

Modeling and optimization of the base model of compensator of the temperature broadening of the cupola recuperator are carried out.

Л. Е. РОВИН, А. В. ТКАЧЕНКО, В. А. ЖАРАНОВ, ГГТУ им. П.О.Сухого

УДК 621.745

РАЗРАБОТКА КОМПЕНСАТОРА ДЛЯ ВСТРОЕННОГО РЕКУПЕРАТОРА ВАГРАНКИ

Наиболее высокие затраты топлива и энергии в литейных процессах приходятся на плавку и термообработку металла. Перспективным направлением снижения энергоемкости является экономия дорогостоящего топлива (кокса) при плавке чугуна в вагранках. Оптимальным решением с точки зрения достигаемого технико-экономического эффекта является оснащение вагранок встроенным в шахту печи радиационным рекуператором, установленным выше уровня завалочного окна.

Разработанная конструкция (рис. 1) встроенного двухходового радиационного рекуператора для вагранки Могилевского металлургического завода производительностью 8 т/ч позволяет осуществить подогрев дутья до температуры 300–350°C, снизить затраты топлива на 15–25% или увеличить температуру жидкого металла на 45–50°C.

Одна из проблем, которая возникает при эксплуатации рекуператора, — необходимость компенсации температурного удлинения теплопередающей поверхности. Для обеспечения надежной работы рекуператора температурные расширения должны быть учтены как при конструировании самого рекуператора, так и при его установке. Неправильный анализ или игнорирование тепловых расширений элементов рекуператора могут привести к перенапряжению их и выходу рекуператора из строя.

Отходящие дымовые газы имеют высокую температуру 900–1100°C, причем для повышения эффективности использования тепла применяется противоточная схема движения теплоносителей, при которой температура теплопринимающей стенки значительно выше.

Конструкция компенсатора должна позволять свободное удлинение жаропрочной обечайки и обеспечивать герметичность рекуператора при давлении около 20 кПа [1].

Проведенный тепловой расчет позволил определить температуры нагрева воздуха в каждой из кольцевых щелей рекуператора, температуру нагрева стенок, а также температурное удлинение, в данном случае оно составляет 45–50 мм.

Исследовали следующие варианты конструкций компенсаторов температурных расширений: герметизацию на основе использования термо-

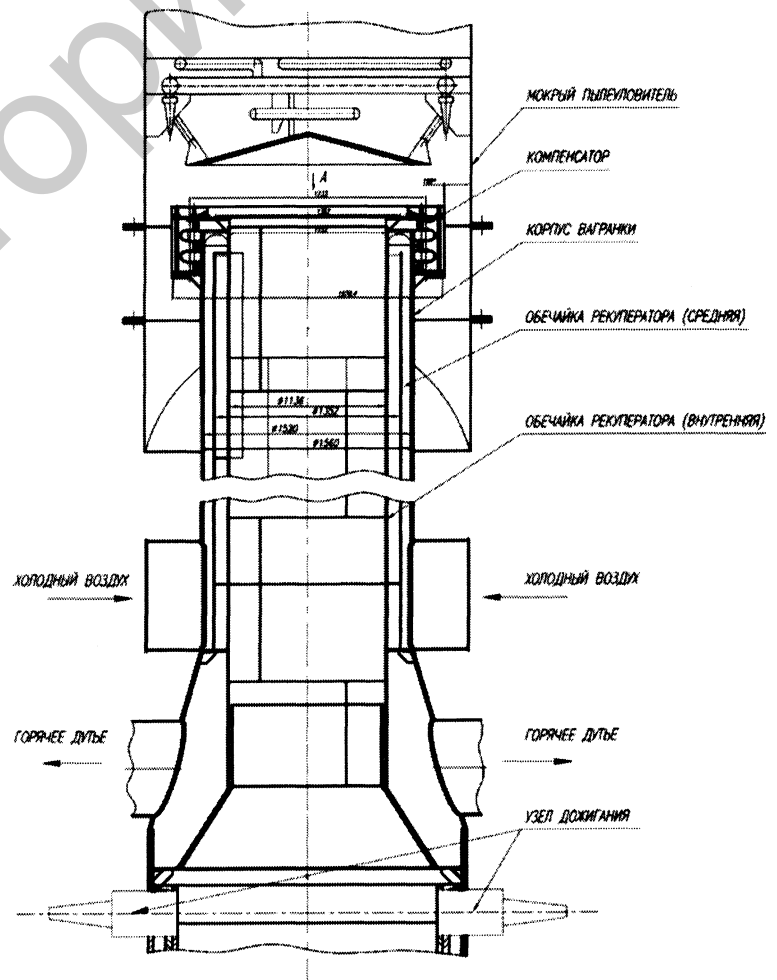


Рис. 1. Схема конструкции встроенного радиационного рекуператора вагранки ММЗ

стойких уплотнителей; гидрозатвор; песочный затвор; линзовый компенсатор (из гибких металлических элементов).

Использование герметизирующих уплотнителей ограничено возможностями существующих материалов, в частности по надежной работе в условиях высоких температур и трения.

Производственные испытания разработанного компенсатора типа «песочный затвор» при использовании различных наполнителей показали недостаточную его герметичность и необходимость осуществления постоянного осмотра и обслуживания.

В связи с этим для устранения выявленных недостатков была разработана принципиально новая конструкция узла компенсатора (рис. 2). Основная (рабочая) секция компенсатора состоит из пяти тороидальных элементов С-образного профиля (рис. 3). Монтаж компенсатора осуществляется в сжатом (на 50 мм) состоянии. В процессе выхода на рабочий режим происходит разгрузка рабочей секции компенсатора в исходное состояние (до сжатия). Это обеспечивает значительно более высокие показатели надежности, чем при работе секций компенсатора на растяжение.

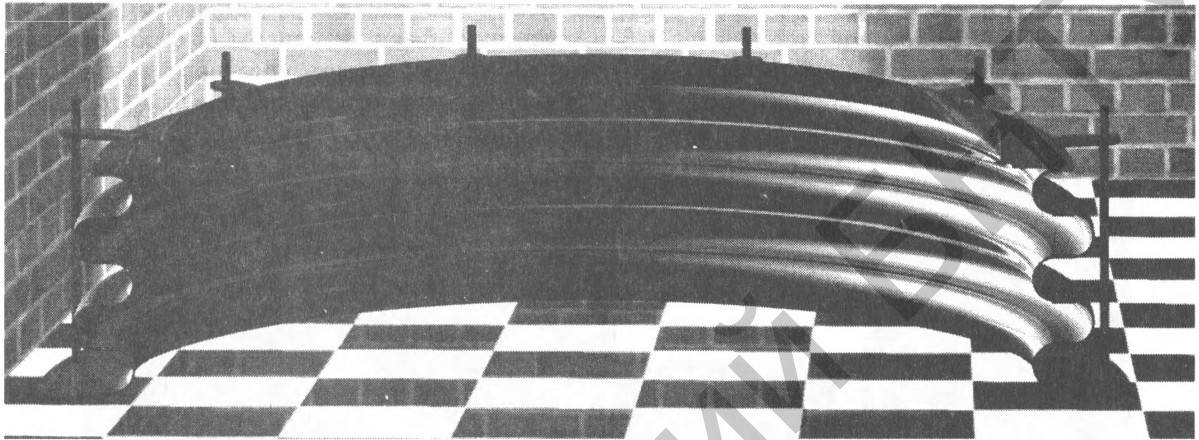


Рис. 2. Рабочая секция компенсатора (показано в разрезе)

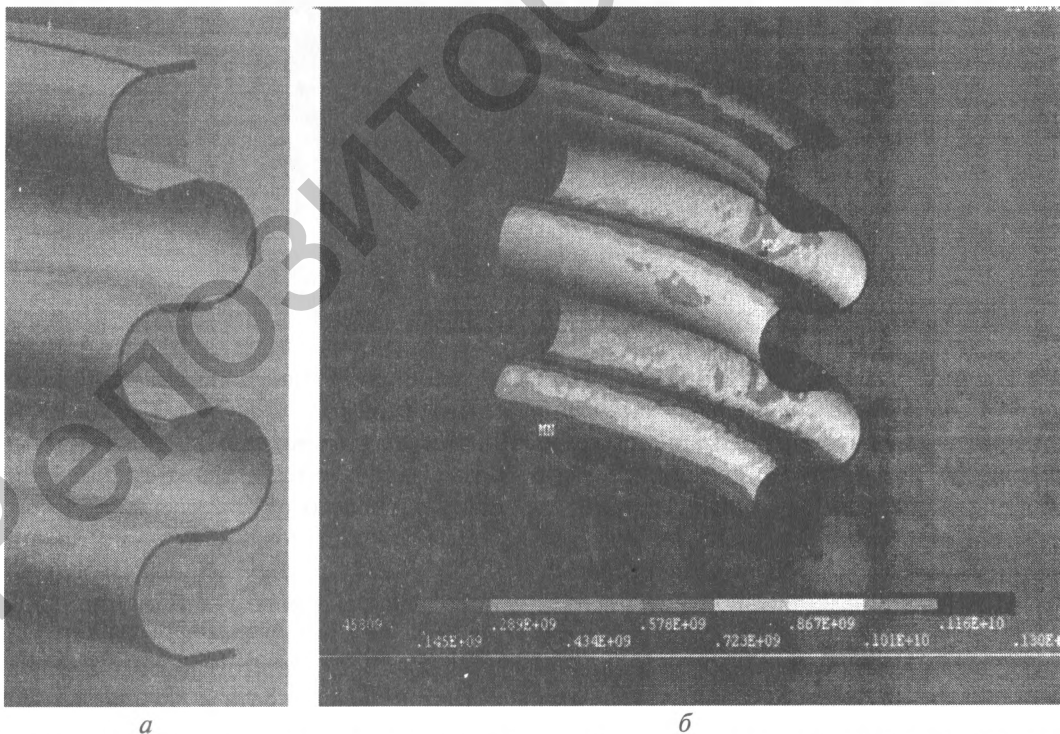


Рис. 3. Деформации (а) и эквивалентные напряжения по Мизесу (б) в исходной модели рабочей секции компенсатора

Рабочие температуры в зоне установки компенсатора не превышают 200–300°C. Соответственно практически отсутствует необходимость в расчете влияния нагрева конструкции компенсатора на его рабочие характеристики.

Цель исследования — выявление достоинств и недостатков предложенной конструкции компенсатора с помощью проведения структурного анализа деформации элементов, а также поиск возможности оптимизации размерных параметров

компенсатора для обеспечения необходимого уровня надежности конструкции.

Моделирование производили в два этапа. На первом этапе рассчитывали базовую модель компенсатора. После анализа результатов моделирования базовой модели в нее были внесены изменения и произведен повторный расчет. При проведении расчетов применяли программный комплекс ANSYS [2].

Для моделирования деформаций, вызванных предварительным сжатием конструкции компенсатора перед монтажом, была создана трехмерная (базовая) модель секции: развертка профиля рабочей части компенсатора на 45° . В качестве свойств материала использовали данные для конструкционной стали обычного качества Ст3.

В результате решения задачи для базовой модели были получены распределения деформаций в модели (рис. 3, а) и графическая зависимость распределения эквивалентных напряжений по Мизесу в объеме модели (рис. 3, б). Анализ полученных данных выявил необходимость изменения геометрии модели для достижения равномерности деформаций по длине рабочей части компенсатора. Для уменьшения деформаций центральной части исходная модель была перестроена. При этом толщина стенки центрального гибкого элемента увеличена от 3,0 до 4,5 мм. С целью более точного анализа деформаций и напряжений были изменены (в сторону повышения точности) параметры сеточного генератора. Результаты дополнительного анализа приведены на рис. 4, а, б.

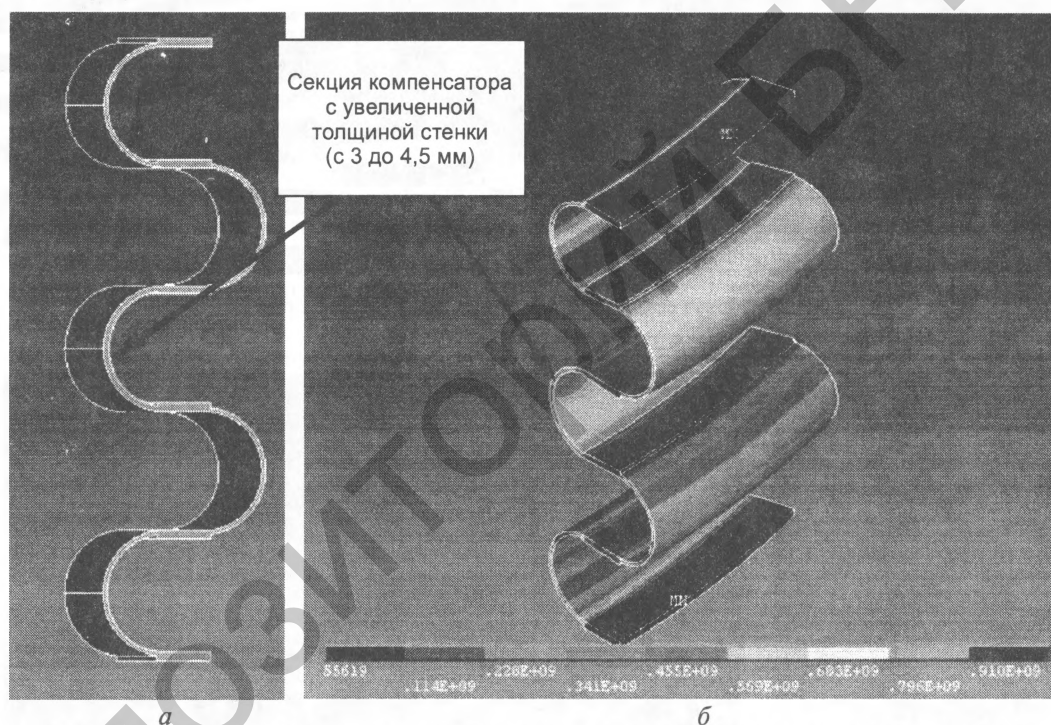


Рис. 4. Деформации (а) и эквивалентные напряжения по Мизесу (б) в оптимальной модели

Проведенный анализ и оптимизация конструкции линзового компенсатора позволили получить равномерное распределение напряжений и деформаций. Максимальные напряжения в рабочей секции компенсатора снизились (в среднем) на 35–40%.

Результаты исследования реализованы в установке рекуператора для вагранок Могилевского металлургического завода.

Литература

1. Тебеньков Б.Г. Рекуператоры для промышленных печей. М.: Металлургия, 1975.
2. Басов К.А. Ansys в примерах и задачах. М.: КомпьютерПресс, 2002.