



Рис.1 – Зависимость температуры азота от высоты конвертера

Анализ рисунка 1, позволяет сделать вывод, что две разные модели получили примерно одинаковое распределение температур при высотах более 3 м.

Получены эмпирические выражения для определения температуры уходящего азота в рабочем пространстве конвертера:  $T_1=698,7 \cdot H^{0,402}$  ( $R^2=0,940$ ) - при постоянных свойствах;  $T_2=930,8 \cdot H^{0,221}$  ( $R^2=0,990$ ) - при переменных свойствах.

УДК 669.14.018.44

**Е.А. Сергеева, С.В. Гришко, Е.А. Дрей**

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев

## ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Жаростойкость является самым важным свойством жаропрочных сталей. Жаростойкие стали, как правило, должны быть и жаропрочными, т. е. противостоять при высокой температуре в течение заданного времени разрушению и ползучести — постепенной и усиливающейся с течением времени деформации под действием постоянной нагрузки.

В жаропрочных сталях упрочняющей фазой наряду с карбидами хрома являются карбиды ванадия, молибдена, вольфрама и других элементов, а также интерметаллидные соединения типа АгВ (в которых в качестве элемента А входят железо и хром, а молибден, вольфрам, ниобий, титан — в качестве элемента В) или соединения (Ti, Al). Добавки в жаропрочную сталь тугоплавких элементов — молибдена, вольфрама, ниобия, тантала сказывают на упрочняющую фазу стабилизирующее действие, так как эти элементы повышают температуру рекристаллизации и ослабляют диффузионные процессы. Их действие усиливается, если вводится не один, а

несколько элементов, ослабляющих диффузию, По этой причине жаропрочные стали легируют, как правило, набором разных элементов.

Процессы диффузионного обмена бывают заторможены и тогда, когда сталь не подвергается полиморфным превращениям. Поэтому в качестве жаропрочных сталей очень часто используют сложнелегированные чисто ферритные или аустенитные стали. Стали ферритного класса до последнего времени использовали лишь как жаростойкие. Однако в последнее время разработали и успешно внедряют и жаропрочные ферритные стали, например сталь 12Х2МВ8ФБ (ЭП503), упрочненную частицами интерметаллидной фазы FeW. Значительно более высокая жаропрочность свойственна аустенитным сталям. Особенно широко применяют аустенитные стали (12 - 20 % Cr) с использованием в качестве аустенитообразующего элемента никеля (7 – 30 %). Никель сам по себе относится к коррозионностойким металлам и повышает коррозионную стойкость сталей в растворах солей и щелочей, а также в слабоокисляющих средах. При его содержании до 20 – 30 % он повышает жаропрочность железохромистых сплавов.

В связи с высокой стоимостью никеля в некоторых жаропрочных сталях его частично или полностью заменяют другим аустенитообразующим элементом — марганцем. Действие марганца как аустенитообразующего элемента значительно слабее, особенно при высоком содержании хрома, поэтому вместе с марганцем целесообразно вводить небольшие количества никеля (2 - 4% ) или азота. Для получения высокой жаропрочности рекомендуются присадки углерода с ванадием, молибденом, вольфрамом, ниобием и азотом. Хромоникелевые, хромоникельмарганцевые и хромомарганцевые жаропрочные стали хорошо противостоят общей коррозии, но чувствительны к межкристаллитной коррозии, особенно после медленного охлаждения в интервале температур 500 – 850 °С. Объясняется это выделением при этих температурах карбидов хрома, располагающихся по границам зерна. В растворах электролитов карбиды образуют с обедненными углеродом участками зерна гальванические пары. В результате структурной неоднородности границы зерен подвергаются более сильному коррозионному разъеданию. Аустенитные стали становятся нечувствительными к интеркристаллитной коррозии, если содержание углерода в стали меньше предела растворимости его в аустените при комнатной температуре, т. е. менее 0,02 - 0,03 %.

Производство жаропрочной стали с таким содержанием углерода в дуговых электропечах затруднительно. Поэтому при выплавке коррозионностойких аустенитных сталей верхний предел содержания углерода устанавливают обычно на уровне

0,08 - 0,12 %, а дальнейшее понижение концентрации углерода в растворе осуществляется присадками сильных карбидообразующих элементов — титана или ниобия. Высокое содержание хрома и титана в сталях такого типа обуславливает интенсивное окисление металла при разливке с образованием в изложнице на поверхности металла корочки, богатой окислами и нитридами титана.

### Список литературы

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. — М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003.— 528 с.

УДК. 669.046.512

**К.О. Сергеева, С.С. Золотухін**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ

### **ДЕГАЗАЦІЯ АЛЮМІНІЄВИХ РОЗПЛАВІВ ПРИ ПРОДУВЦІ ХОЛОДНИМ ТА ПЛАЗМОВИМ ГАЗОВИМИ СТРУМЕНЯМИ**

Роботами багатьох дослідників встановлено, що в алюмінії та його сплавах присутні різноманітні гази (водень, кисень, азот, оксид вуглецю, сірчаний газ та ін.) в кількості від 2 до 30 см<sup>3</sup>/100 г металу. На властивості відливок з кольорових сплавів основний вплив має водень, вміст якого в металі перевищує 80 % від загального об'єму газів. [1]

З метою виявлення факторів, які впливають на процес рафінування розплаву заглибленими плазмовими струменями, виконали додаткові досліді. Для цього за допомогою фізичного моделювання були обрані пористий наконечник з піношамоту товщиною  $3,5 \cdot 10^{-3}$  м для фурми та режим холодного дуття, які забезпечують при однакових витратах газу ідентичну плазмовому струменю міжфазну поверхню у розплаві. Досліді показали, що продувка холодним газом через заглиблену у розплав фурму з пористим наконечником дозволяє підвищити ступінь дегазації сплаву, але вона сама залишається нижче, ніж при обробці плазмовим струменем (див. рис.).

Так, при продувці сплаву холодним аргоном через пористий наконечник за 10 хв вміст водню у розплаві зменшується з 0,76 до 0,53 см<sup>3</sup>/100 г. Плазмове рафінування дозволяє за цей час знизити газовий вміст у сплаві до 0,45 см<sup>3</sup>/100 г. Тому