

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ТИГЕЛЬНОЙ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ПП ANSYS

Завизин А.В.,

**Научный руководитель доктор технических наук Пискажова Т.В.
Сибирский федеральный университет**

Сегодня для создания и выпуска на рынок конкурентоспособного изделия необходимо придать ему высокие потребительские качества. Для этого требуется оценить, как поведет себя будущее изделие в реальных условиях эксплуатации. Проведение испытаний на прототипах - это достаточно трудоемкое и дорогое занятие. Убедиться в работоспособности изделия, не прибегая к большим затратам времени и средств, позволит использование инструментов компьютерного инженерного анализа для решения конструкторских задач и расчета технологических процессов (CAE-инструментов).

ANSYS используется на этапе проектирования, чтобы выяснить, как выполняемая проектная разработка (например, блок цилиндров автомобильного двигателя или зажимное приспособление фрезерного станка) будет вести себя в эксплуатационном режиме нагружения. Также программу ANSYS можно использовать для оптимизации геометрии, описанной в параметрическом виде.

Программа ANSYS работает в среде всех популярных операционных систем (WindowsXX, UNIX) и на всех распространенных компьютерных платформах: от PC до суперкомпьютеров. Особенностью программы является файловая совместимость продуктов семейства ANSYS для всех используемых платформ. Многоцелевая направленность программы (то есть реализация в ней средств для расчета отклика системы на воздействия различной физической природы) позволяет использовать одну и ту же сеточную модель для решения таких междисциплинарных задач, как прочность при тепловом нагружении, взаимодействие потока с конструкцией и др. Модель, созданная на PC, может использоваться на суперкомпьютере и рабочей станции. Это обеспечивает всем пользователям программы удобные возможности для решения широкого круга инженерных задач.

Нами решено было применить программу ANSYS для оптимизации конструкции металлургических печей для снижения расхода электроэнергии, увеличения срока службы печи. В качестве тестового примера были выполнены расчеты тепловых полей тигельной печи сопротивления.

Трехмерные расчеты тепловых полей тигельной печи сопротивления

Были проведены трехмерные расчеты тепловых полей тигельной печи сопротивления. Моделирование проводилось по чертежу данной печи (рисунок 1).

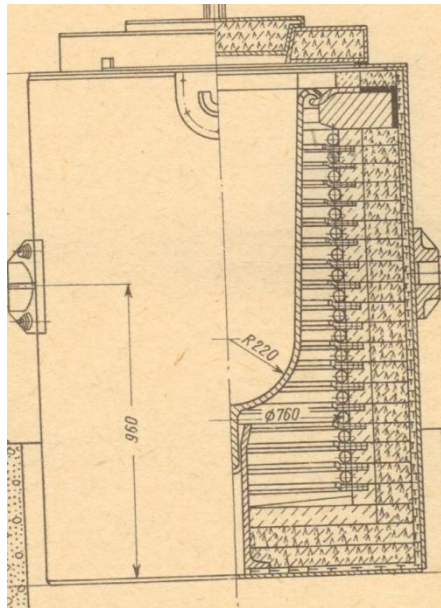


Рисунок 1 – Чертеж тигельной печи сопротивления

Индукционная тигельная печь (ИТП), которую иначе называют индукционной печью без сердечника, представляет собой плавильный тигель, обычно цилиндрической формы, выполненный из огнеупорного материала и помещённый в полость индуктора, подключенного к источнику переменного тока. Металлическая шихта загружается в тигель, и, поглощая электромагнитную энергию, плавится.

Достоинства тигельных плавильных печей:

- Выделение энергии непосредственно в загрузке, без промежуточных нагревательных элементов;
- Интенсивная электродинамическая циркуляция расплава в тигле, обеспечивающая быстрое плавление мелкой шихты, отходов, выравнивание температуры по объёму ванны и отсутствие местных перегревов, гарантирующая получение многокомпонентных сплавов, однородных по химическому составу;
- Принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении;
- Высокая производительность, достигаемая благодаря высоким значениям удельной мощности, особенно на средних частотах;
- Возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создаёт условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой. Печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;
- Простота и удобство обслуживания печи, управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;
- Высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха.

К **недостаткам** тигельных печей относятся относительно низкая температура шлаков, наводимых на зеркало расплава с целью его технологической обработки. Шлак в ИТП разогревается от металла, поэтому его температура всегда ниже, а также сравнительно низкая стойкость футеровки при высоких температурах расплава и наличие теплосмен (резких колебаний температуры футеровки при полном сливе металла). Однако преимущества ИТП перед другими плавильными агрегатами значительны, и они нашли широкое применение в самых разных отраслях промышленности.

Моделирование проводилось в масштабе 1:1. Общий вид модели приведен ниже.

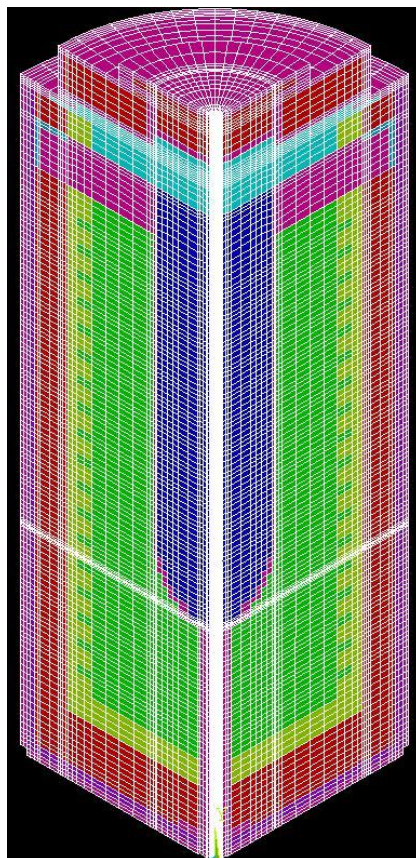


Рисунок 1 – Трехмерная модель тигельной печи (четверть)

Расчет данной модели проводили при различных граничных условиях – два варианта расчетов.

При первом расчете была задана температура металла залитого в тигель печи (например, алюминий) при температуре 750 °С, при чем температура на протяжении всего расчета не менялась, и задана температура внешних стенок 100-150 °С. Необходимо было рассчитать температурное поле, результат расчета приведен на рисунке 2.

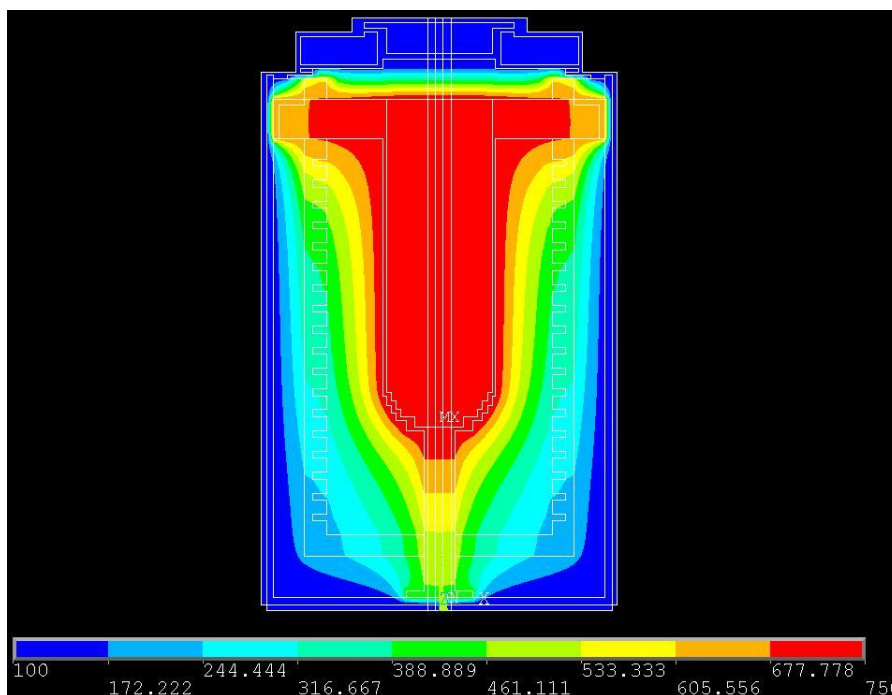


Рисунок 2 – Результат расчета тигельной печи сопротивления при первом варианте задания граничных условий

При втором расчете была задана температура металла залитого в тигель печи (например, алюминий) при температуре 750 °С, при чем температура на протяжении всего расчета не менялась, и задана температура окружающей среды 20 °С и коэффициент теплоотдачи 20 Вт/м², то есть был задан конвективный поток от внешних стенок в окружающую среду. Результат расчета приведен на рисунке 3.

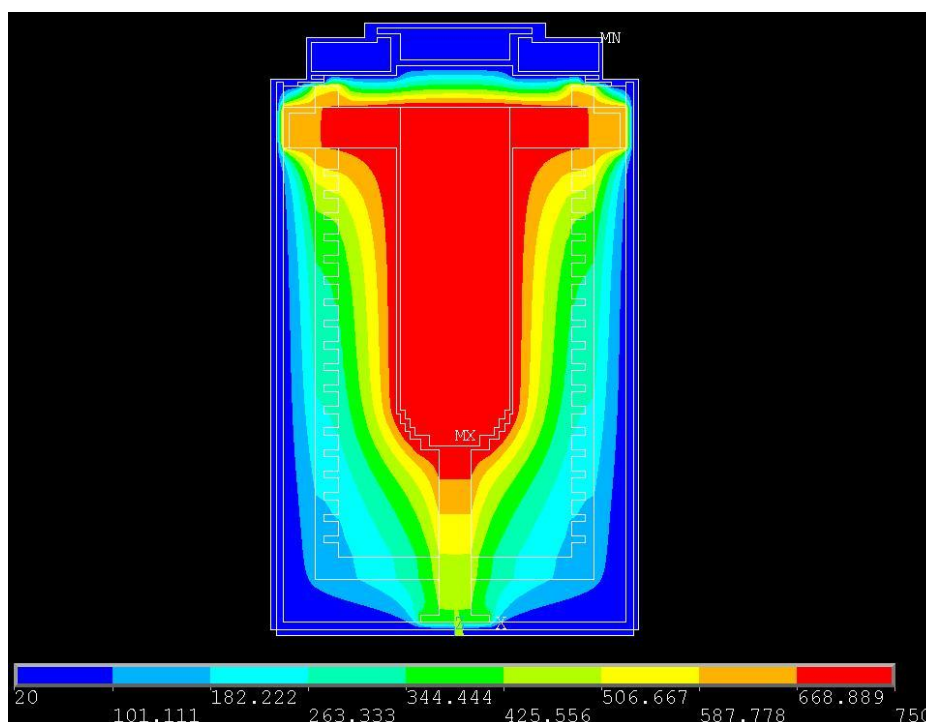


Рисунок 3 – Результат расчета тигельной печи сопротивления при втором варианте задания граничных условий