

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА ШТАНГИ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ОТСЕЧКИ КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА

Гнидюк Д.Ю. (гр. ИТМОм-16, кафедра МОЗЧМ, ДонНТУ, г. Донецк, ДНР)

Аннотация. Приведено описание хода и результатов физического эксперимента по моделированию циклического нагрева штанги манипулятора для ввода отсечных элементов в ванну кислородного конвертера.

Ключевые слова: кислородный конвертер, осечка шлака, манипулятор, штанга, физическая модель, температура, тепловизор.

При производстве стали в кислородном конвертере образуется шлак. Для предотвращения его попадания в сталеразливочный ковш при выпуске плавки применяют отсечные элементы поплавкового типа, вводимые в ванну конвертера с помощью специального манипулятора (рис.1).



Рисунок 1. Физическая модель манипулятора для ввода отсечных элементов в ванну кислородного конвертера

Штанга манипулятора, на которой закреплен отсечной элемент, конструктивно представляет собой трубу. В процессе ввода элемента в ванну конвертера штанга подвергается воздействию тепла, что приводит к возникновению в ней температурных напряжений. Особенность работы манипулятора заключается в циклическом повторении действий, при этом длительность нагрева штанги составляет $\tau_{\text{н}} = 40$ с, длительность охлаждения $\tau_{\text{о}} = 40$ мин. Поэтому при конструировании штанги по критериям прочности (выбор материала, размеров поперечного сечения) следует учитывать цикличность теплового воздействия.

В работе [1] представлена математическая модель и результаты расчета

распределения температуры по поперечному сечению штанги. Не менее важным является знание распределения температуры по длине штанги, которое предположительно имеет неравномерный характер, что вызвано неодинаковым тепловым потоком в полости конвертера и за его пределами.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы о характере распределения температуры по длине штанги были проведены эксперименты в условиях лаборатории на физической модели. В качестве физической модели штанги была выбрана труба из нержавеющей стали со следующими геометрическими параметрами: наружный диаметр 24 мм, толщина стенки 2 мм, длина 450 мм. В течение 40 с в электропечи, обеспечивающей температуру внутренней печной среды 250 °С, выполнялся нагрев участка трубы длиной 200 мм. Охлаждение трубы происходило на открытом воздухе при комнатной температуре в течение 5 мин. На поверхности трубы было нанесено 9 контрольных точек. Измерение температуры выполнялось тепловизором. Погрешность измерения составляла ± 1 °С. Эксперимент включал 5 циклов термического нагружения. На рис. 2 приведены термограммы для 1-го и 5-го циклов нагрева трубы, а на рис. 3 представлены графики изменения температуры по длине трубы после каждого цикла нагрева.

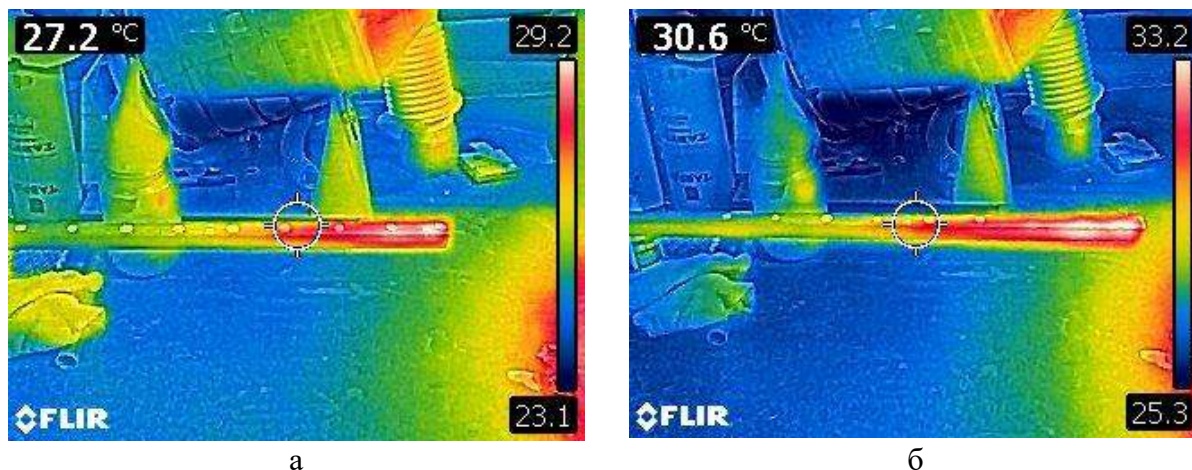


Рисунок 2. Термограммы трубы после 1-го (а) и 5-го (б) цикла нагружения

Анализ результатов измерения показал, что после первого ввода трубы в печь максимальный нагрев происходит на участке 150 мм. Здесь температура возросла на 8...24% относительно исходного состояния. Температура на участке трубы, расположенном за пределами печи (300...400 мм), осталась практически неизменной. Центральный участок – переходной от зоны с высокой температурой к зоне с более низкой температурой, поэтому здесь возможно образование концентраторов напряжений, вызванных перепадом температуры.

После 2-го цикла нагрева трубы отмечается равномерное приращение температуры по всей длине трубы на 5,4...6,8% относительно значений, достигнутых при первом вводе в печь.

Третий цикл нагрева трубы привел к повышению температуры на 2,3...4,4% на участке, вводимом в печь. Температура участка трубы, находящегося на открытом воздухе, практически не изменилась.

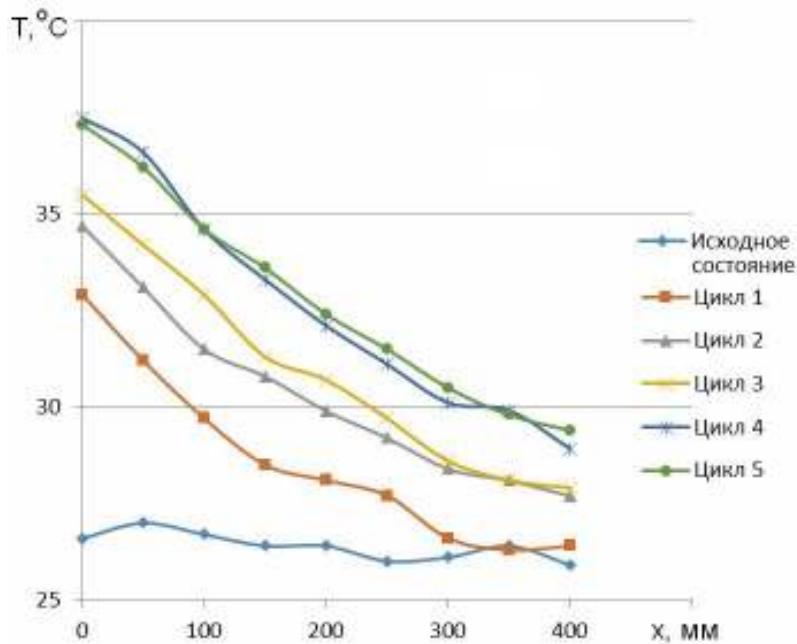


Рисунок 3. График изменения температуры (Т) по длине (х) штанги после каждого цикла нагрева

После 4-го ввода в печь произошло одинаковое изменение температуры по всей длине трубы, температура возросла в среднем на 5,4%. Пятый цикл нагрева практически не привел к росту температуры.

В целом, максимальное изменение температуры трубы происходит после первого цикла нагрева, хотя после 5-го нагрева температура возрастает еще в 1,3...1,6 раза.

Вывод:

Полученные экспериментальные данные будут использованы при проверке адекватности разрабатываемой автором математической модели распределения температуры в штанге манипулятора для ввода отсечных элементов в кислородный конвертер при её циклическом нагреве. Данная модель позволит уточнить представления о напряженно-деформированном состоянии штанги и разработать рекомендации по выбору оптимальных геометрических параметров штанги и марок стали для её изготовления.

Список литературы

1. Исследование напряженно-деформированного состояния звеньев манипулятора для ввода отсечных элементов в выпускной канал конвертера / Еронько С.П., Ошовская Е.В., Бедарев С.А., Мечик С.В. // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2007.– №5. – С. 107 – 111.