

ТОРТИШ ЭЛЕКТ ТАЪМИНОТИ ТИЗИМИДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ТОК ЎЛЧАШ ЎЗГАРТИРГИЧЛАРИГА ҚЎЙИЛАДИГАН АСОСИЙ ТАЛАБЛАР

Амиров Султон Файзуллаевич

“Электр таъминоти” кафедраси мудири, т.ф.д., профессор

Мухсимов Шавкат Суннат ўғли

Доцент (PhD), ТДТУ

Абдуллаева Муштарий Сафарбой кизи

Магистр, ТДТУ Ўзбекистон, Тошкент ш.

MAQOLA MALUMOTI

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received: 19.08.2025

Revised: 20.08.2025

Accepted: 21.08.2025

KALIT SO'ZLAR:

*трансформатор,
қисқа туташув,
кўндаланг ток
дифференциал реле
ҳимояси,
трансформация
коэффициенти,
дисбаланс токи,
ажраткич, сақлагич,
улаб – узгич,
зарядсизлагич,
тақсимловчи қурилма,
частотавий диапазон,*

*Ушбу мақолада темир йўл транспорти
электр таъминоти тизимларида катта
тоқларни аниқ ва ишончли ўлчаши зарурати
ёритилган. Электр таъминотининг самарали ва
хавфсиз бошқарилиши учун тортувчи
генераторлар, трансформаторлар,
нимстанциялар, электр моторлари ва электр
тармоқларида тоқларни назорат қилиши
муҳимлиги таъкидланган. Мақолада
дифференциал ҳимоя тизимлари, айниқса
кўндаланг ток дифференциал ҳимоясининг
ишлаш принциплари ва схемалари
тушунтирилган. Шунингдек, трансформаторли
подстанция схемалари таҳлил қилинган ва
уларни танлашдаги муҳим омиллар кўрсатиб
ўтилган. Мақолада тортиши электр таъминоти
тизимларида қўлланиладиган ток ўлчаши
ўзгартгичларига (ТЎЎ) қўйиладиган асосий
талаблар – аниқлик, ишонччилик, сезгирлик ва
экстремал шароитларда ишлаш қобилияти –*

гармоник таркиб...

ҳақида ҳам маълумот берилган. Умуман, мақола темир йўл энергетика тизимларида электр хавфсизлиги ва самарадорликни ошириш учун замонавий назорат ва ҳимоя технологияларини татбиқ этишининг долзарблигини очиб беради.

Темир йўл транспорти электр таъминоти тизимларида катта тоқларни ўлчаш зарурати темир йўл автоматикаси электр таъминоти қурилмаларини, тепловозлар ва электровозлар тортувчи генераторларини, моторларини, тортувчи нимстанция трансформаторлари ва тўғрилагич агрегатларини, электр узатиш линияларини, электр таъминоти тизимларининг истеъмолчилари ва алоҳида қурилмаларини, электротехник жиҳозлар ва аппаратларни синаш жараёнини, ишлаб чиқарилган ва истеъмол қилинган электр энергиясини ҳисобга олиш жараёнини назорат қилиш ва бошқаришда юзага келади (1.1- расм) [4].

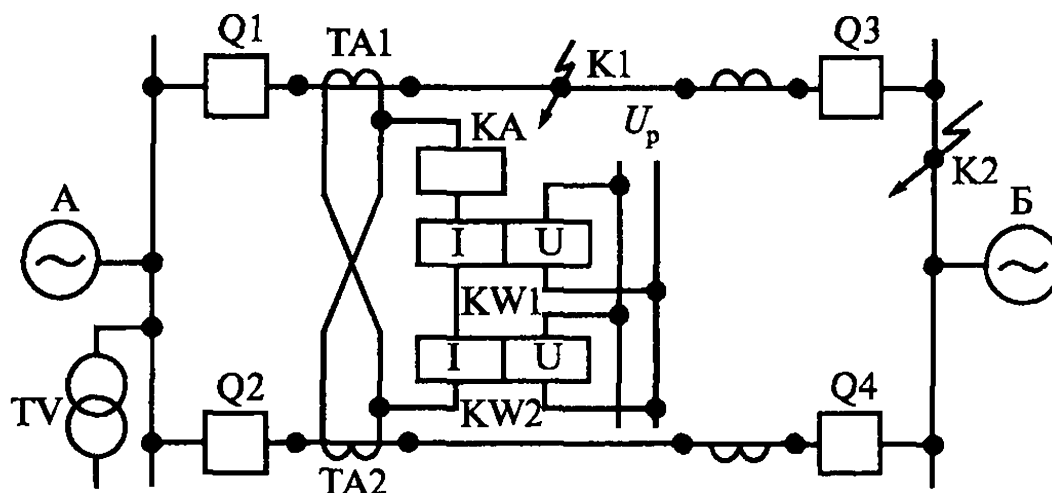


1 – расм. Электрлашган темир йўл электр таъминоти тизимида назорат қилинадиган ва бошқариладиган объектлар мажмуаси.

Электрлашган темир йўл электр таъминоти тизимидаги тортувчи нимстанция фидерларида тоқлар қиймати 1200 А гача, электр ҳаракат таркибининг турига қараб – 200-750 А гача, 2х25 электр таъминоти тизимининг тортувчи нимстанция фидерларида – 1500 А гача, поездларнинг ҳаракат интенсивлиги ошганда ва тоғли ҳудудларда тортувчи нимстанция фидерларида 2000 А гачани ташкил этади [5; 6].

Энергетика тизимларининг электр қисмида шикастланишлар ва электр ускуналарининг ноодатий ишлаш режимлари содир бўлиши мумкин. Бу электр станциялари, нимстанциялар, электр узатиш линиялари ва истеъмолчилар электр ускуналари учун хавф туғдиради. Трансформаторлар электр тармоқларининг энг муҳим қурилмаларидан бири ҳисобланади ва уларда турли хил шикастланишлар содир бўлиши мумкин. Энг кўп учрайдиган шикастланишлар фазалараро туташув, ўрамлараро туташув, ерга туташув ва магнит ўтказгичнинг шикастланишидир. Бу шикастланишлар электр қурилмаларининг нормал ишлашини бузади, аварияларга ва хатто ёнғинга олиб келиши мумкин. Кўп йиллик тажрибаларга кўра, трансформатор чиқишларидаги қисқа туташувлар ва ўрамлараро туташувлар энг кенг тарқалган муаммолардан ҳисобланади. Шунинг учун трансформаторларнинг ишончлилигини таъминлаш учун уларни мунтазам назорат қилиш ва ҳимоя чораларини кўриш жуда муҳимдир [2].

Трансформаторларнинг фазалараро қисқа туташувларидан, ерга нисбатан яқка фазали қисқа туташувлардан ва битта фаза ўрамларининг туташувларидан тезкор ҳимоя қилиш усули сифатида дифференциал ҳимоя кенг қўлланилади. Дифференциал ҳимоя вазифаси - муҳофаза қилинадиган линиялар ёки қурилмалар орасидаги тоқларни солиштиришдан иборат. Қисқа туташув содир бўлганда, реле ҳимояси шикастланган участкани ўчиради. Бу турдаги ҳимоя трансформаторлар, генераторлар, двигателлар, ҳаво электр узатиш линиялари, реакторлар, шиналар ва шиналарнинг уланишлари учун зарур. Дифференциал реле ҳимояси кўндаланг ва бўйлама тоқ дифференциал ҳимояларига бўлинади. Қуйида эса кўндаланг тоқ дифференциал ҳимоясининг ишлаш тартиби келтирилган (2-расм) [1].



2 – расм. Кўндаланг дифференциал ҳимоя линиясининг схемаси.

Кўндаланг ток дифференциал ҳимояси умумий шинага уланган икки параллел линияларнинг бир номли фазаларидаги тоқларни таққослайди. Икки линиядаги ток трансформаторлари бир хил трансформация коэффициентига эга. КА ток релеси ва KW1 ҳамда KW2 қувват йўналиши релеларининг ток чулғамлари ТА1 ва ТА2 ток трансформаторларининг иккинчи чулғамларидаги тоқлар фарқига уланади. Оддий иш режимида ва ташқи қисқа туташув (масалан, К2 нуқтасида) ҳолатида икки линиядаги тоқлар бир-бирига тенг бўлади, натижада реледен ток ўтмайди ва ҳимоя ишламайди. Бироқ, ток трансформаторларининг аниқ эмаслиги сабабли, ҳатто оддий иш режимининг ўзида ҳам реледан кичик дисбаланс ток ўтиши мумкин. Шунинг учун, ҳимоя релесининг ишлаш токи дисбаланс токидан юқори қилиб танланади.

Агар ҳимоя зонасидаги битта линияда қисқа туташув юз берса (масалан, К1 нуқтасида), у ҳолда тоқлар тенглиги бузилади: Q1 ўчиргичидан ўтаётган ток Q2 ўчиргичидан ўтаётган тоқдан катта бўлади. Агар ТА ток трансформаторларининг иккинчи чулғамларидаги тоқлар фарқи КА релесининг ишлаш токидан катта бўлса, КА реле ишга тушади ва (KW1 ёки KW2 релесининг контактлари орқали) зарарланган линияни ўчиради. Қувват йўналиши релелари қайси линиядан қисқа туташув ўтганини аниқлаш учун керак. Шу каби ҳимоя подстанция Б шиналари томонидан ҳам ўрнатилади.

Кўндаланг йўналтирилган ток дифференциал ҳимояси икки ўлик зонага эга: бири линиянинг бошида, иккинчиси эса охирида. Линия бошидаги ўлик зона, айниқса, яқинда содир бўлган уч фазали қисқа туташувлар учун қувват релега келадиган

кучланишнинг пастлиги билан изоҳланади. Оддатда, бу зона токли отсечка билан тўлдирилади. Линия охиридаги ўлик зона эса, муқобил подстанция шиналари яқинида содир бўлган қисқа туташувларда, иккала линиядаги тоқлар фарқи жуда оз бўлгани учун КА релесидagi ток ишлаш токидан паст бўлиши билан боғлиқ. Кўндаланг ток дифференциал ҳимоя 35—110 кВ тармоқларида кенг қўлланилади [7].

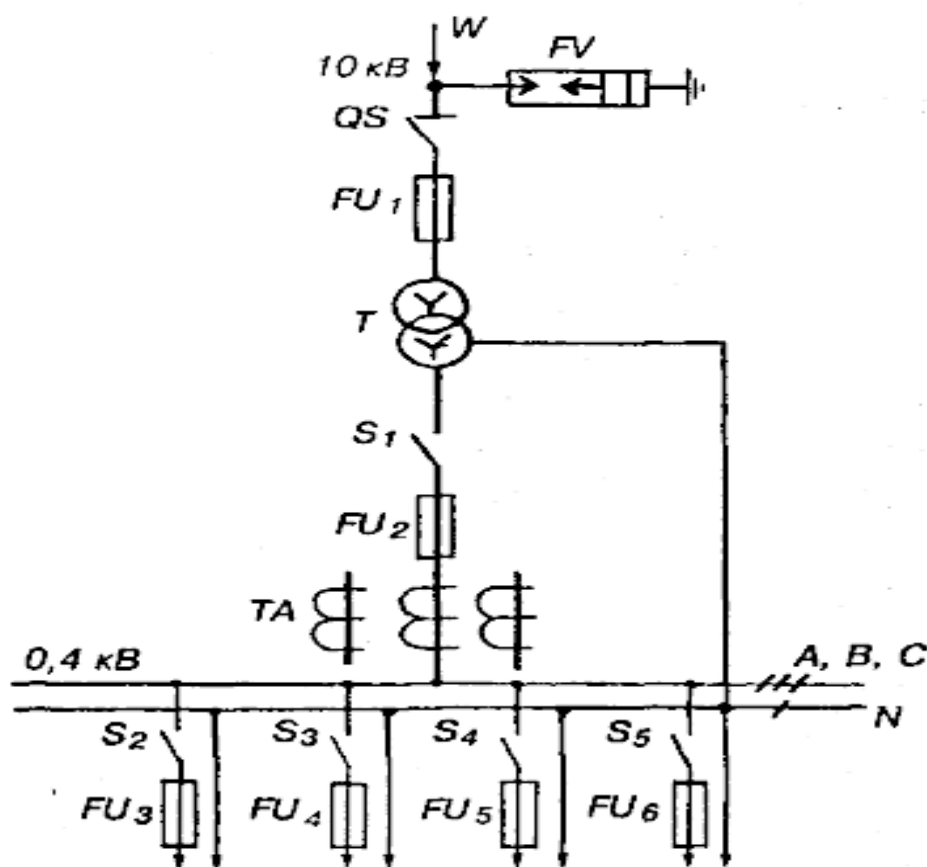
Дифференциал ҳимоя электр энергетика тизимининг ишончилиги ва хавфсизлигини таъминлашда муҳим роль ўйнайди. У қисқа туташув ва бошқа авария ҳолатларида зудлик билан ишга тушиб, шикастланган қисмни тезда ажратиши керак. Ҳимоя тизимининг самарадорлиги унинг тезкорлиги, аниқлиги, ишончилиги ва сезгирлигига боғлиқ. Шунингдек, дифференциал ҳимоя зонани аниқ белгилаши, нормал ҳолатларда ёлғон сигнал бермаслиги ва мувозанатни сақлаши талаб этилади. Унинг ишончли ўчириш механизми ва мукамал селективлиги электр тармоғининг узлуксиз ва хавфсиз ишлашига хизмат қилади. Талабларга риоя қилиш дифференциал ҳимоянинг ишлаш самарадорлигини оширади ва электр энергетика тизимидаги аварияларнинг олдини олишга ёрдам беради.

Замонавий шароитларда истеъмолчиларни ишончли ва иқтисодий жиҳатдан самарали электр таъминоти билан таъминлаш учун кўп сонли электростанциялар, нимстанциялар ва уларни боғловчи турли кучланишдаги электр тармоқларининг ҳамкорликда ишлаши талаб этилади. Аммо бунда станция ва подстанцияларнинг электр схемалари уларнинг алоҳида элементларини етарлича оддий, ишончли ва қулай тарзда улашни таъминлаши лозим. Нимстанцияларнинг ишлаш шароитларида ускуналарни таъмирлаш учун чиқариш, аварияларни бартараф этиш каби ҳолатларда схемани ўзгартириш зарурати туғилади. Электр схемаларини ўзгартириш имконини таъминлаш мақсадида уларнинг элементлари — трансформаторлар, тақсимлаш қурилмаларининг шиналари, ҳаво ва кабель линиялари — бир-бирига коммутатор аппаратлар ёрдамида уланади.

Нимстанциянинг асосий схемасини танлашда бир қатор ҳал қилувчи омиллар инобатга олинади. Биринчи навбатда, унинг энергетика тизимидаги жойлашуви ва бажарадиган вазифаси аниқланади, чунки бу нимстанциянинг умумий ишлаш принципини белгилайди. Иккинчи навбатда, трансформаторлар сони, уларнинг қуввати ва чиқувчи электр линиялари сонини тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга, чунки бу факторлар истеъмолчиларни барқарор ва узлуксиз электр энергияси билан таъминлашда асосий ўрин тутди. Шу билан бирга, нимстанциянинг ишлаш

кучланиш даражалари ва таъминот олувчи истеъмолчиларнинг категориялари ҳам схема танловида ҳал қилувчи омил ҳисобланади.

Темир йўл истеъмолчилари асосан биринчи ва иккинчи тоифага мансуб бўлгани сабабли, уларни электр энергияси билан таъминлаш учун икки трансформаторли подстанциялар кенг қўлланилади, бунда битта трансформатор резерв вазифасини бажаради. Учинчи тоифага мансуб истеъмолчилар учун эса одатда битта трансформаторли нимстанция схемаси ишлатилади.



3 – расм. Бир трансформаторли подстанция схемаси (бирламчи кучланиши 10 кВ).

Бирламчи кучланиши 10 кВ, иккиламчи кучланиши 0,4 кВ бўлган бир трансформаторли подстанциянинг бир чизикли электр схемаси. 1-расмда кўрсатилган подстанция 10 кВ ҳаво линияси орқали электр энергиясини қабул қилади. Нимстанция кириш қисмида QS ажраткичи ва FU сақлагичи ўрнатилган бўлиб, улар Т трансформаторни қисқа туташув тоқларидан ва узоқ муддатли хавфли юкламалардан ҳимоя қилади. Ҳаво линияси орқали келаётган атмосфера ортиқча кучланишларидан

ҳимоя қилиш учун зарядсизлагич FV қўлланилади. РУ-0,4 кВ (таксимловчи қурилма) бир қатор шиналар тизимига эга бўлиб, унга кучланиш Т трансформатор орқали узатилади. Кириш қисмида S улаб – узгич (рубильник), FU2 сақлагичи ва ТА ток трансформатори ўрнатилган. Ток трансформаторлари ҳамма фазаларда ўрнатилмаслиги мумкинлиги учун схема уч фазали шаклда берилган. Трансформатор нейтралдан нейтрал шиналарга (N) алоҳида сими билан уланиши кўрсатилган. 0,4 кВ шиналаридан истеъмолчиларга чиқувчи линиялар жойлашган бўлиб, уларда S2-S5 улаб – узгич (рубильник)лар ва FU1-FU6 сақлагичлар мавжуд. 3 – расмдан кўриниб турибдики, бу нимстанциянинг схемаси жуда содда, унинг элементлари захира (резерв) қилинмаган. Агар биронта элемент ишдан чиқса ёки зарарланса, истеъмолчиларнинг бир қисми ёки трансформатор зарарланганда барча истеъмолчилар электр таъминотидан узилиши мумкин. Шу сабабли, икки трансформаторли нимстанциялардан фойдаланиш бу камчиликни анча бартараф этади [8].

Тортиш электр таъминоти қурилмалари бошқарув тизимларининг юқорида келтирилган ҳамда уларнинг ўқув ва илмий адабиётларда учрайдиган бошқа схемаларининг таҳлили шуни кўрсатдики, тортиш электр таъминоти қурилмалари бошқарув тизимларида ток ўлчаш ўзгартгичлари (ТЎЎ) учун қўйиладиган талаблар, уларнинг ишлаш самарадорлиги ва ишончилигини таъминлаш мақсадида жуда муҳим. Ушбу талаблар турли электр қурилмаларининг ишлашини тўғри мониторинг қилиш ва назорат қилиш учун зарур бўлган функцияларни ўз ичига олади:

1) ишончилик ва аниқлик; 2) сезгирлик ва контактсиз ўлчаш; 3) чизиқчилик ва гармоник таркибни бузмаслик; 4) габаритлар ва монтаж қулайлиги; 5) частотавий диапазон ва ишчи ҳарорат; 6) энергия сарфи ва қулайлик.

Ушбу талаблар ТЎЎларнинг юқори самарадорликда ишлаши ва электр таъминоти тизимларининг ишончилигини таъминлаш учун зарурдир. Тизимнинг барқарорлиги ва хавфсизлигини таъминлаш учун ушбу талабларнинг барчаси амалга оширилиши керак.

Тортиш электр таъминоти қурилмалари бошқарув тизимларининг таҳлили шуни кўрсатдики, уларда фойдаланиладиган ўзгарувчан катта тоқларни ўлчовчи ўлчаш ўзгартгичлари кенгайтирилган функционал имкониятларга, юқори сезгирлик, аниқликка ва ўлчаш диапазони бўйича чизиқли ўзгартириш функциясига ҳамда экстремал шароитларда стабил характеристикаларга эга бўлиши аниқланди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Фигурнов Е.П. Релейная защита: Учебник. В 2ч. Ч. 1. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ГОУ “Учебно-методический центр по образованию на же-лезнодорожном транспорте”, 2009. – 415 с.
2. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
3. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В.Чиркова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
4. Амиров С.Ф., Сафаров А.М., Шойимов Й.Ю., Хушбоков Б.Х. Вопросы измерения на железнодорожном транспорте (особенность, состояние и перспектива)// ТошТЙМИ ахбороти. – Тошкент, 2006. – №2. – С.88-96.
5. Плакс А.В. Системы управления электрическим подвижным составом. Москва: Маршрут, 2005. -360 с.
6. Марквардт К.Г. Энергоснабжение электрических железных дорог. - М.: Транспорт, 1982. - 582 с.
7. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. — М.: Высшая школа, 2006. — 639 с.
8. Кокин С. Е., Дмитриев С.А., Хальясмаа А.И. Схемы электрических соединений подстанций: учебное пособие. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015.— 100 с.