1 слайд.

Добрый день, меня зовут Ненахов Нил, мой научный руководитель — Надежда Петровна Савенкова, квалификационная работа называется «Вычисление управляющих параметров работы электролизной ванны».

2 слайд.

Производство алюминия занимает очень важное место в экономике мира, спрос на него постоянно растет, как видно на рисунке 1. Россия занимает второе место по количеству произведенного алюминия в мире, поэтому алюминий занимает очень важное место в ее экономике.

3 слайд

На слайде вы можете видеть устройство электролизера. Процесс электролиза происходит так: в футерованную ванну наливают слой расплавленного алюминия, через расплавленный электролит пропускается электрический ток с высокой силой тока. Процессы происходящие в ванне очень сложны и сильно взаимосвязаны. Для увеличения выхода по току используется АСУТП — автоматическая система управления технологическим процессом. Для нее необходимо уметь моделировать процессы электролиза для вычисления управляющих параметров.

4 слайд

Одними из основных управляющих параметров являются выход по току и потери по току. Выход по току вычисляется по формуле 1. Теоретическое количество металла, которое получается в процессе электролиза, можно вычислить по формуле 2. Однако в реальности количество полученного металла всегда меньше, причем узнать его не представляется возможным, так как процессы МГД-нестабильности в ванне, ведущие к большим потерям, могут развиваться в течение нескольких секунд, тогда как металл сливается раз в сутки. Поэтому для оценки выхода по току приходится пользоваться эмпирической формулой 3 и полуэмпирической формулой 4. Формула 4 включает в себя поверхностный интеграл, для вычисления которого необходимо знать МПР — межполюсное расстояние по всему горизонтальному срезу ванны. Эти данные позволяет получить основной вычислительный комплекс. Заметим также, что в формуле 4 используется усреднение МПР, поэтому предлагается модифицировать формулу 4.

5 слайд

Модифицированная формула 5 не опирается на усреднение по МПР, поэтому не зависит от выбора точки измерения МПР или каких-либо усреднений. В таблице 1 показана зависимость потерь выхода по току в зависимости от выбора точки, в которой бралось МПР. Как видно, амплитуда значений достаточно высокая. Причем, например, если во время искривления поверхности неудачно взять МПР в месте наибольшего возмущения, значения, получаемые формулой 4, будут противоречить физике, как показано в таблице 1a. В ней момент времени т1 соответствует состоянию МГД-нестабильности, а момент т2 — спокойному состоянию.

6 слайд

Поверхность разбивается на элементарные треугольники как показано на рисунке 4, после чего по формула 6-9. Данный метод был исследован на сгущающихся сетках и имеет второй порядок аппроксимации, как показано в таблице 3.

7 слайд

Рассмотрим несколько интересных с точки зрения управляющих параметров режимов работы ванны. На слайде представлен МГД-стабильный режим работы ванны в два момента времени t\_1 > t\_2. При этом амплитуда значений в первый момент времени больше, чем во второй, и искривлена поверхность больше. Для этих значений вычислены значения выхода по току и потерь выхода по току. Как видно, выход по току увеличился, а потери по току уменьшились. Тем не менее, результаты сильно отличаются, поскольку обе формулы зависят от разных параметров, полученных с большой погрешностью.

8 слайд

На данном слайде представлен МГД-нестабильный режим работы ванны при выемке 11 и 22 анодов. Также представлены два момента времени t1 > t2. В момент времени t2 амплитуда и искривление меньше, что отражается на результате выхода по току и потерях по току. По-прежнему потери уменьшаются для более спокойной поверхности.

9 слайд

Рассмотрим МГД нестабильный случай при анодном эффекте. Здесь также т1 > т2 с уменьшением амплитуды и кривизны поверхности, при этом тренд на увеличение выхода по току и потерь выхода по току сохраняется. Тем не менее снова сказывается то, что обе формулы зависят от различных параметров, которые получаются с большой погрешностью, из-за чего возникает серьезный разброс в значениях. Тем не менее можно заметить общие тенденции на уменьшение потерь по току и увеличение выхода по току для более стабильного состояния ванны.

10 слайд

Также в моей работе были получены распределения потерь по току, для этого использовалась интегральная формула 5. На слайде приведены три случая: стабильная работа ванны, МГД-нестабильность при выемке анодов и МГД-нестабильность при анодном эффекте. Пробы, как правило, берут посередине борта ванны, отмеченного AB. Если в случае МГД-стабильного режима работы ванны и МГД-нестабильного режима при выемке анодов измерение МПР посередине стороны AB действительно даст представление о характере проходящих в ванне процессов, то в случае анодного эффекта конкретное место взятия пробы может сильно повлиять на полученный результат, чем, например, ввести в заблуждение и, как следствие, привести к еще большим потерям по току или даже выходу из строя электролизера. Поэтому данное исследование позволяет выработать рекомендацию брать пробы хотя бы в двух-трех местах вдоль борта AB для того, чтобы более точно оценить режим работы ванны.

11 слайд

Результаты

12 слайд

Литература

13 слайд

Конец