



## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМЫ РАБОТ И ПОСТРОЕНИЕ В-А ХАРАКТЕРИСТИК И СНЯТИИ КРУГОВОЙ ДИАГРАММУ

---

*Уралов Жасур Таипулатович*

*ст. преподаватель Алмалыкского филиала ТГТУ*

### **Аннотация**

Статья посвящена исследованию режимов работы электродуговых установок и построению вольтамперных характеристик, а также снятию круговых диаграмм. Описаны основные принципы работы электрической дуги, виды ионизации, способы регулирования режимов дугового разряда, а также области применения дуговых печей в различных отраслях промышленности.

**Ключевые слова:** электрическая дуга, ионизация, вольтамперные характеристики, дуговые печи, металлургия, регулирование режимов

### **Введение**

Электрическая дуга была открыта в 1803г. В.В. Петровым.

В электрической дуге развивается очень высокая температура и в ней можно плавить любые вещества, в частности металлы, и даже можно восстанавливать их из окислов, нагревая в присутствии углеродистых восстановителей.

Электрическая дуга является одним из видов электрического разряда в газе или в парах. В дуговом разряде газ сильно ионизирован (неионизированные газы и пары, состоящие из нейтральных частиц, не проводят электрический ток), в нем присутствуют положительно заряженные ионы и отрицательно заряженные свободные электроны. Положительные ионы под воздействием электрического поля двигаются к катоду, а электроны к аноду, обуславливая протекание тока через дуговой промежуток.

До начала горения дуги промежуток между электродами не ионизирован и ток через него не протекает.

Одним из источников ионизации (ионизация ударом) является столкновение электрона, ускоряющего свое движение к аноду под действием электрического поля, нейтральной частицей, т.е. для первичной ионизации



промежутка нужно подать на него напряжение пробоя, в десятки или даже сотни раз превышающее напряжение горения дуги.

Вторым источником (основной) ионизации газа является соударение частиц, вызванное их интенсивным тепловым движением (термическая ионизация), т.е. для зажигания дуги производят сближение электродов до их контакта, а затем их разводят. При контакте электродов через них протекает ток короткого замыкания, который их разогревает, и поэтому при их разведении в ионизированном нагретыми электродами промежутке возникает дуга.

Регулирование режима работы дуговых установок осуществляется следующим образом:

- 1) путем перехода на другую вольтамперную характеристику, например при увеличении длины дуги ток уменьшится, а при уменьшении – ток увеличится;
- 2) путем изменения напряжения источника питания;
- 3) путем изменения сопротивления цепи.

Первые два способа широко используются в промышленности, а третий способ практически не применяют ввиду его неэкономичности.

Электрическая дуга широко применяется в электрических дуговых печах и в электродуговой сварке.

Электродуговые печи применяются в металлургической, химической, машиностроительной и в ряде других отраслей промышленности. Они могут быть классифицированы следующим образом:

**Дуговые печи прямого действия.** В них электрическая дуга горит между концами электродов и расплавляемым металлом. Нагрев металла осуществляется при выделении энергии в опорных пятнах дуги, протекании тока через расплав, а также за счет излучения плазмы дуги, конвекции и теплопроводности.

**Дуговые печи сопротивление.** В них дуга горит под слоем электропроводной шихты; теплота выделяется в дуговом разряде и преимущественно при прохождении тока через шихту в расплавленных материалах. Передача теплоты в объем печи осуществляется за счет теплопроводности, излучения и в меньшей мере конвекции.

**Дуговые печи косвенного действия,** где электродуговой разряд горит между электродами, расположенными над нагреваемым материалом, и теплообмен между электрической дугой и материалом осуществляется в основном за счет излучения.



А также **вакуумные, плазменные и плазменно-дуговые** печи.

Ввиду того, что кафедра располагает лабораторным стендом на основе электродуговой печи косвенного действия в дальнейшем будем рассматривать только этот тип.

**Дуговая печь косвенного действия** предназначена для переплава цветных металлов и их сплавов, а также для выплавки некоторых сортов чугуна и никеля. Её основное преимущество – небольшой угар металла, т.к. электродуговой разряд не соприкасается непосредственно с переплавляемым материалом. Однофазная дуговая печь косвенного действия (рис.1) представляет собой горизонтально расположенную ванну, футерованную изнутри огнеупором 1. В противоположных боковых стенках ее установлены электроды 2, перемещаемые по мере обгорания механизмами подачи. Переплавляемый материал 3 загружают на дно ванны через отверстие в боковой поверхности корпуса 5. На электроды подается напряжение, затем они сводятся до соприкосновения и возникновения тока в цепи и затем разводятся, что приводит к возникновению электрической дуги 4. Вследствие поглощения выделяемой дуговой энергии происходит нагрев и расплавление металла. После расплавления металла печь наклоняется механизмом наклона и из нее сливается расплав.

Дуговые печи косвенного действия производятся емкостью 0,25 и 0,5т. В них применяются графитизированные электроды.

Основное электрооборудование дуговых печей:

- печь с электродами и ванной;
- отдельный для каждой печи понизительный трансформатор мощностью 175-250 и 250-400 вВА, вместе с которым часто размещены дроссели;
- короткую сеть, соединяющую вторичные выводы трансформатора с электродами печи;
- коммутационную, измерительную и защитную аппаратуру.

В дуговые электропечных установках различают главные и вспомогательные цепи тока.

Главная цепь тока включает основные электрооборудование и электрические дуги печи.

К вспомогательным относятся цепи управления, измерения и защиты» автоматики и т.п.

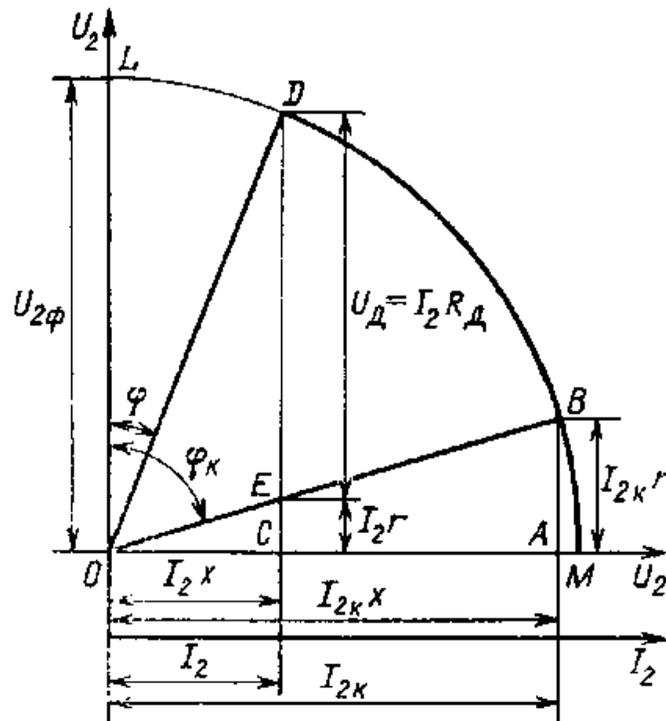
Печные трансформаторы предназначены для питания электродуговых печей. Они имеют следующие особенности:



- а) высокое значение номинального тока на стороне низкого напряжения (до десятков и сотен килоампер);
- б) большой коэффициент трансформации (напряжение с 6,10, 35,110кВ трансформируется до нескольких сотен вольт)
- в) число ступеней напряжения и диапазон его регулирования гораздо больше, чем у силовых трансформаторов (напряжение регулируется примерно на 500% при числе ступеней до 40 и более):
- г) трансформаторы обладают высокой стойкостью против эксплуатационных коротких замыканий с краткостью тока  $(2,5 \div 3)I_n$ , имеют высокую механическую прочность.

Наиболее полную картину изменения энергетических параметров дуговой печи с изменением режима работы печи можно получить при рассмотрении рабочих и электрических характеристик.

Рабочими энергетическими характеристиками печи принято считать зависимость от тока полной активной мощности установки  $P$ ; мощности дуги  $P_d$ , электрических потерь  $P_e$ ; тепловых потерь  $P_T$ ; электрического КПД; коэффициента мощности  $\cos \varphi$ ; расхода электроэнергии на плавку;





производительности сети  $g$ ; продолжительности плавки  $t$ .

Короткой сетью называют токопровод от выводов вторичной стороны трансформаторов до электродов дуговой печи. По короткой сети идут очень большие токи, поэтому токопроводы короткой сети имеют большое сечение и выполнены в виде пакетов медной ленты, медных шин или водо-охлаждаемых труб.

Дроссель или реактор, служит для ограничения бросков тока при эксплуатационных коротких замыканиях и стабилизации горения дуг за счет создания падающей характеристики цепи питания.

В печных дуговых установках необходимы защиты от токов перегрузки и аварийного к.з. Защиту от перегрузки обычно обеспечивают на стороне низшего напряжения с помощью максимальных реле с зависимой выдержкой времени. Защита от токов аварийного к.з. осуществляется с помощью максимальных реле мгновенного действия на стороне высшего напряжения.

### Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что регулирование режимов работы дуговых установок осуществимо несколькими способами: изменением вольтамперных характеристик, напряжения и сопротивления цепи. Данные методы позволяют эффективно управлять плавлением металлов и оптимизировать работу дуговых печей. В условиях лабораторного стенда, изучение косвенных дуговых печей открывает новые возможности для улучшения процессов плавления и повышения качества переработки материалов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Электротехнические пром.установки - под. ред. Свенчанского А.Д (авторы И.П.Йвтюкова, Л.С.Кацевич, Н.М.Некрасова, А.Д. Свенчанский ) Учебник для ВУЗов -М.; Энергоиздат, 1982,400с.
2. Фомичев Е.П.Электротехнологические промышленные установки /учебник для вузов. Киев :Вища школа, 1979. 262с.
3. Болотов А.В., Шепель Г.А. Электротехнологические установки /Учебник для вузов – М:Вышая школа 1988,336с.
4. Электрические промышленные печи. 4.П Дуговые печи. и установки специального нагрева /Под ред. Свенчанского – М: Энергоиздат, 1981, 296с.
5. Ergashovich, Yuldoshov Husniddin, Uralov Jasur Toshpo‘latovich, and Hamdamov Azizjon Olimjon o‘g‘li. "KOMPRESSORNING ORALIQ VA OXIRGI SOVUTGICHLARINING ISSIQLIK ALMASHINUV YUZALARIDA CHO ‘KINDILARNI SHAKLLANTIRISHNI



- KAMAYTIRISH UCHUN TEXNIK YECHIMLARNI ISHLAB CHIQISH." PEDAGOGS 47.2 (2023): 38-43.
6. Uralov, Jasur Tashpulatovich, and Komila Norqobil qizi Qudratova. "O'ZGARMAS TOK MOTORLARINING TEZLIK ROSTLASH USULLARI TAHLILI." Journal of new century innovations 43.2 (2023): 39-41.
  7. Shodiyev, Oqiljon Abdurashit O'G'Li, et al. "KONVEYER TRANSPORTINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI VA TEXNIK YECHIMLARINI ISHLAB CHIQISH." Academic research in educational sciences 4.2 (2023): 285-291.
  8. Toshpo'Latovich, Uralov Jasurbek. "EKSPLUATATSIYA JARAYONIDA POLIMER IZOLYASİYALI KABELLARNING MEKANIK BUZULISHNING PAYDO BO'LISH JARAYONIGA TEXNOLOGIK FAKTORLARNING TA'SIRI." Eurasian Journal of Technology and Innovation 2.3 (2024): 15-20.
  9. Ан, Артур Дмитриевич. "Уралов Жасурбек Ташпулатович, Хван Алексей Юрьевич СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ." Universum: технические науки 12-6 (2023): 117.
  10. Uralov, Jasurbek Tashpulatovich. "STUDY OF THE INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON FLEXIBLE CABLE COATINGS MADE UP OF POLYMER MATERIALS, THE APPLICATION OF TRANSPORT IN THE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM AND MINING ELECTRICAL EQUIPMENT." Modern Scientific Research International Scientific Journal 2.7 (2024): 109-112.
  11. Jumaeva, D. J., et al. "ANALYSIS OF HEAT PROCESSES OF CONNECTED POLYETHYLENE INSULATED CABLE LINES." Вестник науки 4.5 (50) (2022): 273-280.
  12. JUMAeva, DJ, et al. "ВЕСТНИК НАУКИ." ВЕСТНИК НАУКИ Учредители: Индивидуальный предприниматель Рассказова Любовь Федоровна 4.5 (2022): 273-280.
  13. Jumaeva, D. J., et al. "PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF POLYMER INSULATED MATERIALS FOR APPLICATION IN THE CABLE INDUSTRY." Вестник науки 4.5 (50) (2022): 281-287.
  14. qizi Uralova, Feruza Tojiboy. "POLIMER MODDALARNING XUSUSIYATLARI VA POLIMER KABELLARNING AHAMIYATI." Journal of new century innovations 65.2 (2024): 198-205.
  15. qizi Uralova, Feruza Tojiboy. "POLIMER IZOLATSIYALI KABELLAR ELEKTR XUSUSIYATLARIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR MAVZUSINING DOLZARBLIGI VA O'RGANILGANLIK DARAJASI." Journal of new century innovations 65.3 (2024): 11-15.