

IZOLYATSIYANING YUQORI KUCHLANISH TEXNIKASIDAGI ROLI

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti asistenti

Abdulazizov.B.B

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti talabasi

Davronov.S.A

Annotatsiya:

Ushbu maqolada yuqori kuchlanish texnikasida izolatsiyaning o'ri va ahamiyati yoritilgan. Izolatsiyaning elektr maydon taqsimoti, dielektrik mustahkamlik, teshilish jarayoni, qisman razryad hodisasi hamda impuls kuchlanishlarga chidamlilik kabi asosiy fizik jarayonlar tahlil qilingan. Qattiq, suyuq va gazsimon dielektrik materiallarning xossalari hamda ularning energetika tizimlaridagi qo'llanilishi ko'rib chiqilgan. Shuningdek, izolatsiyaning qarishi, namlik va harorat ta'siri, korona razryadi va ekologik omillar bilan bog'liq masalalar ilmiy nuqtai nazardan bayon etilgan. Tadqiqot natijalari yuqori kuchlanishli elektr qurilmalarining ishonchliligi va xavfsizligini oshirishda izolatsiya tizimlarini to'g'ri tanlash va diagnostika qilish muhimligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: yuqori kuchlanish texnikasi, izolatsiya, dielektrik mustahkamlik, elektr teshilish, qisman razryad, impuls kuchlanish, korona razryadi, gazli izolyatsiya, transformator moyi, elektr maydon kuchlanganligi, izolyatsiya qarishi, energetika tizimi.

Аннотация:

В статье рассматривается роль и значение изоляции в технике высоких напряжений. Проанализированы основные физические процессы, такие как распределение электрического поля, диэлектрическая прочность, механизм электрического пробоя, частичные разряды и устойчивость к импульсным перенапряжениям. Рассмотрены свойства твердых, жидких и газообразных диэлектриков и их применение в электроэнергетических системах. Особое внимание уделено старению изоляции, влиянию влаги и температуры, коронному разряду и экологическим факторам.

Подчеркивается, что правильный выбор, проектирование и диагностика изоляционных систем являются важнейшими условиями надежной и безопасной работы высоковольтного оборудования.

Ключевые слова: техника высоких напряжений, изоляция, диэлектрическая прочность, электрический пробой, частичные разряды, импульсное напряжение, коронный разряд, газовая изоляция, трансформаторное масло, напряженность электрического поля, старение изоляции, электроэнергетическая система.

Abstract:

This article examines the role and significance of insulation in high-voltage engineering. Key physical processes such as electric field distribution, dielectric strength, breakdown mechanisms, partial discharge phenomena, and impulse voltage withstand capability are analyzed. The properties of solid, liquid, and gaseous dielectric materials and their application in power systems are discussed. Special attention is given to insulation aging, the effects of moisture and temperature, corona discharge, and environmental factors. The study highlights that proper selection, design, and diagnostics of insulation systems are essential for ensuring the reliability and operational safety of high-voltage electrical equipment.

Keywords: high-voltage engineering, insulation, dielectric strength, electrical breakdown, partial discharge, impulse voltage, corona discharge, gas insulation, transformer oil, electric field intensity, insulation aging, power system.

Kirish

Elektr energetika tizimlarining jadal rivojlanishi, uzoq masofalarga katta quvvatlarni uzatish zarurati hamda sanoat va ijtimoiy infratuzilmaning kengayishi yuqori kuchlanish texnikasining ahamiyatini keskin oshirdi. Bugungi kunda elektr energiyasini samarali va ishonchli uzatish uchun 110 kV, 220 kV, 500 kV va undan yuqori kuchlanish darajalaridan foydalanilmoqda. Bunday sharoitda uskunalarning elektr mustahkamligi va xavfsiz

ishlashi bevosita izolatsiya tizimining sifatiga bog‘liq bo‘ladi. Shu sababli yuqori kuchlanish texnikasida izolatsiya masalasi nazariy va amaliy jihatdan muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

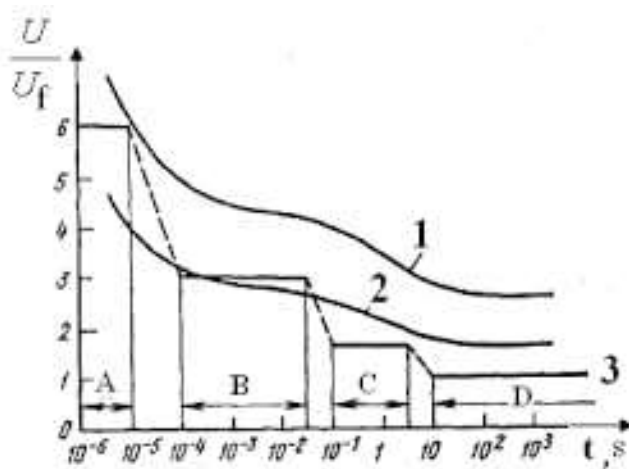
Izolatsiya elektr zanjirining tok o‘tkazuvchi qismlarini bir-biridan va yerga nisbatan ajratib turish bilan birga, elektr maydonini boshqarish, qisqa tutashuv va impuls kuchlanishlardan himoya qilish, qurilmaning mexanik barqarorligini ta‘minlash kabi vazifalarni ham bajaradi. Kuchlanish ortishi bilan dielektrik materiallarga tushadigan elektr maydon kuchlanganligi ham oshadi, bu esa teshilish, qisman razryad va korona hodisalari yuzaga kelish xavfini kuchaytiradi. Natijada izolyatsiya tizimini to‘g‘ri tanlash, loyihalash va ekspluatatsiya jarayonida doimiy nazorat qilish zarurati paydo bo‘ladi.

Yuqori kuchlanish texnikasida qattiq, suyuq va gazzimon dielektrik materiallar keng qo‘llaniladi. Ularning har biri o‘ziga xos elektr, issiqlik va mexanik xossalarga ega bo‘lib, muayyan sharoitga mos ravishda tanlanadi. Zamonaviy texnologiyalar asosida ishlab chiqilayotgan polimer kompozit materiallar, gazli izolyatsiyalangan qurilmalar va ilg‘or diagnostika usullari izolatsiya tizimlarining ishonchliligini yanada oshirmoqda.

Mazkur maqolada yuqori kuchlanish texnikasida izolatsiyaning roli, uning fizik asoslari, asosiy xususiyatlari hamda amaliy qo‘llanilish jihatlari ilmiy tahlil qilinadi. Izolatsiya tizimlarining ishonchliligini ta‘minlash energetika obyektlarining uzluksiz va xavfsiz ishlashi uchun muhim omil ekanligi asoslab beriladi.

Izolatsiya yuqori kuchlanish texnikasining markaziy elementi bo‘lib, u faqat tok o‘tkazuvchi qismlarni ajratib turuvchi passiv qatlam emas, balki butun energetik tizimning ishonchliligi va xavfsizligini belgilovchi faol muhandislik omilidir. Kuchlanish darajasi oshgani sari elektr maydon kuchlanganligi keskin ortadi va natijada dielektrik materiallarning fizik xossalari, ularning ichki tuzilishi, namlikka sezgirligi, haroratga chidamliligi hamda qarish jarayoni alohida ahamiyat kasb etadi. Yuqori kuchlanishli podstansiyalar, uzatish liniyalari va kuch transformatorlarida qo‘llaniladigan izolatsiya sifati butun tizimning barqaror ishlashini ta‘minlaydi.

Yuqori kuchlanish sharoitida asosiy xavf elektr teshilish hodisasi hisoblanadi. Dielektrik material ma'lum kritik kuchlanganlikka yetganda uning molekulyar tuzilishi buziladi va erkin zaryad tashuvchilar soni ko'payib, o'tkazuvchanlik keskin ortadi. Natijada izolatsiya o'z xususiyatini yo'qotadi. Teshilish jarayoni ko'pincha birdaniga sodir bo'lmaydi, balki qisman razryadlar ko'rinishida boshlanadi. Qisman razryadlar izolyatsiya ichida mikroskopik bo'shliqlar yoki nuqsonlar mavjud bo'lganda yuzaga keladi va vaqt o'tishi bilan materialni yemiradi. Shu sababli zamonaviy diagnostika usullarida qisman razryadlarni aniqlash muhim o'rin tutadi.



Berilgan rasm yuqori kuchlanish texnikasida **izolyatsiyani sinash kuchlanishining vaqtga bog'liqligini** ko'rsatadi. Grafik odatda izolyatsiyaning turli vaqt oralig'ida turli xil ortiqcha kuchlanishlarga bardoshlilikini ifodalaydi.

1. egri chiziq

Bu egri chiziq **izolyatsiyaning maksimal chidamlilik xarakteristikasini** bildiradi. Vaqt juda kichik bo'lganda (mikrosekundlar) izolyatsiya juda katta kuchlanishga bardosh bera oladi. Vaqt ortishi bilan ruxsat etilgan kuchlanish kamayadi.

2. egri chiziq

Bu egri chiziq odatda **ichki izolatsiya (transformator, kabel)** uchun ruxsat etilgan sinov kuchlanishini bildiradi. U tashqi izolyatsiyaga qaraganda pastroq.

3. chiziq

Bu gorizontal chiziq — **uzoq muddatli ishchi kuchlanish** darajasini bildiradi (nominal kuchlanish).

Izolatsiya materiali sifatida qattiq, suyuq va gazsimon dielektriklar qo‘llaniladi. Qattiq dielektriklarga chinni, shisha, epoksid qatronlar, polimer kompozitlar kiradi. Suyuq dielektrik sifatida transformator moyi keng ishlatiladi; u nafaqat elektr mustahkamlikni, balki sovitish funksiyasini ham bajaradi. Gazsimon izolatsiyada esa siqilgan havo yoki maxsus gazlar qo‘llaniladi. Masalan, yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmalarida keng tarqalgan gazli izolyatsiyalangan tizimlar (GIS) texnologiyasi ko‘pincha Sulfur hexafluoride gazining yuqori dielektrik mustahkamligiga asoslanadi. Ushbu gazning elektr teshilish kuchi havonikidan bir necha barobar yuqori bo‘lib, kompakt va ishonchli qurilmalar yaratish imkonini beradi.

Elektr maydonining taqsimlanishi izolatsiya samaradorligiga bevosita ta’sir qiladi. Agar maydon bir tekis taqsimlanmasa, kuchlanganlik ayrim nuqtalarda ortib ketadi va lokal teshilish ehtimoli oshadi. Shu bois yuqori kuchlanish texnikasida elektrod shakllari silliq va optimal geometriyada loyihalangani. Masalan, keskin burchakli yoki notekis yuzalar elektr maydonni konsentratsiyalab, korona razryadini yuzaga keltirishi mumkin. Korona razryadi uzoq muddatda izolatsiya qarishini tezlashtiradi va energiya yo‘qotishlarga sabab bo‘ladi.

Izolatsiyaning yana bir muhim jihati uning impuls kuchlanishlarga chidamliligidir. Atmosfera chaqmoq razryadlari yoki kommutatsion o‘tkinchi jarayonlar natijasida qisqa muddatli, ammo juda yuqori amplitudali kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Bunday impulsar izolatsiyaning elektr mustahkamligi sinovdan o‘tkazilishida alohida hisobga olinadi. Laboratoriyalarda maxsus yuqori kuchlanish generatorlari yordamida impuls sinovlari o‘tkazilib, izolyatsiyaning chidamlilik chegarasi aniqlanadi.

Harorat, namlik va ifloslanish ham izolatsiya xossalariga ta'sir etuvchi asosiy omillardir. Nam muhitda dielektrik yuzasida o'tkazuvchan qatlam hosil bo'lishi mumkin, bu esa sirt bo'ylab razryad ehtimolini oshiradi. Shu sababli ochiq havoda ishlaydigan izolyatorlar maxsus shaklda – yomg'ir tomchilarini oqizib yuboruvchi qovurg'ali konstruksiyada ishlab chiqiladi. Sanoat zonalarida esa chang va kimyoviy ifloslanish izolatsiya yuzasida qo'shimcha xavf tug'diradi.

Zamonaviy yuqori kuchlanish texnikasida polimer kompozit materiallar keng qo'llanila boshladi. Ular yengil, mexanik mustahkam va namlikka nisbatan chidamli bo'lib, an'anaviy chinni izolyatorlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Shu bilan birga, ekologik omillar ham hisobga olinmoqda; ayrim gazli izolyatsiya texnologiyalarida atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish maqsadida muqobil gaz aralashmalari ishlab chiqilmoqda.

Xulosa

Yuqori kuchlanish texnikasida izolatsiya tizimi elektr qurilmalarining ishonchli va xavfsiz ishlashini ta'minlovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Kuchlanish darajasi ortgani sari dielektrik materiallarga tushadigan elektr, issiqlik va mexanik yuklamalar ham ortadi, bu esa izolyatsiya sifatiga nisbatan yanada yuqori talablar qo'yadi. Izolatsiyaning elektr mustahkamligi, teshilishga chidamliligi, qisman razryadlarga barqarorligi va impuls kuchlanishlarga bardoshliligi energetik tizimning umumiy barqarorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, izolyatsiya materialini to'g'ri tanlash, elektr maydonini optimal taqsimlash, namlik va harorat ta'sirini kamaytirish hamda muntazam diagnostika o'tkazish yuqori kuchlanishli uskunalarning xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytiradi. Qattiq, suyuq va gazsimon dielektriklarning kompleks qo'llanilishi zamonaviy energetika obyektlarida yuqori samaradorlikni ta'minlamoqda.

Shu bois yuqori kuchlanish texnikasida izolatsiya masalalarini chuqur o'rganish, yangi materiallar va innovatsion texnologiyalarni joriy etish, shuningdek, nazorat va sinov

usullarini takomillashtirish dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda. Izolatsiya tizimining ishonchliligi butun elektr energetika tizimining xavfsizligi va barqaror ishlashining poydevori hisoblanadi.

Adabiyotlar:

1. Gayibov T.Sh. *Yuqori kuchlanish texnikasi*. Darslik. Toshkent: Yoshlar nashriyoti uyi, 2020. 320 b.
2. Abdulazizov B.B., Shaymanov M.R., Saparov D.I. *Elektr xavfsizligi*. Darslik. Toshkent: Noshir, 2025. 240 b.
3. Rizk F.A.M., Trinh G.N. *High Voltage Engineering*, 1st Edition. Routledge, 2017. [ARM da elektron nusxasi mavjud]
4. Xamidov N.A. *Yuqori kuchlanish texnikasi va izolyatsiya*. Toshkent: Fan va texnologiya, 2012. 200 b.
5. *O‘ta kuchlanish va izolyatsiya fanidan ma’ruzalar matni*. Farfona, 2012.
6. Shaymanov M., Abdulazizov B. *Elektrotexnika va elektronika fanidan uslubiy qo‘llanma*. TMTI, 2024. 110 b.
7. Shaymanov M., Abdulazizov B. *Elektrotexnika va elektronika fanidan laboratoriya mashg‘ulot ishlarini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatma*. TMTI, 2024. 62 b.
8. Shaymanov M., Abdulazizov B. *Yuqori kuchlanish texnikasi fanidan amaliy mashg‘ulot ishlarini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatma*. TMTI, 2023. 45 b.