XXXIII Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции. Ч.IV : С.39-41
© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2005

УДК 669.04

Д.В.Климшин (соиск., каф. МПУ), А.В.Гаев (асп., каф. МПУ),
А.А.Михайлов, асс., А.И.Боровков, к.т.н., проф.

# КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ТЕРМО-УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДОВЫХ РОЛИКОВ НОРМАЛИЗАЦИОННОЙ ПЕЧИ

В процессе получения проката с заданными механическими свойствами важное место занимает термическая обработка, при проведении которой необходим нагрев метала в печах. Широкое распространение в промышленности получили высокопроизводительные проходные печи с роликовым подом, обеспечивающие высокую скорость нагрева и минимальный угар метала. Наиболее ответственной частью проходных печей является роликовый под.

Ролики эксплуатируются в тяжелых условиях (высокие температуры, теплосмены), и поэтому их изготавливают из дорогостоящих жаропрочных хромоникелевых сталей и сплавов. Для решения основных задач конструирования подов – увеличения долговечности роликов и снижения их металлоемкости – требуется корректное моделирование термонапряженного состояния.

Целью работы является детальное исследование термо-упруго-пластического состояния пода с учетом движения садки в печи, контактного взаимодействия между садкой и роликами, теплообмена излучением между роликами и стенками печи, нестационарным нагревом и вращением роликов вокруг своей оси. Анализ работ по данной тематике, в частности, А.П.Ляха [1], показывает, что в данной постановке эта задача решается впервые.

В результате выполненных исследований теплового состояния элементов роликового пода проведена оценка влияния соседних роликов на распределение температуры в среднем поперечном сечении ролика. Установлено, что для корректного определения распределения температуры, минимальное число роликов в КЭ модели должно составлять не менее пяти. Показано, что распределение температуры вдоль образующей бочки ролика без потери точности можно считать равномерным.

В работе предложен новый метод инженерного расчета термо-упруго-пластического состояния подовых роликов нормализационной печи, основанный на поэтапном использовании двумерной (2D) и пространственной (3D) моделей роликового пода.

- На первом этапе проводится КЭ моделирование теплового состояния пяти роликов в процессе работы нормализационной печи (режим “на проход” садки и случай “заклинивания”) на основе решения 2D задач нестационарной теплопроводности (рис. 1).

Результатами расчетов первого этапа являются 2D нестационарные поля температур в среднем поперечном сечении бочки каждого ролика;

- На втором этапе осуществляется исследование пространственного термо-упруго-пластического состояния роликового пода, соответствующего любому наперед заданному моменту времени. При этом 3D температурное поле бочки ролика считается однородным вдоль образующей и в каждом поперечном сечении бочки соответствует плоскому полю, полученному на первом этапе. Температура цапф роликов, согласно условиям эксплуатации составляет *100℃*.

Результатами расчетов второго этапа являются:

- 3D поле компонентов тензора напряжений и тензора деформаций для пяти роликов с учетом концевых эффектов; поля интенсивности напряжений и интенсивности пластических деформаций;
- 3D поля компонентов вектора перемещения; распределение прогиба вдоль оси для каждого из пяти роликов с учетом концевых эффектов;
- Время появления критического прогиба (остаточного прогиба, превышающего номинальное значение).

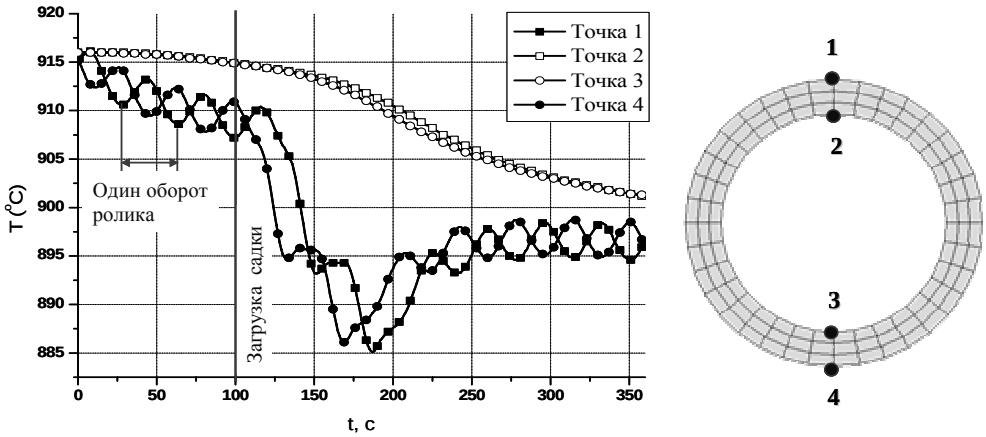


***Рис. 1. Графики изменения температуры первого подового ролика при прохождении садки.***

Использование разработанной методики позволяет существенно сократить время решения задачи со 100 часов (эталонное решение, полученное с помощью полномасштабной 3D модели) до 10 минут, при этом отличие от эталонного решения не превышает *2%.*

В ходе выполнения конечно-элементных исследований установлено, что максимальный перепад температур в центральном поперечном сечении ролика для случая “заклинивания” составляет 59.86 °С, а максимальный прогиб, соответствующий данному перепаду температур, составляет 9.86 мм. Выполненные исследования позволяют не только сделать вывод о том, что полученный прогиб находится в допустимых пределах, но и дать рекомендации по его уменьшению.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лях А.П. Печные рольганги (проектирование, эксплуатация) – М: Металлургия,1997.