



There are given some developments of ChP "SAS engineering company" on modernization of equipment for melting of non-ferrous metals and alloys.

А. Ю. СЕЗОНЕНКО, Ю. Д. СЕЗОНЕНКО, ЧП «САС инженерная компания»,
А. Б. СЕЗОНЕНКО, ООО «Теплотехнология»

УДК 621.74

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦВЕТНО-ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ: СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ

В настоящее время только качественные отливки, соответствующие всем требованиям «Заказчика», имеют успех на рынке. Совершенно очевиден тот факт, что для достижения высокого качества литья и снижения его себестоимости необходимо контролировать все стадии производства отливок из цветных сплавов (рис. 1).

В данной работе основное внимание уделено разработкам нашего предприятия по модернизации имеющегося оборудования для плавки цветных металлов и сплавов. Неотъемлемыми элементами оборудования плавильного отделения литейного цеха являются плавильные, плавильно-раздаточные и раздаточные печи сравнительно небольшой емкости — от 50 кг до 1 т.

Основные требования, предъявляемые к таким печам, — обеспечение необходимой производительности; возможность частого изменения марок сплавов без загрязнения их примесями; минимизация времени плавки и потерь металла; обеспечение экономного расходования энергии; достаточный срок службы; возможность поддержания на заданном уровне температуры, а также приемлемая стоимость самой печи в совокупности с невысокими эксплуатационными затратами.

Традиционно используемые печи подразделяются на следующие группы:

- индукционные тигельные печи;
- каналные печи для медных сплавов;
- тигельные электропечи сопротивления;
- тигельные пламенные печи.



Рис. 1. Общая схема получения качественных отливок из цветных металлов и сплавов

Для плавки алюминиевых сплавов наибольшее распространение получили печи третьей группы (печи типа САТ и модификации), имеющие емкость тигля от 150 до 500 кг. Тигель в таких печах в зависимости от характеристик расплава может быть чугунный, графитовый, графито-шамотный, карбид-кремниевый. Очевидными преимуществами печей сопротивления являются бес-

печение равномерного обогрева тигля, что ведет к увеличению его срока службы при условии грамотной эксплуатации, возможность точного регулирования и поддержания температуры расплава, минимальные потери теплоты в окружающую среду за счет достаточной теплоизоляции корпуса печи и крышки тигля, отсутствие выбросов продуктов сгорания углеводородных топлив в окружающую среду.

Для снижения энергопотребления тигельных газовых печей для плавки алюминиевых и медных сплавов мы используем новые высокоэффективные газовые горелки с автоматикой, современные огнеупорные и теплоизоляционные материалы, высококачественные тигли. Основные характеристики одной из модификаций тигельной газовой печи для плавки алюминия, успешно работающей на одном из украинских предприятий, приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Технические характеристики тигельной газовой печи

Наименование параметра	Значение
Емкость тигля по алюминию, кг	300
Производительность, т/сут	2,0–2,5
Топливо	Природный газ
Тепловая мощность, кВт:	
номинальная	250
максимальная	320
Расход природного газа номинальный, м ³ •н/ч	25,6
Присоединительное давление природного газа, кПа	4,0
Масса печи без металла, кг	3400

Таблица 2. Данные промышленной эксплуатации тигельной газовой печи

Наименование параметра	Значение
Средняя часовая производительность печи, кг/ч	120–125
Средний часовой расход природного газа, м ³ •н/ч	22
Удельный расход природного газа, м ³ •н/ч (кг у.т./т)	160 (185)
Средний срок эксплуатации тигля, мес.	6

По вопросу модернизации электропечей сопротивления как плавильных, так и термических в нашей организации накоплен большой опыт. Здесь можно выделить несколько основных моментов модернизации такого оборудования.

Системы управления электропечами, разработанные «САС инженерная компания»

С целью снижения себестоимости производства – экономии электроэнергии при работе плавильных (раздаточных) и термических электропечей сопротивления предлагаем произвести модернизацию имеющихся печей путем замены шкафов управления. Производимые шкафы управления позволяют: **снизить потребление электроэнергии на 10–30%, более точно поддерживать заданную температуру, увеличить срок службы нагревателей и их тепловую мощность (на 20–30%).** (Данные подтверждены протоколами испытаний на заводах.)

Кроме поставки самого шкафа, наша компания также может произвести пусконаладку, полный расчет нагревательных элементов печи и разработку конструкции печи в целом.

Опыт эксплуатации данных шкафов на украинских предприятиях (например, «Гидросила», «Вторсервис», «Агромет» и др.) в течение пяти лет позволил сделать выводы о их высокой эффективности и надежности (табл. 3).

В основе модернизации лежит система управления (СУ) нагревом для промышленных и лабораторных электропечей сопротивления. Система управления состоит из электронного микропроцессорного ПИД регулятора температуры, коммутатора для управления силовой цепью, полупроводниковых приборов управления нагрузкой (семисторы), автоматического выключателя, размещенных в электрошкафе (рис. 2). В качестве датчика температуры могут применяться термопары типов ТХК, ТХА, ТПП, ТПР.

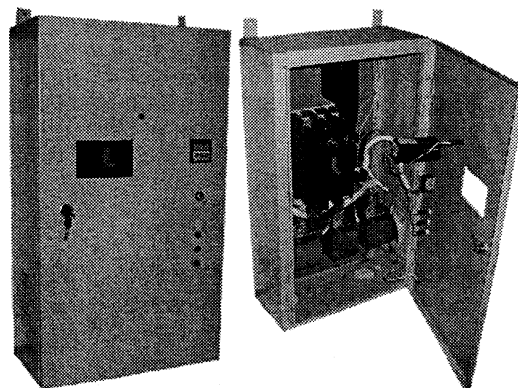


Рис. 2. Внешний вид шкафа управления электропечами сопротивления

Таблица 3. Технические характеристики шкафа управления электропечами сопротивления

Наименование параметра	Значение
Диапазон регулируемых температур, °С	$T_{окр}=1100$
Дискретность задания температуры, °С	1
Управляемая мощность, кВт	Обычно до 70
Закон регулирования	ПИД
Точность поддержания температуры, °С	± 1
Габаритные размеры, мм	750×400×200
Масса, кг	15

Для более эффективной работы печи мы можем также предложить более стойкие современные теплоизоляционные материалы и нагревательные элементы из современных сплавов сопротивления.

Сплавы для нагревательных элементов (сплавы сопротивления) «Резистом» для электропечей сопротивления, ТЭН и бытовых приборов (табл. 4, 5)

Химический состав – база Fe–Cr–Al, легирующие элементы – Si, Y, La, Ce, Zr, Ti.

Форма – проволока диаметром от 0,1 до 8 мм (до 5 мм холоднотянутая) (рис. 3), лента.

Область применения – широко используется в электропечах сопротивления для всех отраслей промышленности (машиностроение, литейные и термические цеха, производство керамики и стекла, сушильные цеха). Сплав оптимален для использования в ТЭН и бытовых приборах (духовые шкафы, тепловентиляторы, тостеры, фены и т.п.).

В большинстве промышленно-развитых стран мира доля данных сплавов в общем потреблении сплавов сопротивления составляет свыше 80%.

Хорошие свойства этих материалов обусловлены, в частности, тем, что на их поверхности образуется высокопрочная пленка Al_2O_3 светлосерого цвета, которая является отличным изолятором и более эффективно предотвращает коррозию по сравнению с оксидом хрома (Cr_2O_3), образующимся на поверхности нихромов. Пленка оксида хрома менее устойчива, быстрее отслаивается и испаряется (испарение при 1100 °С), что приводит к сокращению срока службы нагревателя.

Промышленные камерные печи изготавливаются на основе футеровки из легковесных волокнистых огнеупоров, что в комплексе с нагревателями из современного сплава позволяет сократить время выхода на рабочий режим, а также значительно снизить потребление электроэнергии и эксплуатационные затраты по сравнению с печами на основе кирпичной футеровки с нагревателями из нихрома.

Таблица 4. Основные физические свойства сплавов сопротивления

Сплав	Удельное электросопротивление, Ом·мм ² /м	Максимальная рабочая температура, °С	Температура плавления, °С	Плотность, г/см ³
P135	1,35	1200	1500	7,25
P140	1,40	1280	1500	7,15
P145	1,45	1350	1500	7,10

Таблица 5. Основные механические свойства сплавов сопротивления

Предел прочности, Н/мм ²	Предел текучести, Н/мм ²	Пластичность (удельное удлинение) при комнатной температуре, %
75	55	Более 21

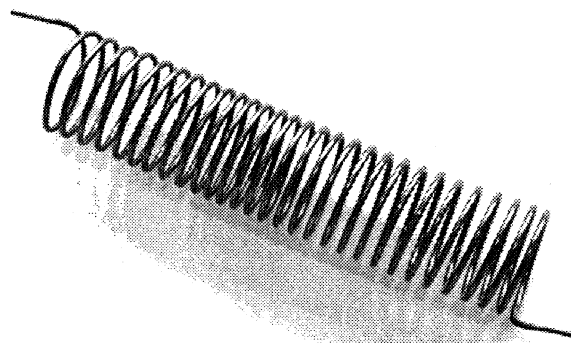


Рис. 3. Внешний вид спирали для печи сопротивления из сплава сопротивления P135

Хотя химический состав данных современных сплавов и близок к “фехралям”, однако материал имеет ряд существенных отличий: микролегирование Y, La, Ce, Zr, Ti, Si, сниженное содержание С, однородность структуры, уменьшение размера зерна, высокие качество поверхности и плотность слоя защитной пленки Al_2O_3 , что позволяет получить материал с высокими эксплуатационными свойствами.

Основные преимущества

В отличие от нихромов:

1. Высокие рабочая и максимальная температура применения: $T_{max}=1200-1350$ °С, $T_{плавл}=1500$ °С.
2. Срок службы выше в 2–3 раза при работе при температурах выше 1100 °С.

Пример: при $T=1100$ °С срок службы Х20Н80 как минимум в 2,8 раза ниже, чем «Резистом», атмосфера – воздух.

3. Плотность ниже, чем у нихрома (7,1–7,2 г/см³ против 8,4 г/см³ у Х20Н80). Экономия на материале составляет 17 мас. %.

4. Выше удельное электросопротивление (1,39–1,45 Ом·мм²/м против 1,12 Ом·мм²/м для Х20Н80), что приводит к экономии на материале.

5. Выше значение допустимой поверхностной мощности q (4 Вт/см² против 2 Вт/см² для Х20Н80 при $T=1000$ °С).

Приведенные в п. 3,4,5 преимущества позволяют экономить на материале для нагревательных элементов на 20–30 мас. % по сравнению с Х20Н80.

6. Отличная стойкость в воздушной среде, вакууме, аргоне, серосодержащих и СО-содержащих атмосферах, водяном паре.

7. Низкое значение интеркристаллитного окисления.

8. Высокое значение предела текучести, что уменьшает вероятность провисания элементов.

9. Меньшее взаимодействие с футеровкой.

10. Хорошие механические свойства: высокий предел текучести, хорошая пластичность при комнатной температуре (удлинение более 21%).

11. Низкое стабильное значение ТКЭС.

12. Небольшая зависимость электросопротивления от различных видов теплового воздействия и холодного деформирования.

13. Цена ниже, чем у нихромов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что только комплексный подход (применение современных материалов, оборудования и технологий) дает возможность цветно-литейным цехам поднять качество, снизить себестоимость и выйти на новые рынки.