

*Моделирование процесса  
теплоотдачи на границе шлак-шихта  
с помощью программного пакета  
ANSYS.*

**Выполнили:**       Борисова А.  
                          Жирнова М.  
                          Козлова Е.  
                          Конарева М.

**Руководитель :** Степанов В.В.

# Актуальность:

Рудно-термические печи являются наиболее электроёмкой и крупной группой электротермического оборудования. Развитие рудной электротермии для производства различных металлов и сплавов идёт по пути увеличения мощности соответствующих электропечей.

Современный уровень рудно-термических печей требует методов расчета, основанных на показаниях независимых от мощности и размеров ванн, постоянных для конкретных технологий, учитывающих взаимосвязь между электрическими и тепловыми процессами, протекающими в печи.

# Цель данной работы:

- Изучить программный пакет ANSYS;

## Поставленные задачи:

- Провести тестовые расчёты, подтверждающие применимость программного пакета к расчёту поставленной задачи;
- Исследовать влияние на мощность тепловыделения размеров шихтовых куч.

# Содержание:

Введение

Теплообмен в РТП

1. Обзор программного пакета ANSYS.

1.1 Решение задачи. Основные стадии.

2. Тестовые расчёты.

3. Расчёт поставленной задачи.

3.1 Поставка задачи и методика её решения.

3.2 Результаты решения.

Заключение.

Список используемой литературы.

# Введение:

Использование электроплавки в цветной и чёрной металлургии обусловлено целым рядом его преимуществ перед другими способами. Наиболее существенными из них являются:

- возможность получения высоких температур в малом реакционном объёме печи, в результате чего появляется возможность переработки тугоплавких шихт;
- низкое содержание цветных металлов в шлаках;
- небольшой пылевынос;
- легкость автоматизации работы печи;
- экологическая приемлимость процесса рудной электроплавки.

На рисунке представлены процессы, происходящие в печи,

на примере одного из рудно-термической

Важнейшим параметром является электрическое

сопротивление ванны, которое зависит от его удельной

электропроводимости, расстояния между электродами

их формы, глубины ванны, формы

ванны, в которой находится расплав.

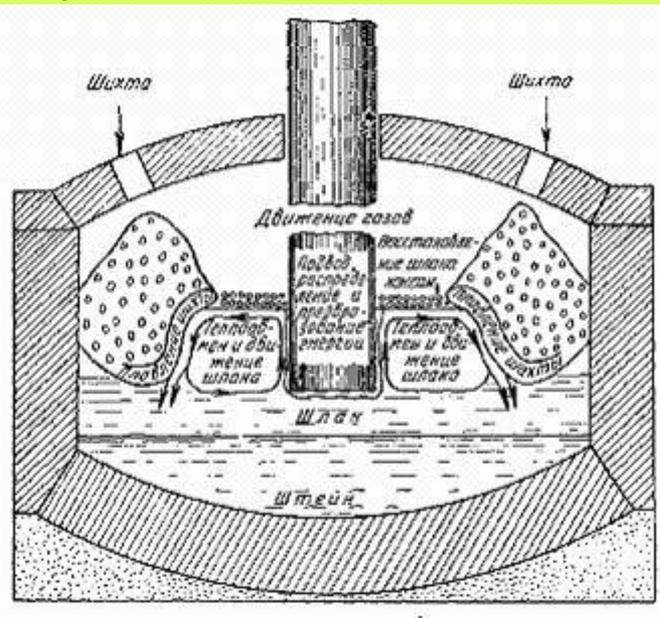
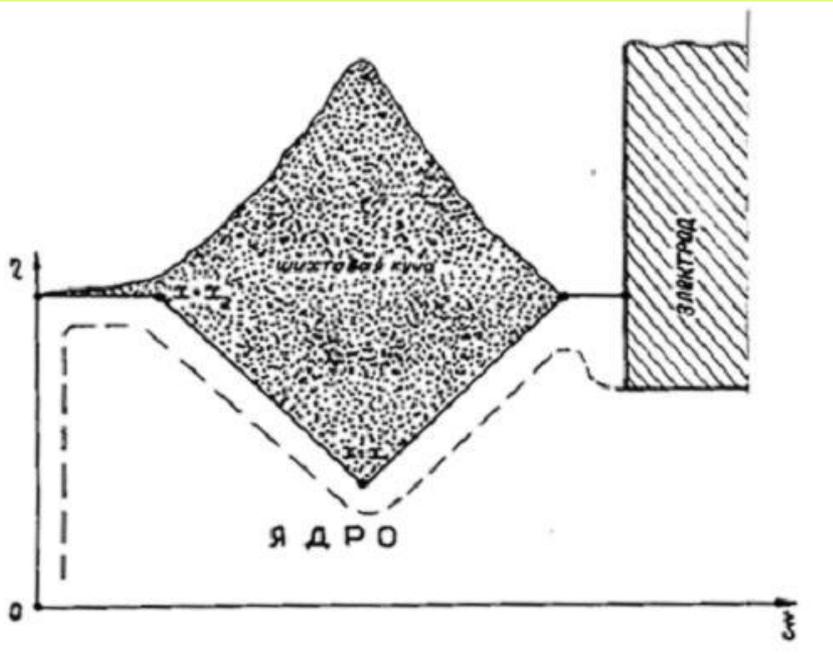


Схема плавки электропечи

Исследованиями процесса теплообмена и конвекции шлаковой ванны был выяснен механизм процесса плавления шихты в электропечах. Как было установлено, шихта в печах плавится, растворяясь в потоках движущегося жидкого шлака.

Наиболее плавится в слое глубиной погружения за наиболее активный слой шлака в этом слое. Описание конвекции в электрических печах была предложено Ю.С.. В своей работе допущение о возможности разделения движения в ванне электропечи



пограничный слой у твердых поверхностей и ядро, занимающее основной объем ванны

# Обзор программного пакета ANSYS

При решении данных задач мы использовали программу ANSYS/Multiphysics. Это наиболее полная комплектация расчётного комплекса, включающая в себя всевозможные физические дисциплины (прочность и тепло), а также электромагнитный анализ, магнитостатику, электростатику, электропроводность, низкочастотный гармонический анализ, высокочастотный анализ и гидрогазодинамику.

## **Решение задачи. Основные стадии**

Решение задачи при помощи программного пакета ANSYS состоит из 3х основных этапов: построение модели и задание граничных условий, получение решения, обзор результатов.

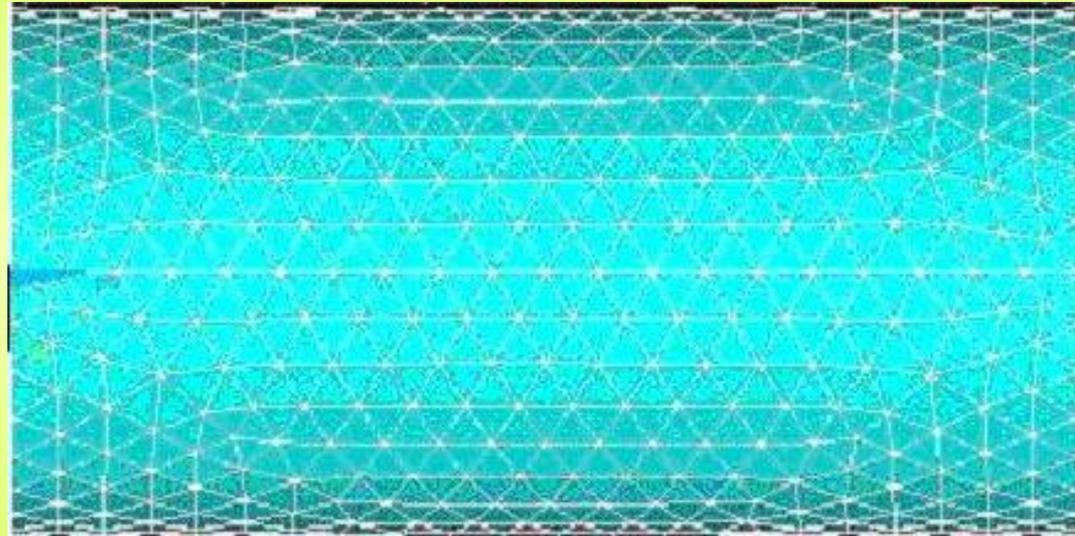
# Тестовый расчёт

С целью проверки работоспособности программы ANSYS был выполнен расчет на тестовой задаче. Полученные результаты решения сравнивались с результатами численного решения.

## Пример 1

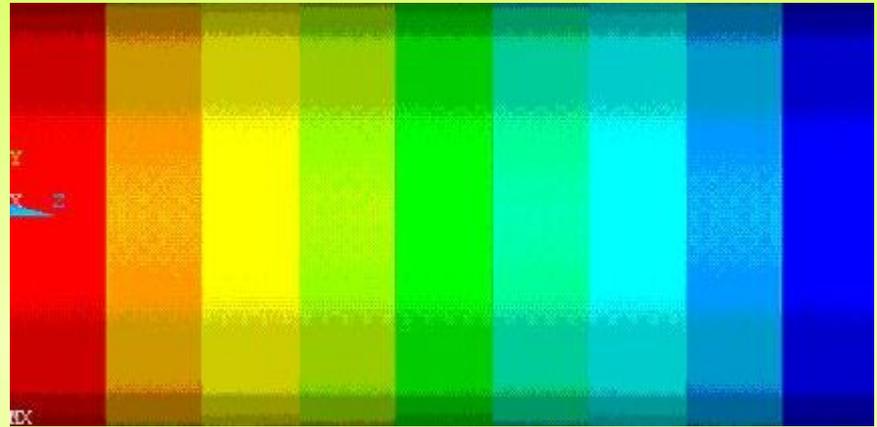
В качестве тестовой модели использовался цилиндр радиусом 0.25м и длиной 1м. Выбор геометрии обусловлен тем, что электроды имеют цилиндрическую форму

Расчётная область разбивалась объёмами, линейный размер которых равен 0.05м. Расчётная сетка показана на рисунке.



На левом торце задавалась температура  $T = 100^{\circ}\text{C}$  и потенциал  $U = 10\text{В}$ , на правом торце –  $T = 0^{\circ}$  и  $U = 0\text{В}$ .

Распределение электрического потенциала представлено на рисунке.



Была проведена оценка правильности вычисления мощности тепловыделения. Значение, полученное программой ANSYS, сравнивалось со значением вычисленным по формуле.

$$Q = U^2/R.$$

$$Q_{\text{ANSYS}}=195,278\text{Вт}, Q_{\text{РАСЧЕТ}}=196,25 \text{ Вт}$$

Также была проведена оценка силы тока проходящей через цилиндр. Значение, полученное с помощью программы ANSYS (вычисляет плотность тока), было сравнено со значением полученным по формуле:

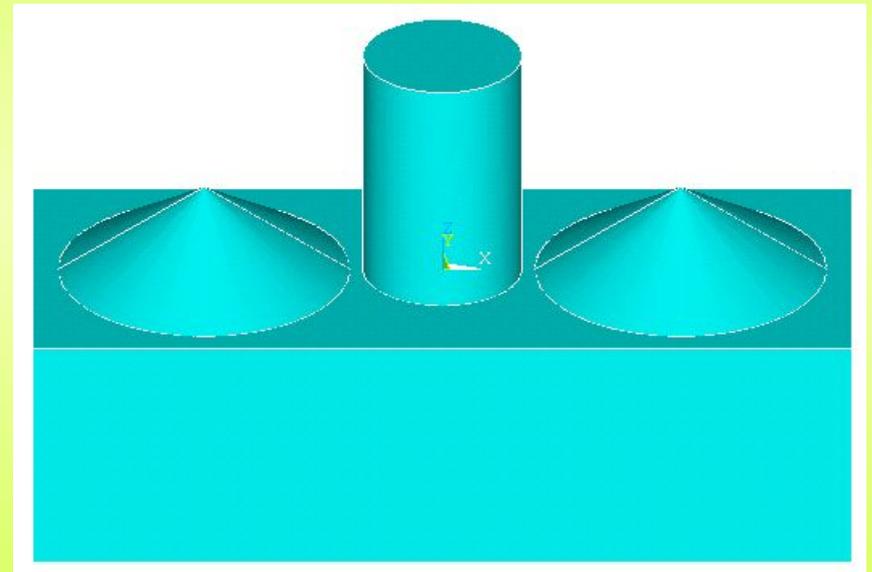
$$I=U/R, j=I/S.$$

Оба значения плотности тока равны 100 А/м

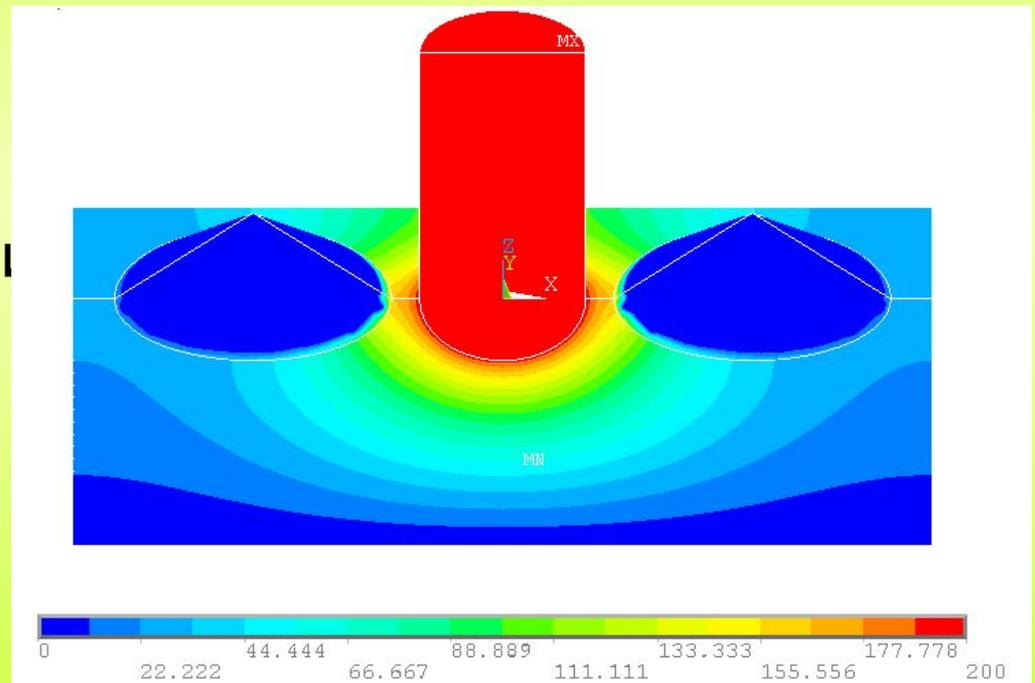
# Расчёт поставленной задачи. Постановка задачи и методика её

## решения

Решение задачи об определении поля потенциала и мощности тепловыделения будет проводиться для приэлектродной области рудно-термической печи. Рассматриваемая область печи представляет собой трехмерную прямоугольную ванну с погруженными в нее электродом и шихтовыми кучами. Форма шихтового откоса в газовом пространстве печи представляет собой круглый конус. Форма электрода в газовом пространстве печи – цилиндр.



- После того как задаются начальные условия, программный пакет ANSYS производит необходимые расчеты и моделирует график распределения потенциалов.



# Заключение

В процессе прохождения практики мы

- ознакомились с устройством и принципами работы рудно-термических электрических печей;
- изучили работу программного пакета ANSYS;
- научились создавать геометрические модели;
- провели тестовые расчеты, подтверждающие применимость программного пакета к расчету поставленной задачи.

Проведённые в ходе нашей работы расчеты распределения температур и потенциалов могут быть использованы в практических целях.

# Список используемой литературы

- Воронин П.А., Мамонтов Д.В., Алкацев М.И. Электрические, электромагнитные и тепловые процессы в рудно-термических печах как объектах с распределенными параметрами. – Владикавказ: «Терек», 1997. – 248 с., ISBN 5-88734-016-9.
- Глинков М.А., Глинков Г.М. Общая теория печей. – М.: «Металлургия», 1978. – 264 с.
- Диомидовский Д.А. Metallургические печи цветной металлургии. – М.: «Металлургиздат», 1961. – 728 с.
- Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. – М.: «Высшая школа», 1990. – 207 с., ISBN 5-06-000116-4.

*Спасибо за  
внимание*