

Передбачуваний 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 110-500кВт, 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 вимикача, 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 одноімennу секцію другої системи шин, аварійне відключення якої приведе до відключення чотирьох приєднань, також ремонт обладнання чарунок пристрою займає значно більше часу, ніж ремонт лінії, що підключена до цієї чарунок, 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 ліній 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 з систем шин (авторське свідоцтво СРСР №758369, кл. Н02J3/00, 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 обидві вимикачів (ОВ) та усіх приєднань до однієї з обидві 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, що 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 виконання кожного блоку ТЛ з додатковим комутаційним апаратом (КА), до якого підключене приєднання, що ввімкнене через один вимикач блоку, введення додаткової системи шин, шиноз'єднувача вимикача, з роз'єднувачами у його колі, які з'єднують обидві системи шин, що виконані робочими, підключення кожного вимикача, з'єднаного, через шинний роз'єднувач, з однією із систем шин, також і до другої системи шин через додатковий шинний роз'єднувач, з'єднання перемичкою, постаченою роз'єднувачем, розвилки додаткового КА і роз'єднувача кожного приєднання з однією з робочих систем шин та підключення кожного приєднання з групи приєднань, вірогідність пошкодження яких вище відносно другої групи приєднань, де кожне приєднання підключене до двох вимикачів одночасно забезпечують можливість підключення блоків до двох робочих систем шин, цим забезпечуються підвищення надійності, ремонтпридатності, спрощення умов експлуатації, розширення функціональних можливостей, 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:

- кожний блок постачений додатковим комутаційним апаратом, до якого підключене приєднання, що ввімкнене через один вимикач блока;
- містить додаткову систему шин, шиноз'єднуючий вимикач, з роз'єднувачами у його колі, які з'єднують обидві системи шин;
- обидві системи шин виконані робочими;
- кожний вимикач, який підключений, через шинний роз'єднувач, до однієї з систем шин, підключений також і до другої системи шин, через додатковий шинний роз'єднувач;
- розвилка додаткового комутаційного апарата і роз'єднувача кожного приєднання з'єднана перемичкою, постаченою роз'єднувачем, з однією з робочих систем шин;
- до одного вимикача підключене кожне приєднання з групи приєднань, вірогідність пошкодження яких вище відносно іншої групи приєднань, де кожне приєднання підключене до двох вимикачів одночасно.

Крім того, пристрій містить додаткові роз'єднувачі у перемичках, які з'єднують розвилки додаткових комутаційних апаратів з однією із систем шин, кожна система шин з'єднана з додатковим шиноз'єднувальним вимикачем і секціонується додатковими вимикачами і роз'єднувачами, причому секціонування, принаймні однієї із систем шин, виконане двома вимикачами, з'єднаними двома послідовно ввімкненими роз'єднувачами, до розвилки яких, через додатковий комутаційний апарат підключене приєднання або блок "генератор-трансформатор", а у якості додаткових комутаційних апаратів містить розмикачі з ручним керуванням, у якості

комутаційних апаратів, до яких підключені приєднання, містить розмикачі з дистанційним керуванням, або віддільники двосторонньої дії, або вимикачі навантаження.

Пристрій пояснюється кресленнями, де на фіг.1 приведена головна схема знижувальної підстанції 110-500кВТ; фіг.2 - схема блочної ТЕС з вимикачами генераторної напруги; фіг.3 - схема ТЕС (без вимикачів генераторної напруги); фіг.4 - схема блочної ТЕС (без вимикачів генераторної напруги, із застосуванням комплектного розподільного пристрою елегазового (КРПЕ); фіг.5 - схема блочної ТЕС (без вимикачів генераторної напруги с 13 приєднанням).

Розподільний пристрій високої напруги (фіг.1) складається з робочої системи шин СШ 1, додаткової робочої системи шин СШ 2, які з'єднані додатковим шиноз'єднувальним вимикачем ШЗВ 3, вимикачів 4-9, до яких підключені приєднання блоків трансформатори-лінії (ТЛ), шинних роз'єднувачів 10, 11, встановлених у колі ШЗВ 3, шинних роз'єднувачів 12-17, за допомогою яких шинні вимикачі 4, 6, 8 блоків підключені до однієї з систем шин СШ 1 або СШ 2, роз'єднувачів 18 і 19, 20 і 21, 22 і 23, які з'єднують вимикачі 4-9 блоків, роз'єднувачів 24, 25, 26, за допомогою яких підключені додаткові перемички 27, 28, 29, з встановленими у них додатковими роз'єднувачами 30, 31, 32, відповідно, роз'єднувачів 33, 34, 35, що підключені до розвилки роз'єднувачів 18 і 19, 20 і 21, 22 і 23, які з'єднують вимикачі 4-9 блоків, додаткових комутаційних апаратів 36, 37, 38, з підключеними до них лініями 39, 40, 41, кожна з яких підключена до одного вимикача, трансформаторів 42, 43, 44, підключених до роз'єднувачів 33, 34, 35, кожний з трансформаторів 42, 43, 44 підключений до двох вимикачів одночасно.

Розподільний пристрій високої напруги за схемою теплоелектростанції (ТЕС) (фіг.2) містить генератори 45 і 46, які підключені до трансформаторів 42 і 43 відповідно, через вимикачі 47 і 48.

У розподільному пристрої високої напруги за схемою ТЕС (фіг.3), до комутаційних апаратів (КА) 33, 34, 35 та 36, 37, 38 (у якості яких взяті віддільники двосторонньої дії) підключені лінії 39, 40, 41 і трансформатори 42, 43, 44, кожна лінія 39, 40, 41 підключена до двох вимикачів 4-9 одночасно, а кожний з трансформаторів 42, 43, 44 - до одного вимикача, до трансформаторів 42, 43 підключені генератори 45, 46.

Розподільний пристрій високої напруги, який є комплектом елегазовим (КРПЕ), (фіг.4), у якому, послідовно з кожним роз'єднувачем 30, 31, 32, підключений додатковий роз'єднувач 49, 50, 51, відповідно, а послідовно з кожним роз'єднувачем 18, 19, 20, 21, 22, 23 підключені додаткові роз'єднувачі 52, 53, 54, 55, 56, 57, відповідно, трансформатори 58, 59 напруги, які підключені до СШ 1 і СШ 2, через роз'єднувачі 60, 61 і заземлювачі 62 устаткування і приєднань.

У розподільному пристрої високої напруги (фіг.5), для забезпечення можливості підключення тринадцяти приєднань, робоча СШ 63 і додаткова робоча СШ 64 секціонуються, причому, кожна СШ - на дві секції: СШ 63 - на першу секцію 65, і другу секцію 66, СШ 64 - на першу секцію 67 і другу секцію 68; один кінець кожного із секційних вимикачів 69 і 70 з'єднаний послідовно роз'єднувачами 71 і 72, а другий кінець, через розвилки роз'єднувачів 73, 74 і 75, 76, з'єднаний з одноіменними першими 65, 67 і другими секціями 66, 68 СШ 63, СШ 64; секційним вимикачем 77 і роз'єднувачами 78, 79, у його колі, секціонується додаткова робоча СШ 64, до розвилки секційних роз'єднувачів 71, 72, через комутаційний апарат 80, підключена лінія 81, перші секції 65 і 67 з'єднані шиноз'єднувальним вимикачем ШЗВ 82 і роз'єднувачами 83, 84 у його колі, а другі секції 66 і 68 з'єднані додатковими ШЗВ 85 і роз'єднувачами 86 і 87; до вимикачів 88 - 99 підключені приєднання (ТЛ), вимикачі блоків 88, 90, 92 та 94, 96, 98 підключені шинними роз'єднувачами 100, 101, 102, 103, 104, 105 і 106, 107, 108, 109, 110, 111 до будь-якої першої секції 65 і 67, або до будь-якої другої секції 66 і 68 обох систем шин (СШ 63, 64), роз'єднувачі 112, 113, 114 і 115, 116 і 117, 118 і 119, 120 і 121, 122 і 123 з'єднують вимикачі блоків; до кожного роз'єднувача 124, 125, 126, 127, 128, 129 підключена додаткова перемичка 130, 131, 132, 133, 134, 135 з роз'єднувачами 136, 137, 138, 139, 140, 141 відповідно; до комутаційних апаратів 142-147 та 148-153 (в якості яких взяті віддільники двосторонньої дії) підключені лінії 154-159 і трансформатори 160-165 відповідно, при цьому трансформатори 162 і 165 - пускорезервні, а до трансформаторів 160, 161, 163, 164 підключені генератори 166, 167, 168, 169.

Пристрій працює наступним чином.

У нормальному режимі, у розподільному пристрої (фіг.1) включені усі комутаційні апарати (КА), крім шинних роз'єднувачів 13, 14, 17 і роз'єднувачів 30-32 перемичок 27-29; трансформатори 42, 43, 44, через блочні вимикачі 5, 7, 9 і відповідні роз'єднувачі, з'єднані з лініями 39, 40, 41 та працюють за схемою трансформатор - лінія ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3 відповідно, при цьому трансформатори 42 і 44 вимикачами 4 і 8 та ввімкненими роз'єднувачами 12, 16 підключені до СШ 1, а трансформатор 43 підключений до СШ 2 вимикачем 6 і роз'єднувачем 15. Таке підключення трансформаторів блоків, при включеному ШЗВ 3, забезпечує паралельну роботу усіх приєднань пристрою.

У нормальному режимі, відключення пошкодженої лінії 39, 40, 41 виконується відповідним блочним вимикачем 5, 7 або 9, із збереженням паралельної роботи діючих приєднань, якщо пошкодження супроводжується відмовою блочного вимикача 5, 7, 9, то на час відключення роз'єднувачами відключеного вимикача, з обох боків відключиться і відповідний трансформатор.

Пошкодження будь-якого з трансформаторів 42, 43, 44 супроводжується відключенням двох вимикачів 4 і 5, 6 і 7, 8 і 9, при цьому короткочасно, в залежності від типу і часу відключення використаних в пристрої КА у колах трансформаторів, відключиться також лінія 39, 40, або 41. Наприклад, при пошкодженні трансформатора 42 відключаться два вимикача 4 і 5, при цьому автоматично відключиться роз'єднувач 33 з дистанційним керуванням, але автоматично включаються вимикачі 4 і 5. Пошкодження будь-якого трансформатора 42, 43 або 44, з відмовою будь-якого з вимикачів 4-9, приведе до відключення блока, що пошкоджений, але після відключення будь-якого роз'єднувача вимикачів 4-9, відновляється робота одного з приєднань (лінія або трансформатор). Наприклад, при пошкодженні трансформатора 43, з відмовою вимикача 7, вимикачем 7 і ШЗВ 3 відключається блок ТЛ-2, але після відключення роз'єднувачів 21, 25 вимикача 7, включаються роз'єднувач 31 і ШЗВ 3, які відновлюють роботу лінії.

Пошкодження СШ 1 супроводжується відключенням вимикачів 4, 8 і ШЗВ 3 і недовгим (на час переключення вимикачів 4, 8 до СШ 2) порушенням паралельної роботи блоків ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3. Відновлення паралельної роботи блоків відбувається у такій послідовності: при відключених вимикачах 4, 8 і ШЗВ 3 відключають шинні роз'єднувачі 12 і 16, включають роз'єднувачі 13 і 17 і, по черзі, включають вимикачі 4 і 8.

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, ТЛ-3 приведе до відключення пошкодженого блока, на час відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, з наступним відновленням його ізолюваної роботи (за "чистою" схемою ТЛ).

Пошкодження СШ 1 або СШ 2, з відмовою ШЗВ 3, не приведе до відключення блоків, але на час відключення роз'єднувачами відмовившого ШЗВ 3 і переключення блоків (одного або двох) на другу СШ, порушиться паралельна робота блоків.

Таким чином, при роботі пристрою у нормальному режимі, пошкодження будь-якого з приєднань приводить до його відключення, а пошкодження будь-якого з приєднань, а також однієї СШ 1 або 2 або будь-якого з роз'єднувачів, що примикає до них і супроводжується відмовою вимикача, приводить до відключення не більш двох приєднань (одного блока ТЛ), причому після відключення вимикача відновлюється робота, принаймні, одного з приєднань (лінія або трансформатор) блоку, що відключений.

При переведенні розподільного пристрою у основні ремонтні режими, його переключення відбувається наступним чином.

При ремонті будь-якого шинного вимикача 4, 6 або 8, робоча СШ 2 використовується у якості обхідної СШ, а ШЗВ 3-у якості обхідного вимикача (ОВ) для заміни шинного вимикача 4, 6 або 8 блока, наприклад, при ремонті вимикача 4 блока ТЛ-1 вмикають роз'єднувач 14 і відключають роз'єднувач 15 блока ТЛ-2, переключають його до СШ 1, відключають ШЗВ 3, включають роз'єднувач 30 та ШЗВ 3 і відключають вимикач 4, який виводять у ремонт, та роз'єднувачі 12, 18.

При ремонті будь-якого блочного вимикача 5, 7 або 9, аналогічно використовують СШ 2 і ШЗВ 3, при цьому один із шинних вимикачів 4, 6 або 8 блока використовують також в якості ОВ для заміни блочного вимикача, який виводиться у ремонт, наприклад, при ремонті вимикача 5 блока ТЛ - 1, після переключення блока ТЛ-1 до СШ 1, відключають роз'єднувач 30 і ШЗВ 3, включають роз'єднувач 13, відключаючи роз'єднувач 12, вимикач 5 і роз'єднувачі 19, 24.

У обох вказаних ремонтних режимах трансформатор 42 підключений до одного з вимикачів 4 або 5, а лінія 39 - до двох вимикачів 4 і 5, при цьому відключення (при пошкодженні трансформатора 42) супроводжується відключенням одного вимикача 4 або 5, а пошкодження лінії 39 - відключенням двох вимикачів: ШЗВ 3 і вимикачів 4 або 5, по факту відключеного стану яких автоматично відключається роз'єднувач 36 з дистанційним керуванням і, після автоматичного відключення ШЗВ 3 і вимикача 4 або 5, включають у роботу трансформатор 42 - двома, послідовно ввімкненими через СШ 2, вимикачами 4 або 5. Наприклад, при ремонті вимикача 4 і пошкодженні лінії 39, трансформатор 42 підключають до СШ 1 вимикачем 5, роз'єднувачем 30 і ШЗВ 3 - через СШ 2.

При ремонті будь-якого з вимикачів 4-9, пошкодження будь-якої лінії 39, 40, 41, або будь-якого трансформатора 42, 43, 44, з відмовою одного з вимикачів 4 - 9 і ШЗВ 3, не приведе до відключення більш двох приєднань (одного блока).

Порядок переключення пристрою, що зв'язаний з виведенням у ремонт приєднань і його робота у вказаних режимах приведена нижче.

Перед виведенням у ремонт будь-якої з ліній 39, 40, 41 або будь-якого з трансформаторів 42, 43, 44 необхідно, щоб робочі блоки були підключені до різних СШ 1 або 2, наприклад, перед виведенням у ремонт лінії 40, один з блоків ТЛ-1 або ТЛ-3 переключають до СШ 2, потім включають роз'єднувач 14, відключають роз'єднувач 15, вимикач 7 і КА 37, включають роз'єднувач 31 і вимикач 7, при цьому, трансформатор 43 підключений вимикачем 6 до СШ 1 і вимикачем 7 - до СШ 2, що забезпечує збереження його у роботі при пошкодженнях, які супроводжуються відключенням шинних вимикачів блоків.

При ремонті будь-якої з ліній 39, 40, 41, пошкодження будь-якого з трансформаторів 42, 43, 44, з відмовою будь-якого з вимикачів 4 - 9, не приведе до відключення більш ніж двох приєднань. Наприклад, при ремонті лінії 39 і пошкодженні трансформатора 43, з відмовою вимикачів, вимикачами 5 і 7 і ШЗВ 3 відключаються пошкоджені трансформатор 43 і лінія 40, а трансформатор 42 і блок ТЛ-3 залишаються у роботі.

При виведенні у ремонт будь-якого з трансформаторів 42, 43, 44 також необхідно, щоб працюючі блоки були підключені до різних СШ 1 або 2, з метою зменшення вірогідності відключення трьох приєднань. Наприклад, при ремонті трансформатора 42, пошкодження трансформатора 43, з відмовленням вимикача 6, приведе до відключення вимикачами 7 і ШЗВ 3 блока ТЛ-2, а лінія 39 залишиться у роботі, а пошкодження трансформатора 44, що підключений 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). Таким чином, при ремонті будь-якої з ліній 39, 40, 41 або будь-якого з трансформаторів 42, 43, 44, з відмовою будь-якого з вимикачів 3-9, супроводжується відключенням не більш двох приєднань, окрім режиму ремонту одного з трансформаторів і пошкодженні другого трансформатора, що підключений до тієї ж СШ, що і виведений у ремонт трансформатор, з відмовою його шинного вимикача при цьому зменшується вірогідність таких відключень удвічі у порівнянні із схемою прототипу.

Наявність у розподільному пристрої двох робочих СШ і ШЗВ забезпечує надійність паралельної роботи приєднань, робить можливим його застосування у головних схемах ТЕС, у т.ч. блочних (фіг.2), з вимикачами генераторної напруги та використання того ж розподільного пристрою, що і у головній схемі знижувальної підстанції (фіг.1), але до трансформаторів 42 і 43 (потужність яких відповідає потужностям генераторів) підключені генератори 45 і 46, через вимикачі 47 і 48, відповідно. Трьохобмотувальний трансформатор 44 (відповідної потужності) використаний у даній схемі як пускорезервний.

Підключення до трансформаторів 42 і 43 генераторів 45 і 46, через вимикачі 47 і 48, практично не впливає на надійність пристрою, через те, що часті відключення генераторів 45, 46, при пошкодженні тепломеханічного обладнання або при виведенні їх у ремонт, у т.ч. тривалий, виконуються вимикачами 47 і 48, при цьому трансформатори 42 і 43 (від яких відбується робоче живлення турбоагрегатів) залишаються ввімкненими за схемою ТЛ аналогічно трансформаторам за схемою фіг.1.

У нормальному режимі роботи розподільного пристрою, генератори 45 і 46, через вимикачі 47 і 48, приєднані до трансформаторів блоків ТЛ-1 і ТЛ-2 і підключені до різних систем шин. Якщо до пристрою підключена блочна ТЕС (з вимикачами генераторної напруги), то генератори 45 і 46, з трансформаторами 42 і 43 і лініями 39 і 40, утворюють, відповідно, блоки генератор - трансформатор - лінія (ГТЛ) 1 і 2.

Робота пристрою за цією схемою у нормальному і ремонтних режимах нічим не відрізняється від роботи пристрою, що використаний у головній схемі знижувальної підстанції (фіг.1). У всіх вище вказаних режимах схема пристрою забезпечує збереження у роботі одного з двох діючих генераторів.

У головних схемах блочних ТЕС, з вимикачами генераторної напруги, пристрій дозволяє забезпечити режим виділення блока для роботи безпосередньо на приймальній підстанції із приблизно збалансованим

навантаженням, наприклад при системних аваріях, при цьому віділення блоку відбувається з мінімальною кількістю вимикачів (одним) та можливістю його резервування другим, наприклад, віділення блоку ГТЛ-2 виконується відключенням вимикача 6, а при його відмові - відключенням ШЗВ 3.

Схема пристрою (фіг.2) може знайти застосування на всіх електростанціях, де генератори підключені до трансформаторів головної схеми через вимикачі.

Однак підключення до трансформаторів вищевказаним способом генераторів блочної ТЕС, без вимикачів генераторної напруги, знижує надійність розподільного пристрою, через часте відключення і включення трансформаторів, що працюють у блоках з генераторами двома вимикачами, до одного з яких підключена лінія. Трансформатори вказаних блоків замикають коло ненадійних елементів блока (котел - турбіна - генератор - трансформатор) і переходять у групу ненадійних елементів пристрою. Такі трансформатори повинні підключатись до одного вимикача, а лінії - до двох вимикачів, при цьому частота відключення лінії повинна бути значно нижча частоти відключення блока генератор - трансформатор. Вірогідність пошкодження кожної лінії, яка підключена до пристрою, 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 відмови повітряних ліній на 100 км довжини, відносяться короткі лінії 330-500кВ, довжиною до 40км, лінії 220кВ, довжиною до 30км та лінії 110кВ, довжиною до 16км.

Робота головної схеми блочної ТЕС із застосуванням того ж розподільного пристрою, але без вимикачів генераторної напруги приведена на фіг.3.

Короткі лінії 39, 40 або 41 (якими ТЕС приєднана до енергосистеми), через КА 33, 34, 35 (у якості яких взяті віддільники двосторонньої дії) і роз'єднувачі 18, 19, 20, 21, 22 і 23 підключені до вимикачів 4 і 5, 6 і 7, 8 і 9, відповідно, а трансформатори 42, 43 або 44, через КА 36, 37, 38 (того ж типу) і роз'єднувачі 24, 25, 26 - до вимикачів (блочних) 5, 7, 9. До трансформаторів 42 і 43 підключені генератори 45 і 46, при цьому генератор 45, з трансформатором 42, утворює блок "генератор - трансформатор" №1 (ГТ-1), а генератор 46, з трансформатором 43, - блок "генератор-трансформатор" №2 (ГТ-2). Трансформатор 44 працює як пускорезервний (ПРТ). За цією схемою, до СШ 2, перемикачами 27, 28, 29, що містять роз'єднувачі 30, 31, 32, можуть підключатися блоки ГТ-1, ГТ-2 і ПРТ.

У нормальному режимі розподільного пристрою, блоки ГТ-1, ГТ-2, через блочні вимикачі 5, 7 і відповідні роз'єднувачі, з'єднані з лініями 39, 40 і працюють за схемою генератор - трансформатор - лінія ГТЛ-1 і ГТЛ-2, відповідно, а ПРТ 44, через вимикач 9 і відповідні роз'єднувачі, з'єднаний з лінією 41 і працює за схемою "трансформатор - лінія" (ТЛ), причому блоки ГТЛ-1 і ТЛ, шинними вимикачами 4 і 8 і ввімкненими роз'єднувачами 12 і 16, підключені до СШ 1, а блок ГТЛ-2, вимикачем 6 і роз'єднувачем 15, підключений до СШ 2, при цьому усі вказані блоки, при ввімкненому ШЗВ 3, працюють паралельно.

При роботі пристрою у нормальному режимі і пошкодженні будь-якого блока ГТ-1, ГТ-2 або ПРТ, останній відключається відповідним блочним вимикачем 5, 7 або 9, із збереженням паралельної роботи приєднань, які залишились. Якщо пошкодження супроводжується відмовою блочного вимикача, то на час відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, відключиться і відповідна лінія, із збереженням паралельної роботи непошкоджених блоків.

Пошкодження будь-якої лінії 39, 40 або 41 супроводжується відключенням двох вимикачів 4 і 5, 6 і 7 або 8 і 9, при цьому короткочасно, у залежності від типу і часу відключення використаних у колах ліній КА 33, 34, 35, відключаються також блоки ГТ-1, ГТ-2 або ПРТ. Наприклад, при пошкодженні лінії 39, відключаються два вимикача 4 і 5, за фактом відключеного стану яких автоматично відключиться КА (віддільник) 33, після чого автоматично включаються вимикач 4, а за ним - 5. При цьому блок ГТ-1 буде підключений до робочої СШ 1 через послідовно з'єднані вимикачі 4 і 5.

При роботі пристрою у нормальному режимі, пошкодження будь-якої з ліній 39, 40 або 41, з відмовою будь-якого з вимикачів 4 і 5, 6 і 7, або 8 і 9, супроводжується відключенням ліній і трансформатора пошкодженого блока з наступним (після відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача) відновленням роботи ГТ або ПРТ.

Пошкодження робочої СШ 1 супроводжується відключенням вимикачів 4, 8 і ШЗВ 3 недовгим, на час переключення вимикачів 4 і 8 до робочої СШ 2, порушенням паралельної роботи блоків. При пошкодженні СШ 2 ізолювано працює тільки блок ГТЛ-2, але, після відключення роз'єднувача 15 і ввімкнення роз'єднувача 14, ввімкненням вимикача 6 блока ГТЛ-2 поновлюється паралельна робота усіх приєднань. Пошкодження СШ 1 або СШ 2, з відмовою шинного вимикача будь-якого блока, додатково приведе до відключення цього блока на час відключення роз'єднувачами відмовившого вимикача, з подальшим відновленням його ізолюваної роботи (за "чистою" схемою ГТЛ).

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

Порядок переключення у розподільному пристрої, при переведенні його у основні ремонтні режими, здійснюється аналогічно переключенням у схемі за фіг.1, але з урахуванням зміни місць підключення трансформаторів і ліній.

При ремонті будь-якого з вимикачів 4-9 блоків також використовують тіж ремонтні режими, що і у схемі за фіг.1.

Наприклад, при виведенні у ремонт вимикача 4 блоку ГТЛ-1, включають роз'єднувач 14 і відключають роз'єднувач 15 блока ГТЛ-2, після переключення блока ГТЛ-2 до СШ 1, відключають ШЗВ 3, включають роз'єднувач 30 і ШЗВ 3, відключають вимикач 4, який виводять у ремонт, і роз'єднувачі 12, 18.

При виведенні у ремонт будь-якого блочного вимикача 5, 7 або 9, наприклад вимикача 5 блоки ГТЛ-1, аналогічно, шляхом включення роз'єднувача 14 і відключення роз'єднувача 15, переключають ГТЛ-2 до СШ 1, відключають ШЗВ 3, включають роз'єднувач 30 і ШЗВ 3, а також роз'єднувач 13 та відключають роз'єднувач 12, вимикач 5 і роз'єднувачі 19, 24.

При виведенні у ремонт (особливо на довгий час) будь-якого з блоків ГТ-1, ГТ-2 або ТЛ, робочі блоки повинні бути підключені до різних СШ, а лінія блока, який ремонтують - підключена двома вимикачами до обох СШ 1 і 2. Наприклад, при виведенні у ремонт блока ГТ-1, після відключення вимикача 5, відключають КА (відділювач) 36,

включають роз'єднувач 30 і вимикач 5. Підключення лінії вимикачем 4 до СШ 1, а вимикачем 5 - до СШ 2 забезпечує її збереження у роботі при пошкодженнях, що супроводжуються відключенням вимикачів, які підключені до однієї з робочих СШ.

При виведенні у ремонт будь-якої лінії 39, 40 або 41 будь-якого блока 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 блоків при будь-яких пошкодженнях.

Застосування запропонованого розподільного пристрою у якості головної схеми ТЕС (фіг.3) забезпечує аналогічно пристрою (фіг.2) виділення блока для роботи безпосередньо на приймальній підстанції.

Використання пристрою для КРПЕ не знижує надійності і безпеку у ремонтних режимах КРПЕ, наприклад, у період ремонту будь-якого з вимикачів 4-9 одного з блоків ГТЛ-1, ГТЛ-2 або ТЛ, пошкодження будь-якого з роз'єднувачів 30-31 перемичок 27 - 29, за допомогою яких інші блоки підключають до СШ 2, приведе до відключення двох блоків ГТ або ГТ і ТЛ.

На фіг.4 приведений приклад застосування комплектного розподільного пристрою елегазового (КРПЕ) у головній схемі блочної ТЕС, що виконаний за схемою фіг.3, вільного від вищевказаних недоліків.

Схема нормального режиму і порядок переключення, при створенні ремонтних режимів у КРПЕ, аналогічні схемі пристрою за фіг.3, наприклад, при виведенні у ремонт вимикача 4 блока ГТЛ-1, включають роз'єднувач 14 і відключають роз'єднувач 15 блока ГТЛ-2, ШЗВ 3, включають роз'єднувач 30, додатковий роз'єднувач 49 і ШЗВ 3, відключають вимикач 4, роз'єднувачі 12, 18 і додатковий роз'єднувач 52, включають заземлювач 62 розвилки роз'єднувачів 18 і 52 та заземлювач 62 у колах розвилки шинних роз'єднувачів 12 і 13.

При виконанні недовготривалих (у порівнянні з довготривалістю ремонтування вимикачів) ремонтних робіт шинних роз'єднувачів 12-17, блок з роз'єднувачами, що ремонтують, переводять у режим ізолюваної роботи, при цьому, одразу після закінчення ремонту будь-якого з вимикачів 4, 6 або 8, з метою скорочення операцій по переведенню блоків на другу СШ, виконують ремонт одного з шинних роз'єднувачів 13, 15 або 17 вимикача, який ремонтують і що примикає до СШ 2, а потім - одного з шинних роз'єднувачів 12, 14 або 16, які примикають до СШ 1.

Наявність додаткових других роз'єднувачів 49, 50, 51 у перемичках 27, 28, 29 запобігає, у ремонтних режимах вимикачів 4-9, відключенню більш ніж одного блока, при пошкодженні будь-якого з роз'єднувачів перемичок 27, 28, 29 діючого блока, а наявність роз'єднувачів 52-57 забезпечує безпеку виконання вищевказаних ремонтних робіт при виникненні перенапруг на лініях, наприклад у грозовий період.

На фіг.5 приведений приклад виконання головної схеми блочної ТЕС (без вимикачів генераторної напруги), у якій до розподільного пристрою підключено тринадцять приєднань (чотири блоки ГТ, два ПРТ і сім коротких ліній, якими ТЕС підключена до енергосистеми).

У нормальному режимі розподільного пристрою включені усі комутаційні апарати, крім роз'єднувачів 74, 76 секційних вимикачів, шинних роз'єднувачів 101, 102, 105, 107, 108, 111 і роз'єднувачів 136 - 141 перемичок.

Таким чином, у нормальному режимі пристрою, блоки ГТ-1, ГТ-2, ГТ-3 і ГТ-4, блочними вимикачами 89, 91, 95 і 96, роз'єднувачами і КА, у колах цих вимикачів, з'єднані з лініями 154, 155, 157 і 158 і працюють за схемою "генератор - трансформатор - лінія" ГТЛ-1, ГТЛ-2, ГТЛ-3 і ГТЛ-4, а ПРТ 162 і ПРТ 165, вимикачами 93 і 99, з роз'єднувачами і КА у цих вимикачах, з'єднані з лініями 156 і 159 і працюють за схемою трансформатор - лінія ТЛ-1 і ТЛ-2, при цьому блоки ГТЛ-1 і ТЛ-1, вимикачами 88 і 92 та включеними роз'єднувачами у їх колах, підключені до секції 65 СШ 63, а блоки ГТЛ-3 і ТЛ-2, вимикачами 94 і 98 і ввімкненими роз'єднувачами 71 і 72, до розвилки яких, через КА 80 підключена лінія 81. Блок ГТЛ-2 підключений до секції 67 СШ 64 за допомогою шинного вимикача 90 і роз'єднувачів 103, 114, а блок ГТЛ-4, за допомогою вимикача 96 і роз'єднувачів 109, 120 - до секції 68 тієї ж СШ 64, які з'єднані секційним вимикачем 77 і роз'єднувачами 78, 79. При ввімкнених ІПЗВ 82 і ШЗВ 85 та роз'єднувачах у їх колах, кожна з чотирьох секцій СШ 63 і СШ 64 з'єднана з двома другими секціями, що примикають до неї.

При роботі розподільного пристрою у нормальному режимі, відключення будь-якого приєднання (лінії, блока ГТ або ПРТ), при його пошкодженні, а також відключенні приєднання, з відмовою вимикача, виконується аналогічно відключенням у розподільному пристрої на шість приєднань (фіг.3).

Переведення цього пристрою з нормального режиму у основні ремонтні режими також аналогічно пристрою за фіг.3, але з урахуванням наявності СВ 69, СВ 70, СВ 77 і ШЗВ 85. Наприклад, при виведенні у ремонт секції 65 робочої СШ 63, після почергового переключення шинних вимикачів блоків ГТЛ-1 і ТЛ-1 з секції 65 до секції 67, включають роз'єднувач 74 і відключають роз'єднувач 73 і СВ 69, після чого відключають ШЗВ 82.

Наявність двох, послідовно включених вимикачів СВ 69 і СВ 70 забезпечує можливість проведення ремонту будь-якої секції (або двох різноіменних секцій) СШ, при збереженні паралельної роботи принаймні трьох блоків (двох ГТЛ і ТЛ), у разі пошкодження однієї з секцій, з відмовою одного із СВ.

Ремонт вимикачів блока може виконуватись у різних ремонтних режимах пристрою, наприклад, після відключення СВ 77, - аналогічно ремонту вимикачів за фіг.3. Однак використання СВ 77 підвищує надійність пристрою у цьому ремонтному режимі, наприклад, при виведенні у ремонт вимикача 88, включають роз'єднувач 102, відключають роз'єднувач 103, СВ 77 і ШЗВ 82, включають роз'єднувач 136 і вимикачі ШЗВ 82, СВ 77, відключають вимикач 88, який виводять у ремонт і роз'єднувач 112. Включення СВ 77 забезпечує підключення блока, що ремонтують, до секції 68, при пошкодженні однієї з ліній 155 або 156, з відмовою шинного вимикача 90 або 92.

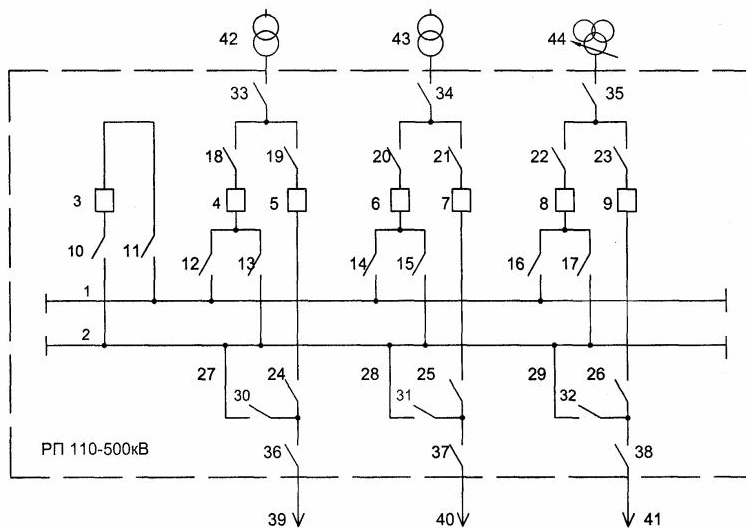
При необхідності виведення у ремонт будь-якого вимикача 94 - 99, які примикають до секцій 66 або 68, при виконанні ремонту одного з вимикачів 88-93, що примикають до секцій 65 або 67, наприклад, вимикача 96 (при ремонті вимикача 88) відключають СВ 77 і ШЗВ 85, включають роз'єднувач 140 і вимикачі СВ 77 і ШЗВ 85, відключають вимикач 96 і роз'єднувачі 108 і 120.

Завдяки включеному стану СВ 77, у вказаних ремонтних режимах зберігається замкнутий стан усіх секцій, при цьому пошкодження будь-якого приєднання, з відмовою його шинного вимикача, супроводжується відключенням блока і ізолюваною роботою не більш ніж одного блока. У пристрої, при необхідності, наприклад, при системних аваріях або з метою оптимізації перетоку потужності у мережі, що прилягають, можливе гнучке розділення блоків між системами (або частинами системи) двома вимикачами пристрою.

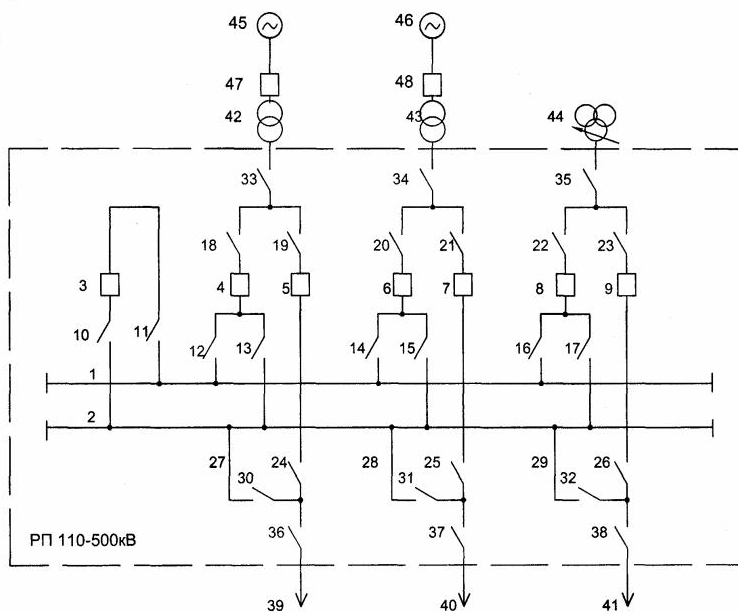
Застосування запропонованого розподільного пристрою на шість приєднань дозволить використовувати (у порівнянні з прототипом) дві системи шин (замість трьох), один додатковий вимикач (замість двох) і 26 роз'єднувачів (замість 25), якщо в якості комутаційних апаратів використовують роз'єднувачі, це скорочує капітальні витрати і об'єм експлуатаційних (ремонтних) робіт та робить його більш економічним. Застосування КА (у якості яких використовують роз'єднувачі з автоматичним дистанційним керуванням, віддільники або вимикачі навантаження) у колах трансформаторів підвищують надійність пристрою при його роботі як у нормальному режимі так і при пошкодженні будь-якого трансформатора. Встановлення додаткових КА, до кожного з яких підключена лінія та підключення до одного вимикача додаткової СШ і ШЗВ, а також перемичок, які з'єднують КА ліній з додатковою робочою СШ, підвищує надійність пристрою у всіх ремонтних режимах, що забезпечує його ремонтпридатність. Пристрій може бути використаний у головних схемах знижувальних підстанцій, у яких число ліній, що живлять, більше числа трансформаторів, наприклад, у головній схемі з двома трансформаторами і чотирма лініями, що живлять, при умові, що одна з них виконана короткою і вірогідність пошкодження якої у 4-5 разів менше, ніж у інших лініях. Це не знижує надійності пристрою.

Таким чином, схеми запропонованого пристрою багатофункціональні і можуть знайти застосування на всіх електростанціях, генератори яких підключені до трансформаторів головної схеми як з вимикачами, так і без них, на знижувальних підстанціях енергосистем, металургійних заводів, залізничного транспорту та, при будівництві як нових, так і при реконструкції діючих розподільних пристроїв.

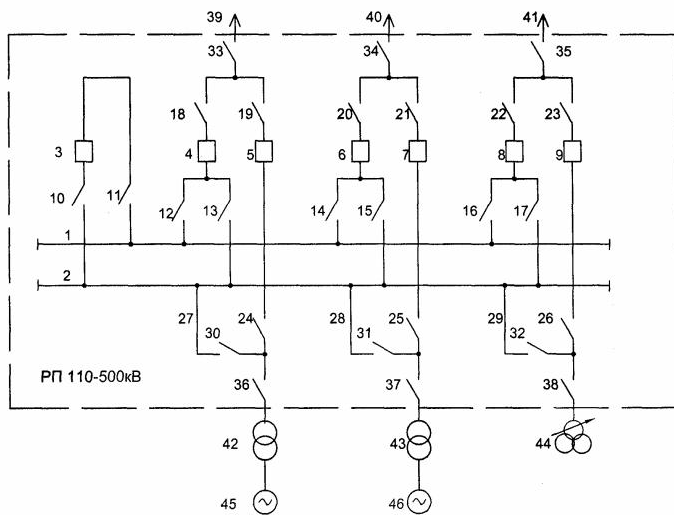
Виготовлена дослідна партія розподільних пристроїв, яка пройшла іспити у головних схемах енергопостачання Донбасу і показала позитивні результати.



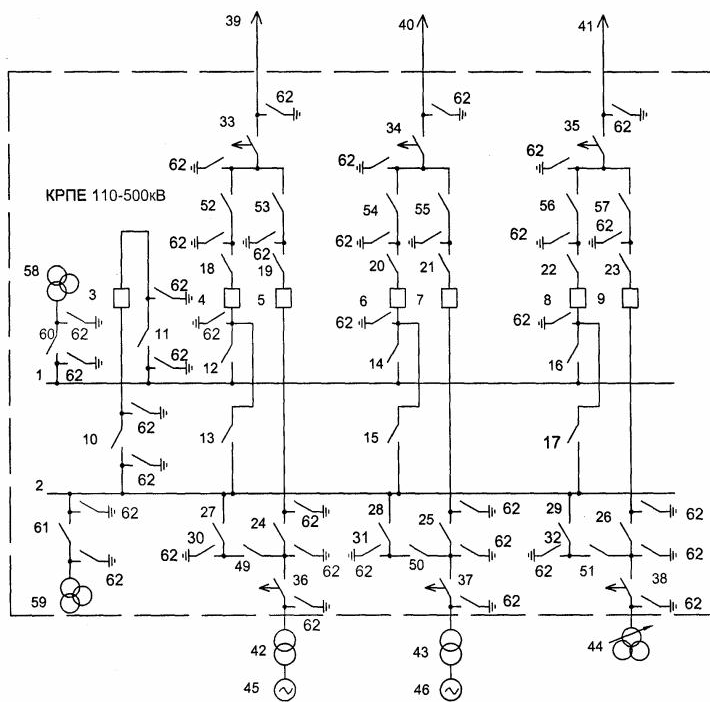
Фиг. 1



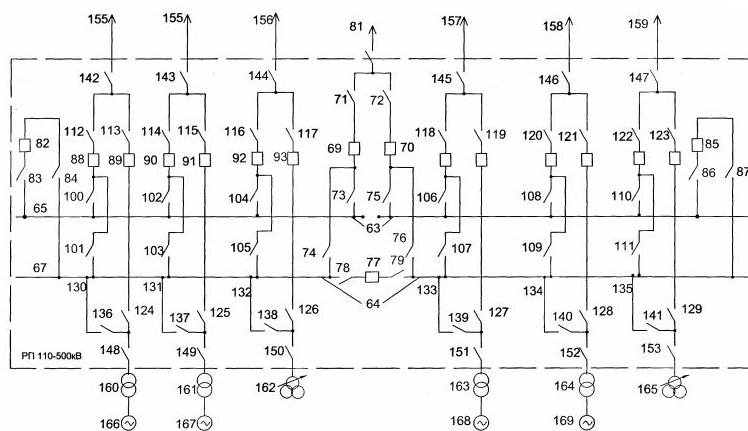
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5