

Винахід відноситься до галузі електротехніки, а саме до електричних розподільних пристроїв трьохфазного струму високої напруги електричних станцій і підстанцій, а саме, до схем як відкритих або закритих розподільних пристроїв так і для комплектних розподільних пристроїв елегазових 110 - 500кВ, електростанцій, у тому числі теплових, що виконані за блочною схемою "генератор - трансформатор" і може бути застосований у головних схемах знижувальних підстанцій енергосистем, металургійних заводів, залізничного транспорту і ін.

Відомий комплектний розподільний пристрій елегазовий (КРПЕ) з двома основними системами шин, що містить приєднання, підключені за схемою з одним вимикачем, два шиноз'єднувальних вимикача, у яких кожна з систем шин секціонована вимикачем на дві частини і додатково розділена роз'єднувачами через кожні два приєднання (Л.І. Двоскін. Схеми і конструкції розподільних пристроїв. М. Енерговидав, 1985, стор. 212-213).

До недоліків відомого пристрою відноситься те, що при нормальних режимах його роботи, під час виникнення пошкодження будь-якого з вимикачів, шинного роз'єднувача або секції системи шин відбувається відключення усіх приєднань цієї секції, а у разі відключення шиноз'єднувального або секційного вимикача - до відключення половини (п'яти) приєднань, а також відключення чарунок ліній, розташованих у центрі пристрою, для виконання ремонту шинних роз'єднувачів та ділянок секцій систем шин необхідне переведення усіх приєднань на одноімнену секцію другої системи шин, аварійне відключення якої приведе до відключення чотирьох приєднань, також ремонт обладнання чарунки пристрою займає значно більше часу, ніж ремонт лінії, що підключена до цієї чарунки, режим тривалого відключення відремонтованої лінії, а тим більше декількох ліній, у багатьох випадках буває неприйнятним за умовами енергосистем.

Найбільш близьким, за технічною суттю, до винаходу, що заявляється, є розподільний пристрій високої напруги, що містить розмикачі, роз'єднувачі, дві системи шин і рівне число ліній і трансформаторів, причому приєднання у вигляді ліній електропередач і трансформаторів з'єднані в блоки попарно, через вимикачі і роз'єднувачі, та підключені до однієї із систем шин, системи шин об'єднані через вимикач і роз'єднувачі, при цьому кожне з'єднання лінії з трансформатором виконано одним вимикачем, а трансформатори підключені до другої системи шин через роз'єднувачі. Пристрій додатково містить третю систему шин, до якої підключені, через відповідні вимикачі і роз'єднувачі, усі блоки та одна із систем шин (авторське свідоцтво СРСР № 758369, кл. H02J 3/00, опубліковане 23.08.80).

Недоліками відомого пристрою є його ненадійність у ремонтних режимах, що пов'язані з ремонтом приєднань (особливо ліній електропередач), у яких пошкодження будь-якого трансформатора, що працює за блочною схемою і супроводжується відмовою його шинного вимикача, приводить до відключення трьох приєднань (двох трансформаторів і однієї лінії). Схема пристрою виконана залежною, через підключення обох обхідних вимикачів (ОВ) та усіх приєднань, до однієї з обхідних систем шин (ОСШ), у результаті чого ремонт будь-якого роз'єднувача, який з'єднує приєднання блока до вищевказаної ОСШ, супроводжується відключенням обох приєднань цього блока на час ремонту роз'єднувача, а ремонт будь-якого блочного вимикача супроводжується використанням обох ОВ при випробуванні ОСШ, до якої підключається лінія, це ускладнює умови експлуатації пристрою, крім того, при використанні елегазового обладнання, ремонт будь-якого вимикача, у разі пошкодження будь-якого з роз'єднувачів, що примикає до цієї ОСШ, супроводжується відключенням чотирьох приєднань. Наявність трьох систем шин і двох додаткових вимикачів на шість приєднань та однієї робочої системи шин, яка забезпечує паралельну роботу блоків "трансформатор-лінія" (ТЛ) перешкоджає застосуванню пристрою на електростанціях, що обмежує його функціональні можливості, пристрій дорогий, має недостатню ремонтпридатність та ускладнені умови експлуатації.

В основу винаходу поставлене завдання удосконалення розподільного пристрою високої напруги, в якому введення додаткової системи шин, до якої підключений, через шинний роз'єднувач, принаймні один з вимикачів і додатковий шиноз'єднувальний вимикач, з роз'єднувачами у його колі, що з'єднують обидві системи шин, які виконані робочими, та кожний з вимикачів блоків додатково, через два, послідовно з'єднані шинні роз'єднувачі, підключений також до другої системи шин, кожна з розвилок двох, послідовно з'єднаних шинних роз'єднувачів, з'єднана додатковими роз'єднувачами з кожною розвилкою роз'єднувачів і введення, додатково встановлених, комутаційних апаратів, до кожного з яких підключене приєднання, яке підключене до одного вимикача блоку, забезпечують можливість підключення блоків до обох робочих систем шин, цим забезпечуються підвищення надійності, ремонтпридатності, розширення функціональних можливостей, застосування пристрою у комплектних розподільних пристроях елегазових, спрощення умов експлуатації, здешевлення пристрою.

Поставлене завдання вирішується тим, що у розподільному пристрої високої напруги, що містить вимикачі, роз'єднувачі, однакове число ліній і трансформаторів, причому приєднання, у вигляді ліній електропередач і трансформаторів, з'єднані в блоки попарно, через вимикачі і роз'єднувачі, систему шин, до якої приєднані, через відповідні вимикачі і роз'єднувачі, усі блоки, згідно з винаходом передбачені наступні конструктивні відміни:

- пристрій містить додаткову систему шин, до якої підключений через шинний роз'єднувач, принаймні один з вимикачів кожного блока;
- додатковий шиноз'єднувальний вимикач, з роз'єднувачами у його колі, які з'єднують обидві системи шин;
- обидві системи шин виконані робочими;
- кожний з вимикачів кожного блока додатково, через два, послідовно з'єднані шинні роз'єднувачі, підключений також до другої системи шин;
- кожна з розвилок двох, послідовно з'єднаних, шинних роз'єднувачів з'єднана додатковими роз'єднувачами з кожною розвилкою роз'єднувачів;
- додатково встановлені комутаційні апарати, до кожного з яких підключено приєднання, що підключене до одного вимикача блока;
- до одного вимикача кожного блока підключене приєднання з групи приєднань, вірогідність пошкодження яких вище відносно другої групи приєднань, які підключені до двох вимикачів блока одночасно.

Крім того пристрій постачений додатковими другими роз'єднувачами у колі кожного з роз'єднувачів кожної розвилки роз'єднувачів, якими приєднання підключені до двох вимикачів одночасно. З ціллю збільшення числа приєднань, обидві робочі системи шин з'єднані додатковим шиноз'єднувальним вимикачем, при цьому, принаймні одна з систем шин секціонується на дві секції додатковими роз'єднувачами і вимикачами, а секціонування, принаймні однієї з систем шин виконано двома, послідовно ввімкненими роз'єднувачами, до розвилки яких, через додатковий комутаційний апарат, підключено приєднання або блок "трансформатор -лінія", а з ціллю збільшення числа приєднань, що підключені за блочною схемою, пристрій додатково містить обхідну систему шин і обхідний

вимикач, одне виведення якого, через розвилку з двох шинних роз'єднувачів, підключене до робочих систем шин, при цьому до обхідної системи шин підключена кожна з розвилки двох роз'єднувачів, якими, принаймні два приєднання, через комутаційні апарати, підключені до двох вимикачів кожного блока. У якості додаткових комутаційних апаратів взяті роз'єднувачі з ручним керуванням, а у якості комутаційних апаратів, до яких підключені приєднання блоків, взяті роз'єднувачі з дистанційним керуванням, або віддільники двосторонньої дії, або вимикачі навантаження.

Пристрій пояснюється кресленнями, де на фіг.1 приведена головна схема знижувальної підстанції 110-500кВ, фіг. 2 - головна схема ТЕС, з вимикачами генераторної напруги; фіг.3 - головна схема блочної ТЕС, без вимикачів генераторної напруги; фіг.4 - головна схема знижувальної підстанції, із застосуванням комплексного розподільного пристрою елегазового (КРПЕ); фіг.5 - головна схема блочної ТЕС, без вимикачів генераторної напруги, з тринадцятьма приєднаннями, фіг.6 - головна схема знижувальної підстанції з розподільним пристроєм, що містить обхідну систему шин, обхідний вимикач та приєднання, ввімкнені як за блочною схемою так і за схемою з одним вимикачем на коло.

Розподільний пристрій (РП) високої напруги (фіг.1) складається з робочої системи шин СШ 1 і додаткової робочої системи шин СШ 2, які з'єднані додатковим шиноз'єднувальним вимикачем ШЗВ 3, до вимикачів 4-9, до яких підключені приєднання блоків (лінії і трансформатори), шинних роз'єднувачів 10 і 11, що встановлені у колі ШЗВ 3, шинних роз'єднувачів 12-20, якими шинні вимикачі 4, 6, 8 блоків підключені до СШ 1 або СШ 2, при цьому роз'єднувачі 13 і 14, 16 і 17 та 19 і 20 є додатковими, роз'єднувачів 21 і 22, 23 і 24, 25 і 26, якими з'єднані вимикачі 4 і 5, 6 і 7, 8 і 9 блоків, роз'єднувачів 27, 28 і 29, що підключені до блочних вимикачів 5, 7, 9, додаткових роз'єднувачів 30, 31, 32, що з'єднують розвилки шинних роз'єднувачів 13 і 14, 16 і 17, 19 і 20 з розвилками роз'єднувачів 27, 28, 29 і додатково встановлених комутаційних апаратів КА 33, 34, 35 (27 і 33, 28 і 34, 29 і 35), роз'єднувачів 36, 37, 38, до яких підключені трансформатори 39, 40, 41, а до додаткових КА 33, 34, 35 підключені лінії 42, 43, 44, при цьому лінії 42, 43, 44 підключені до одного вимикача, а трансформатори 39, 40, 41 - до двох вимикачів блока одночасно.

У РП головної схеми ТЕС (фіг.2) до трансформаторів 39 і 40 підключені генератори 45 і 46, з вимикачами 47 і 48, відповідно.

У РП головної схеми ТЕС (фіг.3), до комутаційних апаратів 33, 34, 35 і 36, 37, 38 (у якості яких встановлені віддільники двосторонньої дії) підключені трансформатори 39, 40, 41 і лінії 42, 43, 44, відповідно, при цьому кожний з трансформаторів 39, 40, 41 підключений до двох вимикачів блока, а кожна з ліній 42, 43 або 44 до одного вимикача, до трансформаторів 39 і 40 підключені генератори 45 і 46.

В РП головної схеми (фіг.4) введено комплексний розподільний пристрій елегазовий (КРПЕ), де до КА 38 підключена лінія 49, а послідовно з кожним з роз'єднувачів 21, 22, 23, 24, 25, 26 включений один з додаткових роз'єднувачів 50, 51, 52, 53, 54, 55, відповідно, трансформатори напруги 56, 57, через роз'єднувачі 58, 59 підключені до СШ 1 і СШ 2, відповідно і заземлювачі 60 обладнання та приєднань, що пояснюють умови безпечного виконання ремонтних робіт.

У РУ головної схеми (фіг.5), для забезпечення можливості підключення тринадцяти приєднань, робоча система шин СШ 61 і додаткова робоча система шин СШ 62 секціонуються, кожна на дві секції: 63, 64 та 65, 66, відповідно; одна сторона кожного з секційних вимикачів СВ 67 і СВ 68, роз'єднувачами 69, 70, з'єднаний послідовно, до розвилки роз'єднувачів 69, 70, через КА 71, підключена лінія 72, друга сторона СВ 67, через розвилки роз'єднувачів 73, 74, з'єднаний з секціями 63, 65, а другий бік СВ 68, через розвилки роз'єднувачів 75, 76 - з секціями 64, 66; СВ 62 секціонується за допомогою СВ 77 та його роз'єднувачів 78, 79, секції 63 і 65 з'єднані шиноз'єднувальним вимикачем ШЗВ 80 і роз'єднувачами 81, 82, а секції 64 і 66 з'єднані додатковим ШЗВ 83 і роз'єднувачами 84 і 85; блоки (лінії і трансформатори) підключені до вимикачів 86-97, при цьому вимикачі 86, 88, 90, шинними роз'єднувачами 98-106, підключаються до будь-якої з секцій 63 або 65, а вимикачі 92, 94, 96, шинними роз'єднувачами 107-115 - до будь-якої з секцій 64 або 66; кожні два вимикачі 86 і 87, 88 і 89, 90 і 91, 92 і 93, 94 і 95, 96 і 97 з'єднані послідовно ввімкненими роз'єднувачами 116 і 117, 118 і 119, 120 і 121, 122 і 123, 124 і 125, 126 і 127, відповідно, розвилки шинних роз'єднувачів 99 і 100, 102 і 103, 105 і 106, 108 і 109, 111 і 112, 114 і 115, додатковими роз'єднувачами 128, 129, 130, 131, 132, 133, підключені до розвилки роз'єднувачів 134, 135, 136, 137, 138, 139 і додаткових КА 140, 141, 142, 143, 144, 145, відповідно; до КА 146-151 підключені лінії 152-157, а до КА 140-145 підключені трансформатори 158-163, при цьому трансформатори 160 і 163 - пускорезервні, а до трансформаторів 158, 159, 161, 162 підключені генератори 164, 165, 166, 167, відповідно.

У головній схемі РП (фіг.6) застосовано теж обладнання, що і у пристрої (фіг.1), але у ній додатково встановлені обхідна система шин ОСШ 168 і обхідний вимикач ОВ 169, який через розвилку роз'єднувачів 170, 171, може бути підключений до СШ 1 або СШ 2, а роз'єднувачем 172 - до ОСШ 168, до якої, через додаткові роз'єднувачі 173-175, можуть бути також підключені блоки ТЛ-1, ТЛ-2. До РП підключені групи приєднань 176 і 177, кожне з яких, через роз'єднувачі 178, 179, вимикачі 180 і 181 та розвилки шинних роз'єднувачів 182, 183 і 184, 185 можуть бути підключені до СШ 1 або СШ 2, при цьому кожне з приєднань 176, 177 може бути також підключено до ОСШ 168 роз'єднувачами 186, 187.

Пристрій працює наступним чином.

В РУ (фіг.1), у нормальному режимі, включені усі КА, крім шинних роз'єднувачів 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 і роз'єднувачів 30, 31, 32, трансформатори 39, 40, 41, через блочні вимикачі 5, 7, 9 і відповідні роз'єднувачі з'єднані з лініями 42, 43, 44 і працюють за схемою блоків "трансформатор - лінія" ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3, відповідно, при цьому трансформатори 39, 41, вимикачами 4, 8 з роз'єднувачами у їх колах, підключені до СШ 1, а трансформатор 40, вимикачем 6 з роз'єднувачем 15, підключений до СШ 2, при цьому усі блоки ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3 працюють паралельно.

При роботі РУ у нормальному режимі, відключення будь-якої з ліній 39, 40 або 41, при її пошкодженні виконується відповідним блочним вимикачем 5, 7 або 9, із збереженням паралельної роботи приєднань, що залишилися. Якщо пошкодження супроводжується відмовою у відключенні блочного вимикача 5, 7 або 9, то на час відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, з обох боків, відключиться і відповідний трансформатор.

Пошкодження будь-якого з трансформаторів 39, 40 або 41 супроводжується відключенням двох вимикачів 4 і 5, 6 і 7 або 8 і 9, при цьому, короткочасно, в залежності від типу і часу відключення КА у колах трансформаторів, відключиться також лінія 42, 43 або 44 (у цьому пристрої у якості КА взяті роз'єднувачі з автоматичним

дистанційним керуванням). Наприклад, при пошкодженні трансформатора 39, відключаються два вимикача 4 і 5, за фактом відключеного стану яких, автоматично відключиться роз'єднувач 36 з дистанційним керуванням, після відключення якого, автоматично вмикаються вимикачі 4 і 5, при цьому лінія 39 буде підключена до робочої СШ 1, через послідовно з'єднані вимикачі 4 і 5. Пошкодження будь-якого з трансформаторів 39, 40 або 41, з відмовою будь-якого з його вимикачів 4 або 5 та 7, 8 або 9 приведе до відключення одного з блоків ТЛ-1, ТЛ-2 або ТЛ-3, але після відключення відмовившого вимикача роз'єднувачами, лінію 42, 43 або 44 включають у роботу через робочу СШ 2 і ШЗВ 3, наприклад, при пошкодженні трансформатора 40, з відмовою вимикача 7, відключають роз'єднувачі 24, 28 і ШЗВ 3, включають роз'єднувач 31 та включенням ШЗВ 3 поновлюють підключення лінії до РУ.

Пошкодження робочих СШ 1 або СШ 2 не приведе до відключення блоків ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3, але буде супроводжуватись порушенням паралельної роботи вказаних блоків на час переключення вимикачів 4, 8 до СШ 2 або вимикача 6 - до СШ 1.

Пошкодження СШ 1 або СШ 2, що супроводжується відмовою одного з шинних вимикачів 4, 6 або 8 будь-якого з блоків ТЛ-1, ТЛ-2 або ТЛ-3, приведе до відключення пошкодженого блока на час відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, з подальшим поновленням його ізольованої роботи (за "чистою" схемою ТЛ). Пошкодження СШ 1 або СШ 2, з відмовою ШЗВ 3, не приведе до відключення блоків ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3 але на час відключення ШЗВ 3, роз'єднувачами 10 і 11, і переключення блоків (одного або двох) до другої СШ, порушиться паралельна робота блоків.

Таким чином, при роботі РУ у нормальному режимі, пошкодження будь-якого з приєднань приводить до відключення цього приєднання, а пошкодження будь-якого приєднання, будь-якої СШ або якого-небудь роз'єднувача, що примикає до них, що супроводжується відмовою вимикача, приводить до відключення не більш двох приєднань (одного блока ТЛ), причому, після відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, поновлюється робота, принаймні, одного з приєднань (лінія або трансформатор) відмовившого блока,

Ремонт обладнання РУ виконується у різних ремонтних режимах.

Основним ремонтним режимом, особливо з використанням елегазового обладнання, є режим виділення блока, що ремонтується, на ізольовану роботу. Наприклад, ремонт вимикача 4 і роз'єднувачів 12, 13, 114, що примикають до нього, блока ТЛ-1 виконують у наступній послідовності. Включають роз'єднувачі 19, 20 і відключають роз'єднувач 18, після переключення блока ТЛ-3 до СШ 2, відключають ШЗВ 3 і роз'єднувачі 10, 11, 21, потім виконують ремонт: вимикача 4, роз'єднувачів 12, 13 блока ТЛ-1, роз'єднувача 17 блока ТЛ-2 і, при необхідності, ремонт робочої СШ 1 і ШЗВ 3. При виведенні у ремонт вимикача 5, відключають вимикач 4 і роз'єднувач 12, включають роз'єднувачі 13, 30 і вимикач 4, відключають вимикач 5 і роз'єднувачі 22, 27.

Виведення у ремонт вимикачів 6, 7 і 8, 9 та роз'єднувачів 15, 17 і 18, 19 блоків ТЛ-2 і ТЛ-3, виконують аналогічно, при цьому, при виділенні блока ТЛ-2 на ізольовану роботу, для виконання ремонту вимикача 6, роз'єднувачів 15, 16 блока ТЛ-2, роз'єднувача 14 блока ТЛ-1, роз'єднувача 20 блока ТЛ-3 і, при необхідності - робочої СШ 2, ШЗВ 3 і роз'єднувача 10, відключають тільки ШЗВ 3 і роз'єднувачі 11, 24.

У вказаних ремонтних режимах обладнання, пошкодження будь-якого з трансформаторів 39, 40, 41 або будь-якої з ліній 42, 43, 44, приведе до відключення цього приєднання (трансформатора або лінії), із збереженням паралельної роботи трьох приєднань, а пошкодження будь-якого з цих приєднань, з відмовою будь-якого з вимикачів 4 - 9, не приведе до відключення більш двох приєднань (одного блока ТЛ) але може супроводжуватися ізольованою роботою усіх блоків.

При необхідності, ремонт вимикачів 4 і 5, 6 і 7, 8 і 9 блоків ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3 може бути виконаний із збереженням усіх вказаних блоків. Наприклад, при виведенні у ремонт вимикача 4 блока ТЛ-1, включають роз'єднувачі 16, 17 і відключають роз'єднувач 15, після переключення блока ТЛ-2 до СШ 1, відключають ШЗВ 3, включають роз'єднувач 13 і відключають роз'єднувач 12, вимикач 5 та роз'єднувачі 22, 27.

У цих ремонтних режимах трансформатор 39 підключений до одного з вимикачів 4 або 5, а лінія 42 - до двох вимикачів ШЗВ 3 і вимикачу 4 або вимикачу 5, при цьому, пошкодження трансформатора 39 супроводжується відключенням одного з вимикачів 4 або 5, а пошкодження лінії 42 - відключенням двох вимикачів: ШЗВ 3 і вимикача 4 або 5, по факту відключеного стану яких, автоматично відключається роз'єднувач 33, з дистанційним керуванням, і, після автоматичного включення ШЗВ 3 і вимикача 4 або 5, трансформатор 39 включають двома, послідовно вмикає, через СШ 2, вимикачами: ШЗВ 3 і вимикачем 4 або 5. При ремонті будь-якого з вимикачів 4-9, пошкодження будь-якого з трансформаторів 39, 40, 41 або будь-якої з ліній 42, 43, 44, з відмовою будь-якого з вимикачів 4 - 9 і ШЗВ 3, не приведе до відключення більш ніж двох приєднань (одного блока), при цьому, після відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, поновлюється паралельна робота, принаймні, двох блоків.

Ремонт робочих СШ 1 або СШ 2 також може виконуватись із збереженням паралельної роботи блоків ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3 шляхом переключення шинних вимикачів 4, 6, 8 до однієї системи шин СШ 2 або СШ1.

При виведенні у ремонт будь-якої з ліній 42, 43 або 44, необхідно, щоб діючі блоки були підключені до різних СШ, наприклад, перед виведенням у ремонт лінії 43, один з блоків ТЛ-1 або ТЛ-3 переключають до СШ 2, після чого відключають вимикач 7 і КА 34, включають роз'єднувачі 17, 31 і вимикач 7, при цьому трансформатор 40 підключений вимикачем 7 і роз'єднувачами 28, 31, 17 до СШ 1, що забезпечує збереження його у роботі при пошкодженнях, які супроводжуються відключенням шинних вимикачів 4, 6, 8 і не приводить до відключення більш ніж двох приєднань при пошкодженні будь-якого з трансформаторів 39, 40, 41, з відмовою будь-якого з шинних вимикачів 4, 6, 8.

При виведенні у ремонт будь-якого з трансформаторів 39, 40, або 41 також необхідно, з метою зменшення вірогідності відключення трьох приєднань, щоб діючі блоки були підключені до різних СШ, наприклад, при ремонті трансформатора 39, пошкодження трансформатора 40, з відмовою вимикача 6, приведе до відключення блока ТЛ-2 вимикачами 7 і ШЗВ 3, а лінія 39 залишиться у роботі. Пошкодження трансформатора 41, підключеного до тієї ж СШ, що і лінія 39, з відмовою його шинного вимикача 8, приведе до відключення блока ТЛ-3 і лінії 39 (трьох приєднань), однак вірогідність таких відключень, у порівнянні з прототипом, зменшується удвічі.

На фіг.2 - головна схема ТЕС (у т.ч. блочної) з вимикачами генераторної напруги, у якій використаний той же РУ, що і у головній схемі знижувальної підстанції (фіг.1), але до трансформаторів 39 і 40 (потужність яких відповідає потужностям генераторів) підключені генератори 45 і 46, через вимикачі 47 і 48, відповідно. Трьохобмотувальний трансформатор 41, відповідної потужності, взятий у цій схемі як пускорезервний. Таке підключення генераторів 45 і 46 практично не впливає на надійність РУ, через часті відключення генераторів при

пошкодженні тепломеханічного обладнання, або при виведенні їх у ремонт у тому числі довготривалий, що виконується вимикачами 47 і 48, при цьому трансформатори 39, 40 (від яких виконується робоче живлення турбоагрегатів) залишаються ввімкненими за схемою ТЛ, аналогічно схемі за фіг.1.

У нормальному режимі РУ, генератори 45 і 46, через вимикачі 47 і 48, приєднані до трансформаторів 39 і 40 блоків ТЛ-1 і ТЛ-2 і підключені до різних систем шин. Якщо до РУ підключена блочна ТЕС (з вимикачами генераторної напруги), генератори 45 і 46, з трансформаторами 39 і 43 утворюють блоки "генератор - трансформатор" (ГТ) ГТ-1, ГТ-2, що з лініями 39 і 40 утворюють відповідно блоки "генератор - трансформатор - лінія" (ГТЛ) ГТЛ-1, ГТЛ-2.

Робота РУ цієї головної схеми у нормальному і ремонтному режимах нічим не відрізняється від роботи РУ головної схеми знижувальної підстанції (фіг.1). При цьому забезпечується збереження у роботі одного з двох діючих блоків ГТ-1 або ГТ-2.

Застосування цього РУ забезпечує режим виділення блока для роботи безпосередньо на приймальні підстанції з приблизно збалансованим навантаженням, наприклад при системних аваріях, при цьому виділення блока виконується одним вимикачем, з можливістю його резервування другим, наприклад, виділення блока ГТЛ-2 виконується відключенням вимикача 6, а при його відмові - відключенням ШЗВ 3.

Однак підключення генераторів блочної ТЕС до трансформаторів (без вимикачів генераторної напруги) знижує надійність РУ, через часті відключення і включення трансформаторів, працюючих у блоках з генераторами, двома вимикачами, до одного з яких підключена лінія. Трансформатори таких блоків замикають коло ненадійних елементів блока ("котел - турбіна - генератор - трансформатор") і переходять у групу ненадійних елементів РУ. Такі трансформатори повинні підключатися до одного вимикача, а лінії - до двох вимикачів, при цьому частота відключення лінії повинна бути значно нижче частоти відключення блока "генератор - трансформатор". Вірогідність пошкодження кожної лінії, що підключена до цього РУ, не повинна бути більше одного разу у два - три роки. До таких ліній електропередач, в залежності від номінальної напруги лінії і зв'язаної з нею середньорічної кількості відмов повітряних ліній на 100км їх довжини, відносяться короткі лінії 330 - 500кВ, довжиною до 40км, лінії 220кВ, довжиною до 30км і лінії 110кВ, довжиною до 16км.

На фіг.3 приведена головна схема блочної ТЕС, без вимикачів генераторної напруги, із застосуванням того ж РУ.

У цій головній схемі генератор 45 з трансформатором 39 утворює блок "генератор - трансформатор" ГТ-1, а генератор 46 з трансформатором 40 - блок ГТ-2, трансформатор 44 працює як пускорезервний ПРТ-44.

У нормальному режимі РУ блоки ГТ-1 і ГТ-2 з'єднані вимикачами 5, 7 і відповідними роз'єднувачами, з лініями 42 і 43 і працюють за схемою "генератор - трансформатор - лінія" ГТЛ-1 і ГТЛ-2, відповідно, а ПРТ-41 з'єднаний вимикачем 9 і відповідними роз'єднувачами, з лінією 44 і працює за схемою "трансформатор - лінія" ТЛ, причому блоки ГТЛ-1 і ТЛ підключені шинними вимикачами 4 і 8 і роз'єднувачами 12 і 18, до робочої СШ 1, а блок ГТЛ-2 підключений до СШ 2 вимикачем 6 і роз'єднувачем 15, при цьому всі вказані блоки працюють паралельно. При роботі РУ у нормальному режимі і пошкодженні будь-якого з блоків ГТ-1, ГТ-2 або ПРТ, останній відключається відповідним блочним вимикачем 5, 7 або 9, із збереженням паралельної роботи приєднань, що залишились. Якщо пошкодження супроводжується відмовою блочного вимикача, то на час відключення відмовившого вимикача роз'єднувачами, відключиться і відповідна лінія, із збереженням паралельної роботи непошкоджених блоків.

Пошкодження будь-якої з ліній 42, 43, 44 супроводжується відключенням двох вимикачів 4 і 5, 6 і 7, 8 і 9, відповідно, при цьому короточасно, у залежності від типу і часу відключення використаних КА 36, 37, 38, відключаються також блоки ГТ-1, ГТ-2 або ПРТ. Застосування у якості КА швидкодіючих віддільників або вимикачів навантаження, часи відключення яких сумірні з часом відключення вимикачів, забезпечить включення турбогенераторів (механічна постійна інерції яких біля 6 сек.) у мережу, до спрацювання технологічних захистів турбіни, але враховуючи, що вірогідність пошкодження короткої лінії дуже мала (біля одного разу у 2-3 роки), а усі турбіни, які випускають у теперішній час, оснащені мікропроцесорними системами регулювання швидкості, що утримують турбіну на холостому ході при скиданні навантаження, застосування віддільників двосторонньої дії звичайного виконання (час відключення яких 0,4-0,5сек.) виправдані. Наприклад, при пошкодженні лінії 42 відключаються два вимикача 4 і 5, за фактом відключеного стану яких, автоматично відключиться віддільник 36, після чого автоматично включиться вимикач 4, а за ним - вимикач 5. При цьому блок ГТ-1 підключають до робочої СШ 1, через послідовно з'єднані вимикачі 4 і 5.

При роботі РУ у нормальному режимі, пошкодження будь-якої з ліній 42, 43, 44, з відмовою будь-якого з вимикачів 4 або 5, 6 або 7, 8 або 9, супроводжується відключенням лінії і трансформатора пошкодженого блока з подальшим, після відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, відновленням роботи блока ГТ або ПРТ.

Пошкодження робочої СШ 1 супроводжується відключенням вимикачів 4, 8 і ШЗВ 3 та недовгим, на час переключення вимикачів 4, 8 до робочої СШ 2, порушенням паралельної роботи блоків ТЛ-1 - ТЛ-3, пошкодження СШ 2 супроводжується ізолюваною роботою тільки блока ГТЛ-2, але після переключення вимикача 6 до СШ 1, поновлюється паралельна робота блоків ТЛ-1 - ТЛ-3. Пошкодження СШ 1 або СШ 2, з відмовою будь-якого з шинних вимикачів 4, 6, 8, додатково до вищевказаного, приводить до відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, з наступним відновленням його ізолюваної роботи (за "чистою" схемою ГЛТ).

Таким чином, при роботі РУ у нормальному режимі, пошкодження будь-якого приєднання (лінії або трансформатора) приводить до відключення цього приєднання, а пошкодження будь-якого приєднання, а також будь-якої СШ або будь-якого роз'єднувача, який примикає до них, і супроводжується відмовою вимикача, приводить до відключення не більш двох приєднань (одного блока ГТЛ або блока ТЛ), причому після відключення відмовившого вимикача, поновлюється робота, принаймні, одного з приєднань (лінія, ПРТ або блок ГТ) блока, що відключений.

Порядок переключення в РУ, при переведенні його у основні ремонтні режими, виконують аналогічно переключенням в РУ (фіг.1), з урахуванням зміни місць підключення трансформаторів 39, 40, 41 і ліній 42, 43, 44.

При виведенні у ремонт будь-якої з ліній 42, 43, 44 або будь-якого з блоків ГТ-1, ГТ-2 або ПРТ необхідно, щоб блоки ГТ були підключені до різних СШ, при цьому до СШ, до якої підключений блок ГТ, лінія якого виводиться у ремонт, повинен бути підключений блок ТЛ, що забезпечить збереження у роботі одного з працюючих блоків ГТ при різних пошкодженнях.

На фіг.4 приведена схема КРПЕ, до якого підключені два трансформатора 39, 40 і чотири лінії 42, 43, 44, 49, при цьому лінія 49 з'єднана, через вимикач 9 і відповідні роз'єднувачі, з лінією 44 і працює за схемою блока (коротка лінія - вимикач - лінія), що підключений вимикачем 8 до СШ 1.

Пристрій (фіг.4) працює аналогічно пристрою за фіг.1. Наприклад, при виведенні у ремонт (при використанні основного ремонтного режиму) вимикача 6, роз'єднувачів 15, 16, 23 блока ГТЛ-2, роз'єднувача 14 блока ГТЛ-1 і роз'єднувача 20 блока "коротка лінія - вимикач - лінія" відключають ШЗВ 3 і роз'єднувачі 10, 52, 59, включають заземлювач 60 розвилку роз'єднувачів 23 і 52 і заземлювач 60 у колі ШЗВ 3, що заземлює СШ 2. Наявність додаткового роз'єднувача 52 забезпечує безпеку виконання вищевказаних ремонтних робіт при виникненні перенапруг на лініях, наприклад у грозовий період і покращує умови їх проведення.

Пристрій (фіг.5) працює наступним чином.

У нормальному режимі роботи РУ включені усі КА, крім секційних роз'єднувачів 74, 76, шинних роз'єднувачів 99, 100, 102, 103, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 114, 115 і роз'єднувачів 128-133. Генератори 164, 165, 166, 167 з трансформаторами 158, 159, 161, 162 утворюють блоки ГТ-1, ГТ-2, ГТ-3, ГТ-4, відповідно, що з'єднані блочними вимикачами 87, 89, 93, 95, роз'єднувачами і КА у колах цих вимикачів, з лініями 152, 153, 155, 156 і працюють за схемою "генератор - трансформатор - лінія" ГТЛ-1, ГТЛ-2, ГТЛ-3, ГТЛ-4, а ПРТ 160 і ПРТ 163 приєднані, вимикачами 91 і 97, роз'єднувачами і КА у колах цих вимикачів, до секції 63 СШ 61, а блоки ГТЛ-3 і ТЛ-2, вимикачами 92 і 96 та роз'єднувачами у їх колах, приєднані до секції 64 тієї ж СШ 61, блок ГТЛ-2, шинним вимикачем 94 і роз'єднувачами у його колі, підключений до секції 65 СШ 61, а блок ГТЛ-4, вимикачем 94 і роз'єднувачами у його колі, - до секції 66 СШ 62.

При роботі РУ у нормальному режимі, відключення будь-якого приєднання (лінії, блока ГТ або ПРТ) при його пошкодженні, а також відключення пошкодженого приєднання, з відмовою вимикача, виконується аналогічно відключенням у РУ на шість приєднань за схемою фіг.3. Переведення цього РУ з нормального в основні ремонтні режими також аналогічні РУ за схемою фіг.3, але з урахуванням наявності СВ 67, СВ 68, СВ 77 і ШЗВ 85. Наприклад, при виведенні у ремонт секції 63 СШ 61, після почергового переключення шинних вимикачів 86 і 90 блоків ГТЛ-1 і ТЛ-1 до секції 65, включають роз'єднувач 74, відключають роз'єднувач 73 СВ 67 і ШЗВ 82.

Наявність двох, послідовно включених, вимикачів СВ 67 і СВ 68 забезпечує можливість проведення ремонту будь-якої з секцій 63, 64, 65, 66 (або навіть двох різноіменних секцій) СШ 61 і СШ 62, при збереженні паралельної роботи, принаймні трьох блоків (двох ГТЛ і ТЛ), у разі пошкодження однієї з секцій, з відмовою одного із СВ.

Ремонт будь-якого з вимикачів 88-97 виконується із збереженням паралельної роботи, усіх блоків (ГТЛ-1 - ГТЛ-4 та ТЛ-1, ТЛ-2). Наприклад, при виведенні у ремонт вимикача 86, включають роз'єднувачі 102, 103, відключають роз'єднувач 101, СВ 77 і ШЗВ 80, включають роз'єднувачі 100, 128 і вимикачі ШЗВ 80, СВ 77, відключають вимикач 86, з роз'єднувачами 98, 116, який виводять у ремонт. Включення СВ 77 забезпечує підключення блока, що ремонтують, до секції 66, при пошкодженні однієї з ліній 153 або 154, з відмовою шинного вимикача 88 або 90.

При необхідності виведення у аварійний ремонт, з використанням основного ремонтного режиму, будь-якого з вимикачів 92-97, що примикають до секції 64 або 66, з виведенням у ремонт, одним з вимикачів 86-91, який примикає до секції 63 або 65, наприклад вимикача 94, при ремонті вимикача 86, відключають СВ 77 і ШЗВ 83, роз'єднувачі 79, 84 і 107, 122 вимикача 94, який виводять у аварійний ремонт.

Розподільний пристрій (фіг.6). У нормальному режимі відповідальні приєднання 39, 40, 41 включені аналогічно схемі за фіг. 1, а групи приєднань 176 і 177, через роз'єднувачі 178 і 179, вимикачі 180 і 181 та шинні роз'єднувачі 182 і 185 підключені до СШ 1 і СШ 2, відповідно. Обхідні роз'єднувачі 170, 171, 183, 184 і обхідний вимикач 169 - відключені.

Ремонт вимикачів 180 і 181 приєднань 176 і 177 виконується типовим способом, шляхом заміни будь-якого з пошкоджених вимикачів 180, 181 обхідним вимикачем 169, із збереженням фіксованого підключення приєднань до робочих СШ 1 і СШ 2. Ремонт будь-якого з вимикачів 4-9 виконується його заміною ОВ 169, із збереженням фіксованого підключення приєднань 39-44, 176, 177 до СШ 1, СШ 2. Наприклад, при виведенні у ремонт шинного вимикача 4, включають роз'єднувачі 170, 172 і ОВ 169. Після випробування робочою напругою ОСШ 168, відключають ОВ 169, включають роз'єднувач 173 блока ТЛ-1 і ОВ 169, відключають вимикач 4 і роз'єднувачі 12, 21. При виведенні у ремонт будь-якого з блочних вимикачів 5, 7, 9, наприклад вимикача 5, після випробування ОСШ 168 і відключення ОВ 169, відключають вимикач 4 і роз'єднувач 12, включають роз'єднувачі 13, 30 і вимикач 4, відключають вимикач 5 і роз'єднувачі 22, 27.

При ремонті будь-якого з вимикачів 4-9, 180, 181, пошкодження, що супроводжуються відключенням будь-якої з робочих систем шин, не приводять до відключення блочних приєднань 39-44, а, у крайньому разі - до роздільної, на недовгий час, роботи блоків ТЛ-1 - ТЛ-3.

Застосування запропонованого розподільного пристрою за головною схемою фіг.1 скорочує капітальні витрати, об'єм експлуатаційних (ремонтних) робіт і забезпечує можливість застосування у ньому елегазового обладнання, без зниження надійності. Ремонт обладнання може виконуватись у різних ремонтних режимах, при цьому виділення блока на ізольовану роботу, для виконання ремонту його обладнання, скорочує кількість операцій вимикачами і роз'єднувачами, підвищує кількість обладнання, що одночасно виводиться у ремонт, скорочує час і покращує умови проведення ремонтних робіт.

Наявність двох робочих систем шин і шиноз'єднувального вимикача, які забезпечують підвищення надійності паралельної роботи приєднань, робить можливим застосування цього РУ на ТЕС.

Запропонований РП може знайти застосування також у головних схемах знижувальних підстанцій енергосистем, металургійних заводів, залізничного транспорту та, як при будівництві і монтажі нових, так і при реконструкції діючих РУ.

Застосування РП (фіг.2) у головних схемах блочних ТЕС, з вимикачами генераторної напруги, забезпечить режим виділення блока, для його роботи безпосередньо на приймальні підстанції, з примірно збалансованим навантаженням, наприклад, при системних аваріях. При цьому, виділення блока виконується мінімальною кількістю вимикачів (одним), з можливістю його резервування іншим. Таке РУ може знайти застосування на всіх електростанціях, генератори яких підключені до трансформаторів головної схеми через вимикачі.

Застосування РП (фіг.3) у головних схемах блочної ТЕС, без вимикачів генераторної напруги, при пошкодженні будь-якого з блоків, він відключається, але зберігається паралельна робота блоків, які залишились.

Застосування РП (фіг.4), як комплектного розподільного пристрою електричного (КРПЕ) може бути використане на міських блочних ТЕЦ, у т.ч. потужних, з блоками 150-200МВт. У цьому пристрої, при необхідності, наприклад, при системних аваріях, або з метою оптимізації перетоків потужності у мережах, що прилягають, можливе гнучке розділення блоків між системами (або частинами систем) двома вимикачами.

РП (КРПЕ) (фіг.5) може застосовуватись на міських блочних ТЕЦ, у т. ч. потужних, з блоками 150-200МВт.

РП (фіг.6) може бути застосоване у головних схемах знижувальних підстанцій і електростанцій, в яких відповідальні приєднання (трансформатори, блоки ГТ, лінії, включені за блочною схемою ТЛ, ГТЛ, а також "коротка лінія - вимикач - лінія", а решта приєднань за схемою з одним вимикачем на коло - як при будівництві нових, так і при реконструкції діючих РП.

Виготовлена дослідна партія пристроїв, які були встановлені у мережах енергопостачання Донбасу і показали позитивні результати.

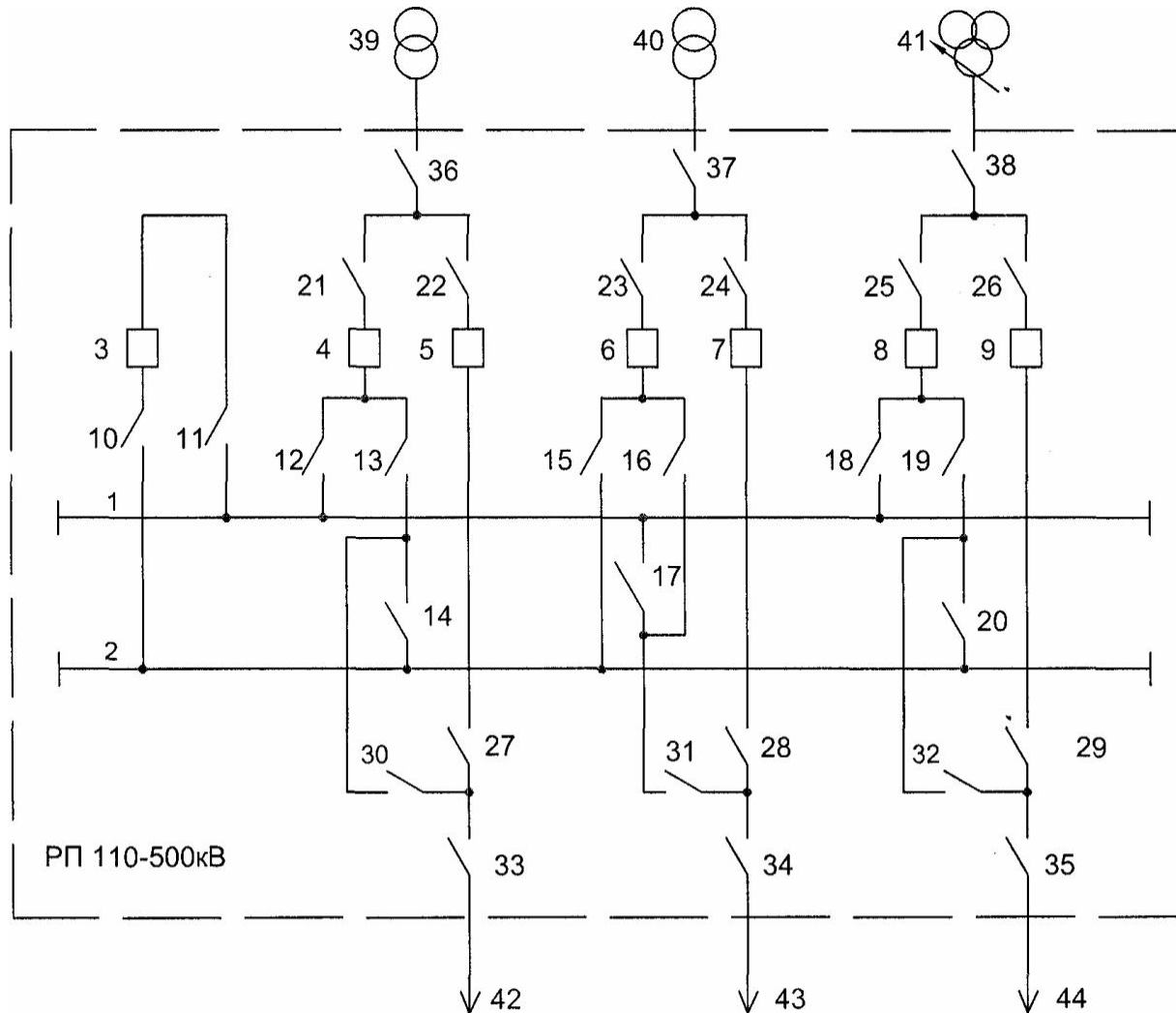
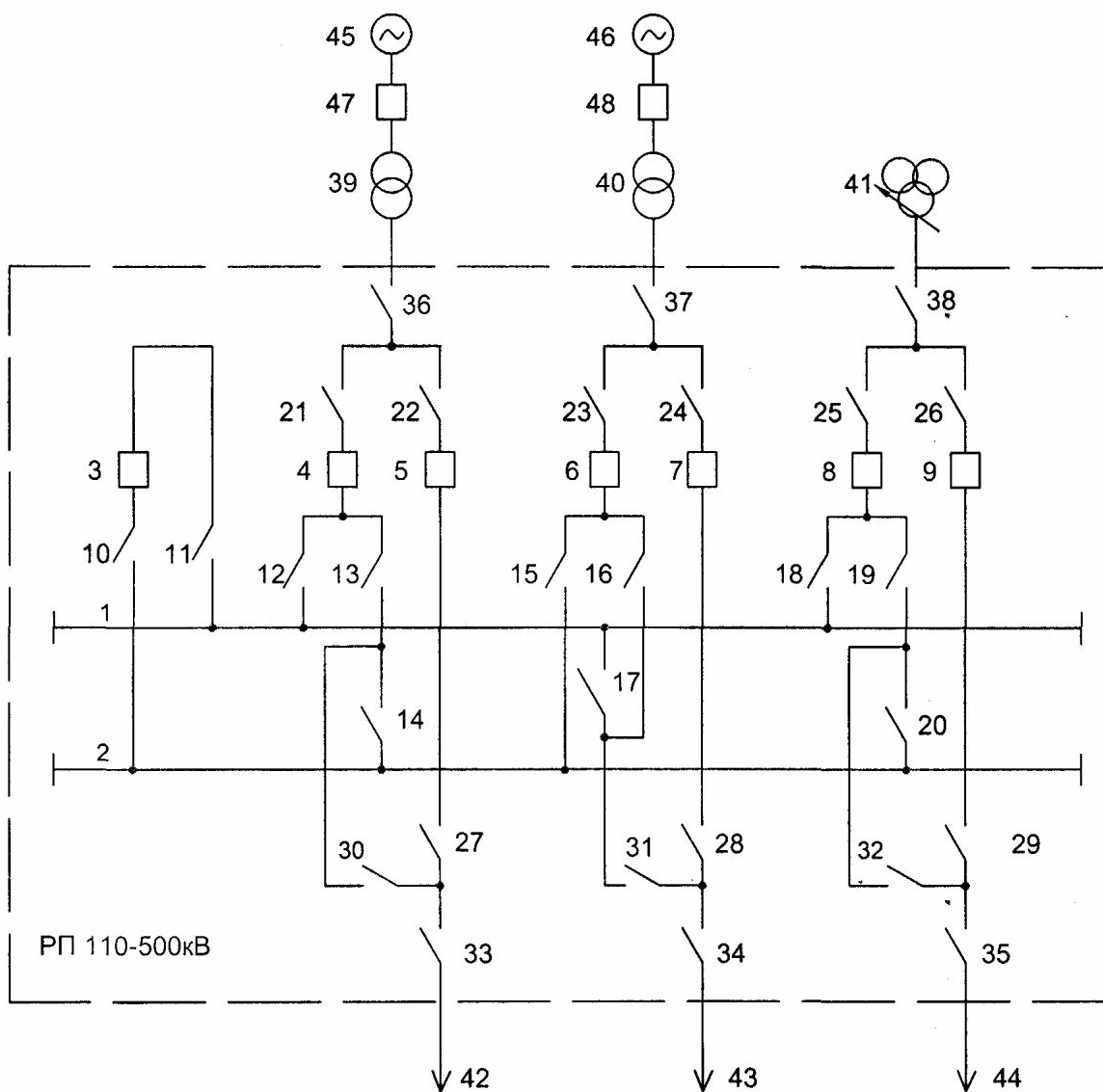
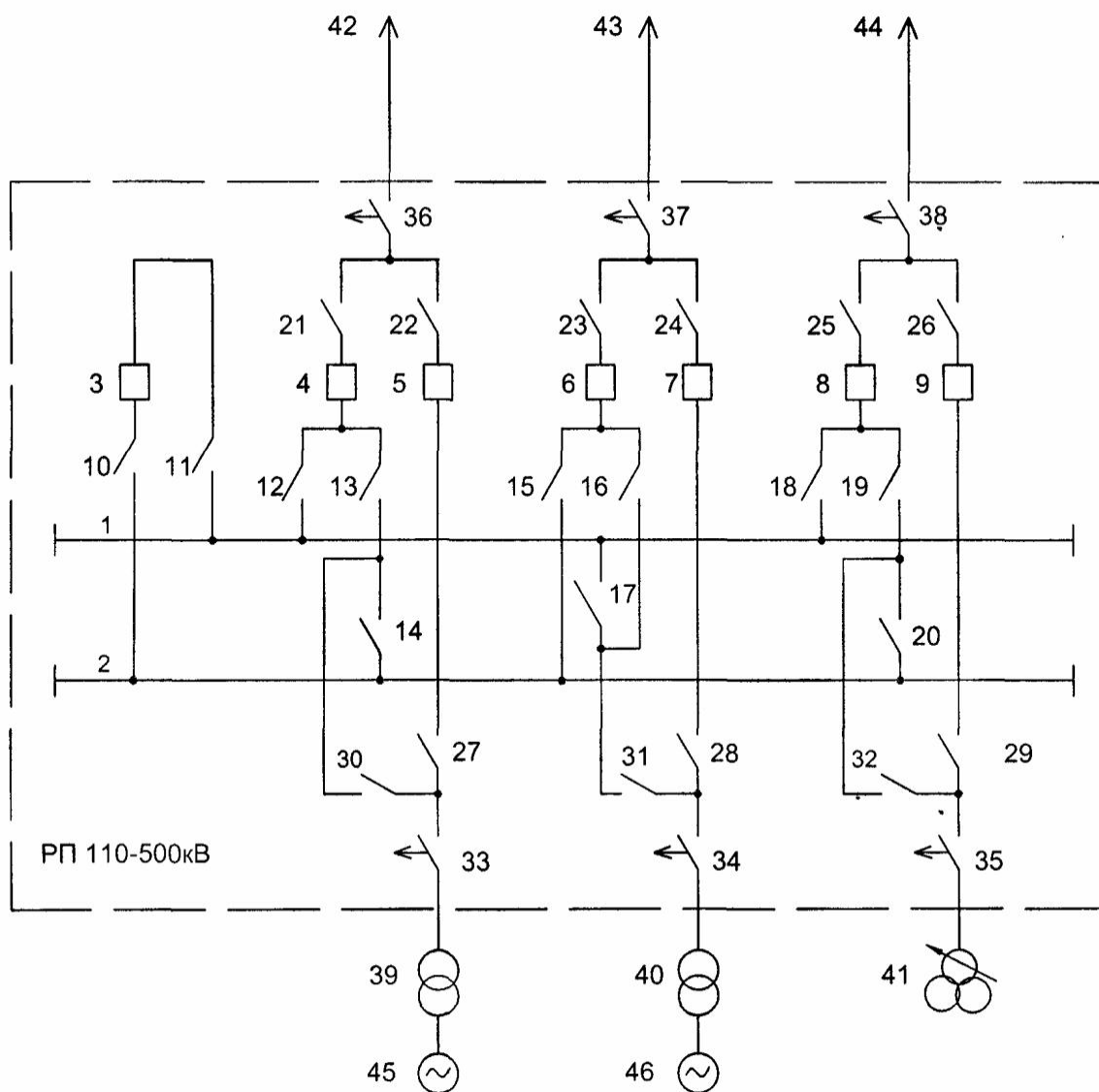


Fig. 1

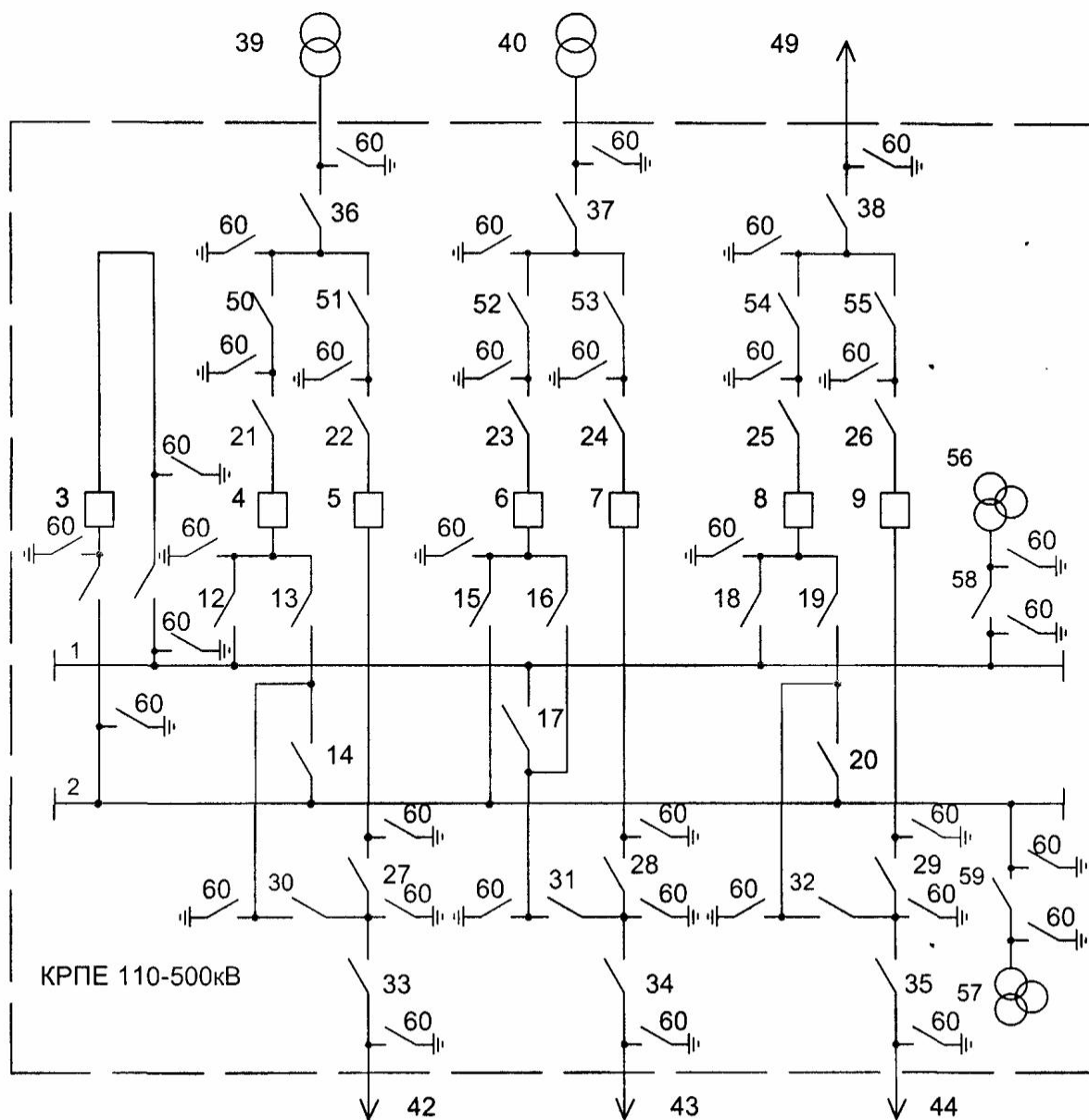


Фиг. 2

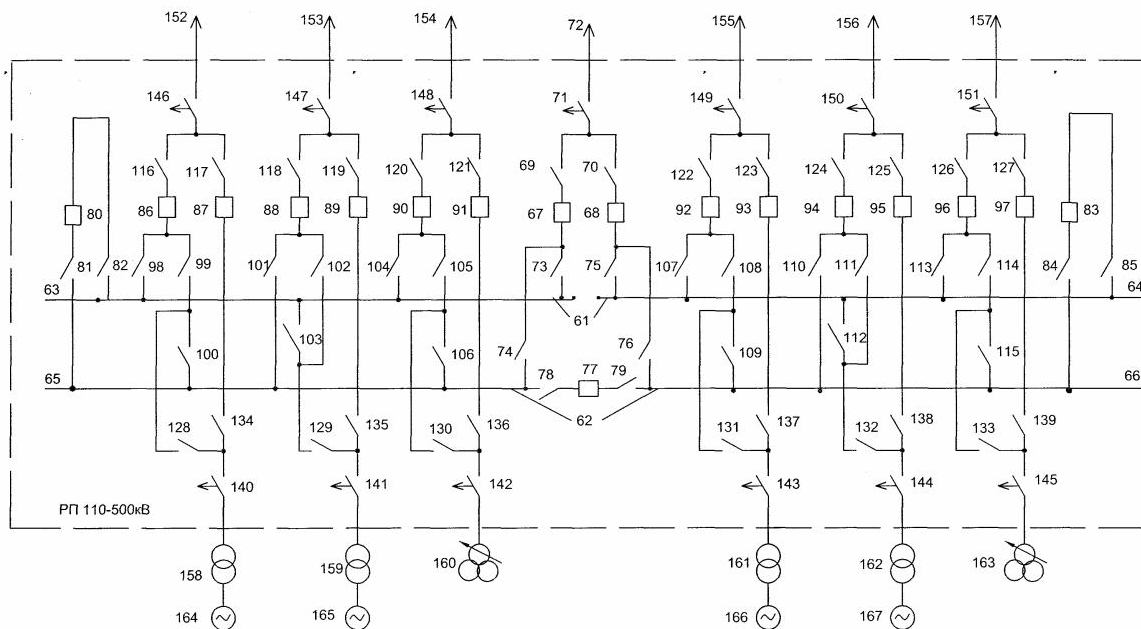


Фиг. 3

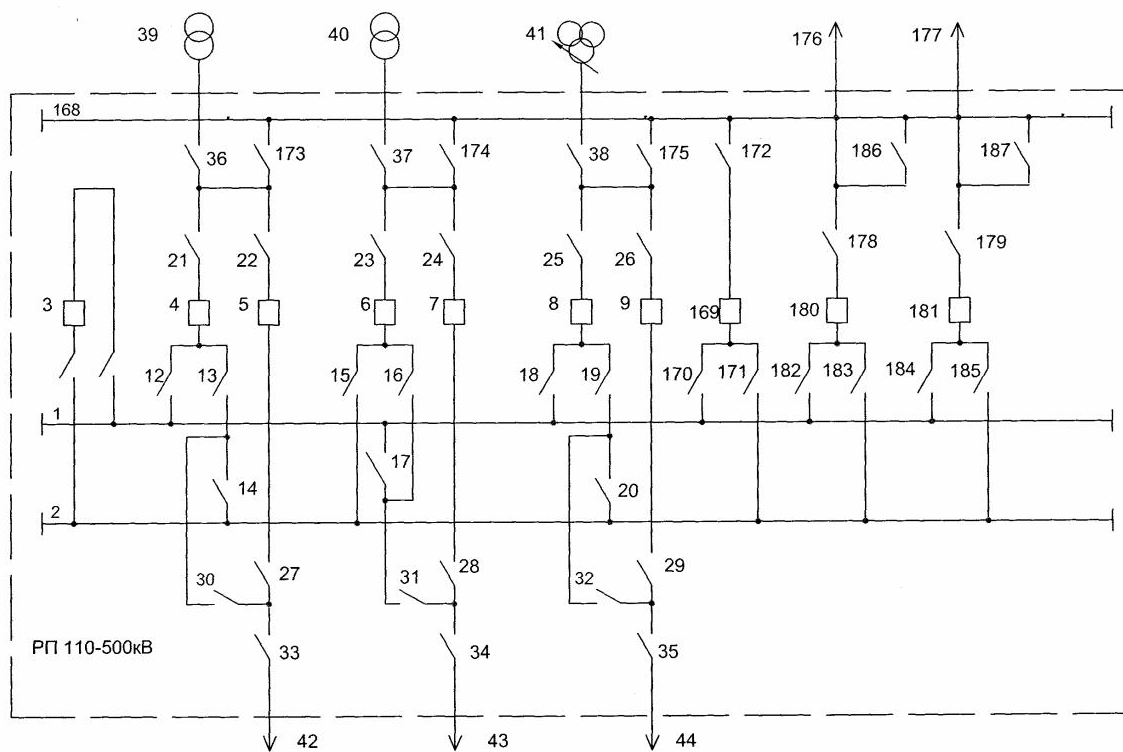




Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6