DOI: 10.17117/na.2016.05.03.021

<http://ucom.ru/doc/na.2016.05.03.021.pdf>

Поступила (Received): 13.05.2016

**Афанасьев Д.Е., Давыдов Г.И., Васильев П.Ф.,
Ли-Фир-Су Р.П., Хоютанов. А.М.
Энергоэффективные схемы электропередачи
для районов с малыми плотностями
электрических нагрузок (Север и Арктика)**

**Afanasyev D.E., Davydov G.I., Vasilyev P.F., Lie-Fir-Su R.P.,
Khoiutanov A.M.
Energy efficient transmission systems for areas with low
densities of electrical loads (the North and the Arctic)**

Рассмотрены пяти- и семипроводные системы электропередачи с трехфазными трансформаторами, которые являются дальнейшим развитием схем, в которых, в качестве одного из фазных проводов используется земля (ДПЗ). Сохраняя все преимущества системы ДПЗ, она лишена ее недостатков и может быть применена для реконструкции существующих сетей, а также для сооружения новых для районов с малыми плотностями электрических нагрузок (Север и Арктика)

Ключевые слова: системы электропередачи, ДПЗ, дальние электропередачи

Афанасьев Дмитрий Егорович

Доктор технических наук, ведущий научный сотрудник
Институт физико-технических проблем Севера
им. В.П. Ларионова, г. Якутск-7, ул. Октябрьская, 1

Давыдов Геннадий Иванович

Младший научный сотрудник
Институт физико-технических проблем Севера им.
В.П. Ларионова
г. Якутск-7, ул. Октябрьская, 1

Васильев Павел Филиппович

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт физико-технических проблем Севера
им. В.П. Ларионова, г. Якутск-7, ул. Октябрьская, 1

Five and seven-wire transmission systems with three-phase transformers are considered, which are, also, a further development of the system, which, as one of the phase conductors used grounding (TWG). Retaining all the advantages of the TWG system, it is devoid of its drawbacks and can be used for reconstruction of existing networks, as well as for the construction of new districts for the low-density electrical loads (the North and the Arctic)

Key words: power systems, two wires grounding, TWG, long-distance transmission line

Afanasyev Dmitry Egorovich

Doctor of Engineering Sciences, Leading Researcher
Institute of physical and technical problems of the
North named V.P. Larionov
Yakutsk-7, Otyabrskaya st.,1

Davydov Gennady Ivanovich

Junior Researcher
Institute of physical and technical problems of the
North named V.P. Larionov
Yakutsk-7, Otyabrskaya st.,1

Vasilyev Pavel Filippovich

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Institute of physical and technical problems of the
North named V.P. Larionov
Yakutsk-7, Otyabrskaya st.,1

Ли-Фир-Су Роза Петровна*Научный сотрудник**Институт физико-технических проблем Севера**им. В.П. Ларионова**г. Якутск-7, ул. Октябрьская, 1***Lie-Fir-Su Roza Petrovna***Researcher**Institute of physical and technical problems of the**North named V.P. Larionov**Yakutsk-7, Otyabrskaya st., 1***Хоютанов Александр Михайлович***Ведущий инженер**Институт физико-технических проблем Севера**им. В.П. Ларионова**г. Якутск-7, ул. Октябрьская, 1***Khoiutanov Alexander Mikhaylovich***Management Engineer**Institute of physical and technical problems of the**North named V.P. Larionov**Yakutsk-7, Otyabrskaya st., 1*

Север характеризуется очаговым размещением производственных сил, значительной удаленностью потребителей от источников электроэнергии, большой разбросанностью населенных пунктов на огромной территории. Электросетевое хозяйство характеризуется широким диапазоном классов напряжения, большой протяженностью сетей, сложными природно-климатическими и инфраструктурными условиями эксплуатации – бездорожье, непроходимость трасс в летний период, недостаток техники и механизмов, а также слабость ремонтно-эксплуатационной базы.

При объединении энергосистем Восточной Сибири, Якутии, Дальнего Востока и Магаданской области будут вовлечены электрические мощности кластера гидроэлектростанций: Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС, каскад Вилюйских ГЭС, Южно-Якутский гидроэнергетический комплекс, Колымская ГЭС, Усть-Среднеканская ГЭС, Зейская и Бурейская ГЭС, электроэнергия которых значительно дешевле энергии тепловых и дизельных станций. Дальнейшее развитие транспортных систем электроэнергии должно сопровождаться разработкой интеллектуальных технических решений, направленных на совершенствование элементной базы линий электропередачи; автоматизацией процессов передачи электроэнергии, позволяющих в конечном итоге получить более экономичные и надежные линии, обеспечивающие требуемое качество напряжения, пропускную способность и устойчивую работу [1].

В целях экономии необходимо увеличить передаваемую мощность линии электропередачи на дальние расстояния в заниженном классе напряжений, чтобы сбалансировать возрастающую стоимость по мере увеличения ее длины и снизить удельную стоимость передачи энергии.

Описываемые ниже системы электропередачи дают возможность осуществить переход на более высокие напряжения без замены установленного оборудования и являются дальнейшим развитием схем, в которых, в качестве одного из фазных проводов используется земля (ДПЗ и ее модификации) и которые получили довольно широкое распространение в Советском Союзе при сооружении высоковольтных сельских сетей в 30-50 гг. XX века. Сохраняя все преимущества системы ДПЗ [2,3], она лишена ее недостатков и может быть применена для реконструкции существующих сетей, а также для сооружения новых для районов с малыми плотностями электрических нагрузок (Север и Арктика).

Схемы электропередачи отличаются от ранее предложенных [4,5,6] тем, что «земляной» токопровод заменен на воздушный, т.е. четырехфазная схема электропередачи с трехфазными трансформаторами (сдвоенная система ДПЗ)

становиться пятипроводной (рис. 1), а шестифазная схема (утроенная система ДПЗ) – семипроводной (рис. 4).

Пятипроводная система электропередачи. Один трансформатор каждой пары трехфазных трансформаторов имеет группу соединений звезда-треугольник 11 и другой – звезда-треугольник 1. допускаются и другие группы соединений, если сдвиг между ними равен 60° , 180° и т.д. Со стороны треугольника фаза a одного из трансформаторов соединяется с фазой c другого. Остальные четыре вывода трансформаторов присоединяются к сборным шинам или непосредственно к линии электропередачи.

Рис. 1. Принципиальная схема пятипроводной электропередачи

Как видно из рассмотрения векторных диаграмм, представленных на рис. 2 и рис. 3 применение такого же соединения трансформаторов на всех остальных подстанциях обеспечивает при холостом ходе линий четырехлучевую звезду напряжений и токов на вторичной стороне, сумма векторов которой равна нулю. Простейшее доказательство этого вытекает из рассмотрения пятипроводной системы электропередачи как двух обычных трехфазных систем.

Рис. 2. Векторные диаграммы токов без учета падения напряжения в линиях электропередачи. а – токи нагрузки; б – токи линейной стороне трансформаторов; в – токи в линии

Рис. 3. Векторные диаграммы напряжений без учета падения напряжения в линиях. а – напряжения у потребителей; б – напряжение на линейной стороне трансформаторов; в – напряжения на линии

Пятипроводная система электропередачи является симметричной. При помощи простейших устройств в необходимых случаях может автоматически преобразовываться в симметричную трехфазную систему электропередачи. По сравнению с обычными трехфазными линиями имеют в 2,25 раза большую пропускную способность [5].

Семипроводная система электропередачи. В нашем случае представляет собой утроенную систему ДПЗ, отличающуюся тем, что «земляной» токопровод заменяется седьмым воздушным токопроводом [7]. Этот служит общим для трех трехфазных систем с такими же фазными и линейными напряжениями, что и исходная трехфазная линия (рис. 4).

Рис. 4. Принципиальная схема семипроводной электропередачи

Векторная диаграмма напряжений приведена на рис. 5. Предлагаемая схема позволяет осуществить схему подстанций с тремя трансформаторами и семью шинами, от которой могут отходить линии разных типов и напряжений для питания рассредоточенных потребителей в сельской местности в зависимости от характера, мощностей нагрузок, их расстояний от питающей подстанции.

· <http://ucom.ru/na> · ISSN 2411-7609 ·

· <http://ucom.ru/na> · ISSN 2411-7609 ·

· <http://ucom.ru/na> · ISSN 2411-7609 ·

· <http://ucom.ru/na> · ISSN 2411-7609 ·

- <http://ucom.ru/na> · ISSN 2411-7609 ·

5. Фильштинский А.А. Четырехпроводная электропередача как средство повышения экономичности и надежности высоковольтных сетей // *Электричество*. №1. 1952. С. 17.
6. Эбин Л.Е. Экономические схемы электропередачи и методы их расчета // *Электричество*. 1952. №1. С. 23.
7. Афанасьев Д.Е. Расщепление передачи трехфазного тока. Развитие идеи профессора Л.Е. Эбина применительно к условиям Крайнего Севера // *Современные проблемы теплофизики и теплоэнергетики в условиях Крайнего Севера*. Якутск: Изд-во Якутского ун-ва, 2010. С. 128.

© 2016, Афанасьев Д.Е., Давыдов Г.И., Васильев П.Ф.,
Ли-Фир-Су Р.П., Хойутанов. А.М.

*Энергоэффективные схемы электропередачи для
районов с малыми плотностями электрических
нагрузок (Север и Арктика)*

© 2016, Afanasyev D.E., Davydov G.I., Vasilyev P.F.,
Lie-Fir-Su R.P., Khoiutanov A.M.

*Energy efficient transmission systems for areas with
low densities of electrical loads (the North and the
Arctic)*