических условий и перейти к гибкой системе регулирования их свойств в зависимости от состава исходных материалов. При разработке вышеуказанного этапа принято руководствоваться математическим планированием эксперимента. В металлургии широко распространены задачи оптимизации, в которых требуется получить экстремальное значение какого-либо свойства материала в зависимости от переменных, которые влияют на изменение значения параметра оптимизации – оптимизируемого свойства. Планирование эксперимента позволило провести минимально необходимое число опытов для оценки отклика с заданной точностью и получить приближённую модель, позволяющую без проведения эксперимента получать результаты. Начинать построение модели необходимо с выбора параметра оптимизации. Затем были выбраны факторы, основной (нулевой) уровень и интервалы варьирования факторов. Затем факторы кодировались. Кодирование позволило представить верхний уровень фактора в виде «+1», нижний в виде «-1», а основной уровень – нулём, и сопоставить силу влияния разнородных факторов на параметр оптимизации. Далее составляют матрицу планирования, в которой кроме основных факторов, вводят фактор «X0» - так называемую фиктивную переменную, необходимую для расчёта свободного члена искомой модели – коэффициента «b0». Следующим шагом расчёта было построение математической модели состава экзотермической смеси, для чего были рассчитаны коэффициенты регрессии. В результате получилась модель вида: $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_ix_i$. Для проверки значимости коэффициентов регрессии выдвинута нулевая гипотеза о том, что коэффициенты уравнения статистически незначимо отличны от нуля. Для проверки гипотезы использован критерий Стьюдента. Для этого рассчитывают доверительный интервал коэффициентов $\Delta b_i = t_{\alpha, f_1} \cdot S_{b_i}$. Значения коэффициентов регрессии сопоставили с Δb_i и те значения, которые оказались по абсолютной величине меньше доверительного интервала, исключили из уравнения. Далее эмпирическое значение было сопоставлено с табличным. Так, последовательно осуществляя проверку значимости коэффициентов регрессии и производя соответствующую коррекцию, в конечном итоге получили модель, содержащую лишь значимые коэффициенты регрессии.

Для полученного уравнения регрессии проводили проверку его адекватности. Данную проверку осуществляли с помощью F-критерия Фишера, численное значение которого сравнивали с табличным критическим значением:

$$F_{f_1, f_2}^{PACЧ} = \frac{S_{неадек}^2}{S_y^2}$$

Если $F_{эмп} < F_{крит}$, то нет оснований отклонять нулевую гипотезу. Если же $F_{эмп} > F_{крит}$, то гипотеза об отсутствии линейной связи отвергается.

Выводы. Полученные эмпирические зависимости показывают связь технологических свойств экзотермической смеси с основными компонентами состава.

Полученные зависимости непосредственно использованы для формирования корректирующего воздействия в процессе оптимизации составов, так как отражают связь свойств экзотермической смеси с ее компонентами.

На базе полученных эмпирических зависимостей, разработан алгоритм корректировки состава формочной смеси, что позволит стабилизировать свойства экзотермической смеси.