

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046704**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.04.12

(51) Int. Cl. **H02J 3/00** (2006.01)
H02B 13/065 (2006.01)

(21) Номер заявки
202392583

(22) Дата подачи заявки
2023.10.13

(54) **ОТКРЫТОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ЦЕПОЧКАМИ С БЛОКАМИ ГЕНЕРАТОР-ТРАНСФОРМАТОР**

(43) **2024.04.11**

(56) KZ-B-35130
RU-C1-2744255
US-B2-9166407
US-A1-20220131377

(96) **KZ2023/078 (KZ) 2023.10.13**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "ТОРАЙГЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТ" (KZ)**

(72) Изобретатель:
**Клецель Марк Яковлевич,
Барукин Александр Сергеевич,
Динмуханбетова Айгуль
Жумагельдыевна (KZ)**

(74) Представитель:
Ержанов Н.Т. (KZ)

(57) Изобретение относится к электротехнике, а именно к открытым распределительным устройствам (ОРУ) электрических станций, и может быть применено на них для выдачи вырабатываемой электроэнергии. Техническим результатом изобретения является снижение частоты потери генерируемой и передаваемой мощности в ОРУ при отказе выключателя любого из *n* блоков генератор-трансформатор в отключении при КЗ на нем, а также при ремонте выключателя, соединяющего два присоединения в *n*-й цепочке. Это ведет к повышению эффективности энергосбережения за счет уменьшения недоотпуска электроэнергии и, как следствие, к уменьшению ущерба от этого недоотпуска при реконструкции электростанции или затрат при её сооружении. Это достигается тем, что в ОРУ электрической станции с *n* цепочками с блоками генератор-трансформатор в каждом присоединении блока генератор-трансформатор введен выключатель между трансформатором блока и его двумя выключателями со стороны высшего напряжения, а также введены два выключателя, каждый из которых установлен последовательно с имеющимся секционным выключателем первой и второй систем сборных шин соответственно.

B1

046704

046704

B1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к открытым распределительным устройствам (ОРУ) электрических станций, и может быть применено на них для выдачи вырабатываемой электроэнергии.

Наиболее близким к предлагаемому является ОРУ электрической станции с n цепочками с блоками генератор-трансформатор [Васильев А.А. Электрическая часть станций и подстанций: Учебник для вузов 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.], содержащее первую и вторую системы сборных шин, каждая из которых секционирована одним выключателем, первую, вторую, ..., n -ю цепочки с тремя выключателями в каждой из них и двумя присоединениями, одним из которых является блок генератор-трансформатор, при этом в первой, второй, ..., n -й цепочках первое присоединение подключено между первым и вторым выключателями, второе присоединение - между вторым и третьим выключателями, а сами цепочки первыми и третьими выключателями подключены к первой и ко второй системам сборных шин соответственно.

Недостатком этого устройства является высокая частота потери генерируемой и передаваемой мощности, так как отказ выключателя любого из n блоков генератор-трансформатор в отключении при коротком замыкании (КЗ) на нем или отказ выключателя типа "КЗ в обе стороны" приводит к одновременному отключению двух присоединений (или одного присоединения и одной из шин секционированной системы). Надежность устройства низка и в случае нахождения в ремонте выключателя, соединяющего два присоединения в n -й цепочке, подключенной к одной из шин секционированной системы, что при отказе секционного выключателя в отключении КЗ на другой шине этой системы приводит к кратковременному отключению одного присоединения n -й цепочки. В обоих случаях отказы выключателей ведут к дефициту мощности в энергосистеме (также возможно нарушение её устойчивой работы из-за потери блока) и, как следствие, к недоотпуску электроэнергии конечным потребителям.

Технический результат изобретения - снижение частоты потери генерируемой и передаваемой мощности в ОРУ при отказе выключателя любого из n блоков генератор-трансформатор в отключении при КЗ на нем, а также при ремонте выключателя, соединяющего два присоединения в n -й цепочке. Это ведет к повышению эффективности энергосбережения за счет уменьшения недоотпуска электроэнергии, и, как следствие, к уменьшению ущерба от этого недоотпуска при реконструкции электростанции или затрат при её сооружении.

Технический результат достигается тем, что в открытое распределительное устройство электрической станции с n цепочками с блоками генератор-трансформатор, содержащее первую и вторую системы сборных шин, каждая из которых секционирована одним выключателем, первую, вторую, ..., n -ю цепочки с тремя выключателями в каждой из них и двумя присоединениями, одним из которых является блок генератор-трансформатор, при этом в первой, второй, ..., n -й цепочках первое присоединение подключено между первым и вторым выключателями, второе присоединение - между вторым и третьим выключателями, а сами цепочки первыми и третьими выключателями подключены к первой и ко второй системам сборных шин, соответственно, дополнительно в каждом присоединении блок генератор-трансформатор введен выключатель между трансформатором блока и его двумя выключателями со стороны высшего напряжения, а также введены два выключателя, каждый из которых установлен последовательно с имеющимся секционным выключателем первой и второй систем сборных шин, соответственно.

На чертеже представлена схема предлагаемого ОРУ.

ОРУ электрической станции с n цепочками с блоками генератор-трансформатор содержит первую систему сборных шин 1 и 2 (чертеж), секционированную двумя последовательно включенными выключателями 3 и 4, вторую систему сборных шин 5 и 6, секционированную двумя последовательно включенными выключателями 7 и 8, первую цепочку с тремя выключателями 9, 10, 11 и двумя присоединениями, одним из которых является блок 12 генератор-трансформатор, вторую цепочку с тремя выключателями 13, 14, 15 и двумя присоединениями, одним из которых является блок 16 генератор-трансформатор, ..., n -ю цепочку с тремя выключателями $4n+5$, $4n+6$, $4n+7$ и двумя присоединениями, одним из которых является блок $4n+8$ генератор-трансформатор. В первой цепочке первое присоединение (например, линия $4n+9$) подключено между первым 9 и вторым 10 выключателями, а второе присоединение (например, блок 12 генератор-трансформатор) - между вторым 10 и третьим 11 выключателями. Во второй цепочке первое присоединение (например, блок 16 генератор-трансформатор) подключено между первым 13 и вторым 14 выключателями, а второе присоединение (например, линия $4n+10$) - между вторым 14 и третьим 15 выключателями. В n -й цепочке первое присоединение (например, блок $4n+8$ генератор-трансформатор) подключено между первым $4n+5$ и вторым $4n+6$ выключателями, а второе присоединение (например, линия $5n+8$) - между вторым $4n+6$ и третьим $4n+7$ выключателями. Первая (вторая, ..., n -я) цепочка первым 9 (13, ..., $4n+5$) и третьим 11 (15, ..., $4n+7$) выключателями подключены к первой и ко второй системам сборных шин 1, 2 и 7, 8, соответственно. Между трансформатором блока 12 (16, ..., $4n+8$) и его двумя выключателями со стороны высшего напряжения установлен выключатель $5n+9$ ($5n+10$, ..., $6n+8$).

ОРУ электрической станции с n цепочками с блоками генератор-трансформатор работает следующим образом. Если электростанция выдает запланированную мощность при отсутствии ремонтов в ОРУ, то:

1) при КЗ в блоке 12 генератор-трансформатор от действия его релейной защиты (РЗ) отключается выключатель $5n+9$, после чего оперативный персонал отключает его разъединитель (чертеж). Происходит потеря мощности блока $\Delta P_{\text{БД}}$ на время t_1 его аварийного ремонта и пуска из холодного состояния. При КЗ в блоках 16, ..., $4n+8$ схема работает аналогично;

2) при КЗ на линии $4n+9$ от действия ее РЗ отключаются выключатели 9 и 10. Если КЗ неустойчивое (успешное автоматическое повторное включение (АПВ)), то через время t_2 срабатывания устройства АПВ выключатели 9 и 10 включаются обратно, и восстанавливается нормальный режим работы. Если КЗ на линии $4n+9$ устойчивое, то после отключения этих выключателей оперативный персонал отключает ее разъединитель, и она выводится в ремонт. При этом в первом и во втором случае происходит, соответственно, кратковременная и длительная потеря линии $4n+9$. При КЗ на линиях $4n+10$, ..., $5n+8$ схема работает аналогично;

3) при КЗ на шине 1 от действия ее РЗ отключаются выключатели 3, 4, 9 и 13. При этом не происходит потери мощности. При КЗ на шинах 2, 5 и 6 схема работает аналогично;

4) при отказе типа "КЗ в обе стороны" выключателя 9 от действия РЗ шины 1 и линии $4n+9$ отключаются выключатели 3, 4, 10 и 13. После отключения выключателя 9 от схемы его разъединителями, оперативный персонал включает ранее отключенные выключатели 3, 4, 10 и 13. При этом происходит кратковременная потеря линии на время t_3 оперативных переключений. При отказах типа "КЗ в обе стороны" аналогичных выключателей других n цепочек схема работает аналогично;

5) при отказе типа "КЗ в обе стороны" выключателя 11 от действия РЗ шины 5 отключаются выключатели 7, 8, 10, 15 и $5n+9$. При этом происходит кратковременная потеря $\Delta P_{\text{БД}}$ на время t_3 и пуска из горячего состояния. При отказах типа "КЗ в обе стороны" аналогичных выключателей других n цепочек схема работает аналогично;

6) при отказе типа "КЗ в обе стороны" выключателя 10 от действия РЗ линии $4n+9$ и блока 12 генератор-трансформатор отключаются выключатели 9, 11 и $5n+9$, соответственно. При этом происходит кратковременная потеря двух присоединений и потеря мощности $\Delta P_{\text{БД}}$ на время t_3 . При отказах типа "КЗ в обе стороны" аналогичных выключателей других n цепочек схема работает аналогично;

7) при отказе выключателя $5n+9$ в отключении КЗ на блоке 12 генератор-трансформатор от действия устройства резервирования отказа выключателя отключаются выключатели 10 и 11. При этом теряется мощность блока $\Delta P_{\text{БД}}$ на время t_4 ремонта выключателя и блока и пуска последнего из холодного состояния. Для других n цепочек при КЗ на блоке, совпадающих с отказами в отключении выключателей схема работает аналогично.

Принцип работы схемы ОРУ при нахождении в ремонте одного из блоков 12, 16, ..., $4n+8$ генератор-трансформатор, одной из линий $4n+9$, $4n+10$, ..., $5n+8$, одной из шин 1, 2, 5, 6 или одного из трех выключателей в n -й цепочке аналогичен рассмотренному выше.

Расчет суммарного аварийного недоотпуска электроэнергии проводится по широко известной методике [1] с использованием данных и уточненной модели отказов выключателей из [2]. Так, например, для заявляемого ОРУ напряжением 500 кВ с четырьмя цепочками ($n=4$) с блоками генератор-трансформатор мощностью по 500 МВт, недоотпуск электроэнергии $W_{\text{неотп.}} = 160,8 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$, а для прототипа $W_{\text{прот.}} = 167,5 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$. За счет уменьшения недоотпуска электроэнергии на $\Delta W = 6,7 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$ можно получить экономический эффект в уменьшении ущерба от этого недоотпуска при реконструкции электростанции или затрат при её сооружении.

Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP09058249).

Список использованных источников.

1. Гук Ю.Б. Теория надежности. Введение: учеб. пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. - 171 с.
2. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. - 288 с., ил.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Открытое распределительное устройство электрической станции с n цепочками с блоками генератор-трансформатор, содержащее первую и вторую системы сборных шин, каждая из которых секционирована одним выключателем, первую, вторую, ..., n -ю цепочки с тремя выключателями в каждой из них и двумя присоединениями, одним из которых является блок генератор-трансформатор, при этом в первой, второй, ..., n -й цепочках первое присоединение подключено между первым и вторым выключателями, второе присоединение - между вторым и третьим выключателями, а сами цепочки первыми и третьими выключателями подключены к первой и ко второй системам сборных шин соответственно, отличающееся тем, что в каждом присоединении блок генератор-трансформатор введен выключатель между трансформатором блока и его двумя выключателями со стороны высшего напряжения, а также введены два выключателя, каждый из которых установлен последовательно с имеющимся секционным выключателем первой и второй систем сборных шин соответственно.

