

УДК 621.744.3

*О. И. Пономаренко, Т. В. Берлизова**Национально технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков***МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СВОЙСТВ ДЛЯ
ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩЕЙ СМЕСИ (ХТС) НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО
СТЕКЛА**

В настоящее время известен ряд способов отверждения ХТС на жидком стекле с помощью CO_2 . Существенным недостатком таких смесей является плохая выбиваемость, которая обусловлена образованием при температуре более 700°C легкоплавких силикатов, приводящих к повышению остаточной прочности. Одним из самых эффективных способов улучшения выбиваемости является ввод разупрочняющих добавок. Поэтому применение жидких отвердителей наряду с созданием разупрочняющей добавки, которые позволяли бы отказаться от применения CO_2 -процесса, а также увеличивали прочность смеси во влажном состоянии и уменьшали остаточную прочность является актуальной задачей литейного производства.

Решение этой задачи может быть получено на основе надежных количественных зависимостей между параметрами приготовления смеси и ее физико-механическими свойствами, т. е. на основе математических моделей [1, 2].

Математические модели свойств представляет собой систему уравнений, связывающих прочность на сжатие, живучесть, остаточную прочность смеси с управляемыми переменными технологического характера, в качестве которых были приняты: количество жидкого стекла (ЖС) и разупрочняющей добавки: триацетин с фурфуроловым спиртом (ТАЦ:ФС). Составляющие брали в следующем количестве: на основном уровне брали 4% ЖС и 3% добавки ТАЦ:ФС; интервал варьирования между основным, верхним и нижним уровнем составил по 1% для ЖС и ТАЦ:ФС. Основной уровень и интервалы варьирования реализованного плана выбраны на основе предварительных статистических исследований рассеяния параметров технологического процесса приготовления холоднотвердеющих смесей на основе жидкого стекла.

План активного эксперимента представляет собой полуреплику (23-1) полного факторного эксперимента для двух переменных, которая включает 4 опыта. После реализации реализации экспериментов 23-1 получены следующие линейные уравнения регрессии:

$$\sigma_{\text{сжс}} = 0,12 + 0,08X_1 - 0,08X_2 - 0,06X_{12}$$

$$\text{Жив} = 16,25 + 3,75X_1 - 3,25X_2$$

$$\sigma_{\text{ост}} = 3,3 + 2,3X_1 - 2,3X_2 - 1,84X_{12}$$

Была проверена статистическая значимость коэффициентов уравнений регрессии с помощью критерия Стьюдента (t-критерия).

Проверка адекватности полученной математической модели свойств с помощью критерия Фишера показало ее полное количественное соответствие используемым экспериментальным данным. При этом влияние варьируемых факторов на параметры оптимизации соответствует имеющимся данным количественного и качественного характера.

Анализ математических зависимостей показал, что прочность смеси во влажном состоянии, живучесть и остаточная прочность возрастает с увеличением содержания жидкого стекла и уменьшается с увеличением содержания добавки (ТАЦ:ФС). На параметры процесса смесеприготовления также оказывает и парные взаимодействия исходных составляющих.

Результатом работы являются практические рекомендации по использованию математической модели свойств для ХТС на основе ЖС для апробации на заводе ВАТ «Турбоатом».

Список литературы

1. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экспериментов. - М.: Наука, 1965. - 340 с.;
2. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. - М.: Мир, 1967. - 406 с.

УДК 621.74

*А. Ю. Пройдак**Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОФОСФОРА
УГЛЕРОДОВОССТАНАВИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МАЛОКАМЫШЕВАТСКОГО ФОСФОРИТА**

При выплавке некоторых марок автоматных сталей и чугунов применяется импортный феррофосфор из-за отсутствия его производства на отечественных заводах. Велика потребность литейного производства в фосфористой меди для изготовления медных контактных щек электрических узлов самообжигающихся электродов ферросплавных дуговых печей.

Минерально-сырьевой базой для производства электротермического фосфора и попутно получаемого феррофосфора являются фосфориты. Наиболее крупные месторождения фосфоритов расположены в фосфоритоносном бассейне Каратау (Казахстан). Однако запасы богатых фосфоритов (27-29% P_2O_5) постоянно истощаются и ставится задача освоения технологий производства фосфора (желтой модификации) с вовлечением фосфоритов с содержанием 20-22% P_2O_5 .

При производстве фосфора в дуговых электропечах методом восстановления фосфора углеродом и его возгонки в качестве попутного сплава получается феррофосфор.

В странах, не производящих желтый фосфор и, следовательно феррофосфор, последний получают по традиционным ферросплавным технологиям.

В Украине имеется несколько месторождений фосфоритов. В последние годы разведано малокамышеватское месторождение фосфорита с содержанием 13-16% P_2O_5 . В настоящей работе исследован минералогический состав фосфорита методом петрографии и РСМА, выполнены исследования по его обогащению, получен концентрат с содержанием 27% P_2O_5 . В лабораторной печи Таммана проведены поисковые исследования по восстановлению фосфора из фосфорита коксом в присутствии стальной (чугунной) стружки. Подтверждена возможность получения феррофосфора с 15-20% P.

Работа продолжается в направлении получения феррофосфора и его применения для модифицирования чугунных отливок, а также выплавки медьфосфористой лигатуры и его использования для раскисления медных отливок контактных щек электродов ферросплавных электропечей.

УДК 621.74

*А. В. Рабинович, Г. Н. Трегубенко, Ю. А. Бубликов, Г. А. Поляков,
А. В. Пучиков, А. А. Катрич, Д. В. Лелеко
Национальная металлургическая академия Украины,
Днепропетровск*

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ ХЛАДОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ
С КАРБОНИТРИДНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ ДЛЯ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ
ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ**

Главным резервом повышения долговечности и надежности продукции машиностроения является применение сталей, обладающих как в литом, так и в деформированных состояниях комплексом высоких технологических и эксплуатационных свойств – прочностью, вязкостью, сопротивлением уста-

лостному разрушению, свариваемостью, хладо- и коррозионной стойкостью.

Основным направлением решения этой задачи в мировой практике является увеличение степени легированности стали, что далеко не всегда обеспечивает их конкурентоспособность в связи с резким ростом стоимости металлопродукции. Именно по этой причине существенно ограничивается область и объемы применения перспективных сталей с карбонитридным упрочнением, в которые вводят не только относительно недорогие марганец и кремний, а и дорогостоящие и дефицитные в Украине хром, никель и, как правило, ванадий.

Независимо от степени легирования сталей этого класса основной вклад в обеспечение комплекса перечисленных выше требований вносят карбонитриды ванадия, регулирующие зеренную микроструктуру металла. При этом дисперсность и количество этой избыточной фазы определяется не столько уровнем концентраций и соотношением фазообразующих элементов, сколько температурными режимами термической обработки.

Нами предложена замена дорогостоящего и дефицитного ванадия в азотсодержащих конструкционных сталях титаном в комплексе с алюминием, что принципиально меняет механизм формирования микроструктуры, так как нитриды титана образуются уже при кристаллизации и регулируют рост зерна литого металла.

Металлографическим и рентгеноспектральными методами показано, что избыточные азотсодержащие фазы в новых литых сталях представлены карбонитридом титана $Ti(C,N)$, нитридом алюминия AlN и комплекса указанных фаз. Их размер колеблется в очень широких пределах: от 10 нм до 10-12 мкм. Относительно крупные частицы карбонитрида титана имеют правильную прямоугольную форму и именно они регулируют размер зерна литого металла при кристаллизации. Очень мелкие частицы $Ti(C,N)$ размером 15-20 нм частично могут формироваться и в твердом состоянии. Нитриды алюминия образуются при охлаждении уже закристаллизовавшегося металла, а также при горячей деформации или при термической обработке, и имеют размеры от 40 до 200 нм (реже до 500 нм) при максимальном количестве частиц размера 60-100 нм. Комплексные частицы, как правило, представлены высокотемпературным карбонитридом титана в центре с оторочкой из вторичного нитрида алюминия. Результирующий размер этих частиц составляет от 100-150 нм до 1-2 мкм. Мелкие частицы всех трех типов эффективно измельчают ферритное зерно. Их наличие допускает высокотемпературную термическую обработку стали и ее сварку без опасности чрезмерного роста аустенитного зерна и последующего ухудшения комплекса механических свойств металла.

В условиях Кременчугского сталелитейного завода, Миргородского завода литой трубопроводной арматуры ПНЦ в широких промышленных