

К вопросу об электроснабжении удаленных сельскохозяйственных потребителей

М.А. Таранов, П.Т. Корчагин

Азово-Черноморский инженерный институт, Зерноград

Аннотация: Произведен анализ состояния линий электропередачи, на примере одного из районов Ростовской области. Рассмотрены перспективы применения устройства симметрирования неполнофазных режимов, позволяющего повысить надежность электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.

Ключевые слова: поток отказов, электроэнергия, устройство симметрирования, аварийный режим, время восстановления, отказ, надежность, многоуровневый инвертор, анализ, линия электропередачи, потребитель.

За последнее время, происходит постепенное восстановление, а в некоторых случаях, совершенствование производств в сельскохозяйственном секторе, что было спровоцировано государственными программами развития. Намечился прогресс развития в сельхозотрасли, который способствует увеличению потребляемых объемов мощностей [1,2], в том числе и электроэнергии. Однако, износ трехфазных систем в сельскохозяйственном секторе, достигающий до 70% [3], в полной мере не позволяет удовлетворять растущим запросам потребителей к надежности электроснабжения.

Проведенный анализ работы трехфазных линий напряжением 10 кВ, по данным представленным Заветинским РЭС Ростовской области, выявил следующее: поток отказов при вероятности $\alpha = 0,95$ находится в пределах от 6,7 до 10,9 отказов в год на 100 км линии, при этом время восстановления одного отключения, полученное после обработки 1426 случаев, при уровне надежности $\alpha = 0,95$, составляет от 3,2 до 4 часов [4]. Подобная картина, состояния воздушных линий, наблюдается и в других регионах [5-8]. Проведенные исследования и полученные результаты, подтверждают утверждение о значительном износе трехфазных систем электроснабжения, что в свою очередь, для многих сельскохозяйственных производителей,

может спровоцировать не только значительный ущерб, но и полную гибель производства.

Также был произведен детальный анализ, по видам часто встречающихся аварийных отключений на линиях 10 кВ, результаты которого представлены на рис. 1.

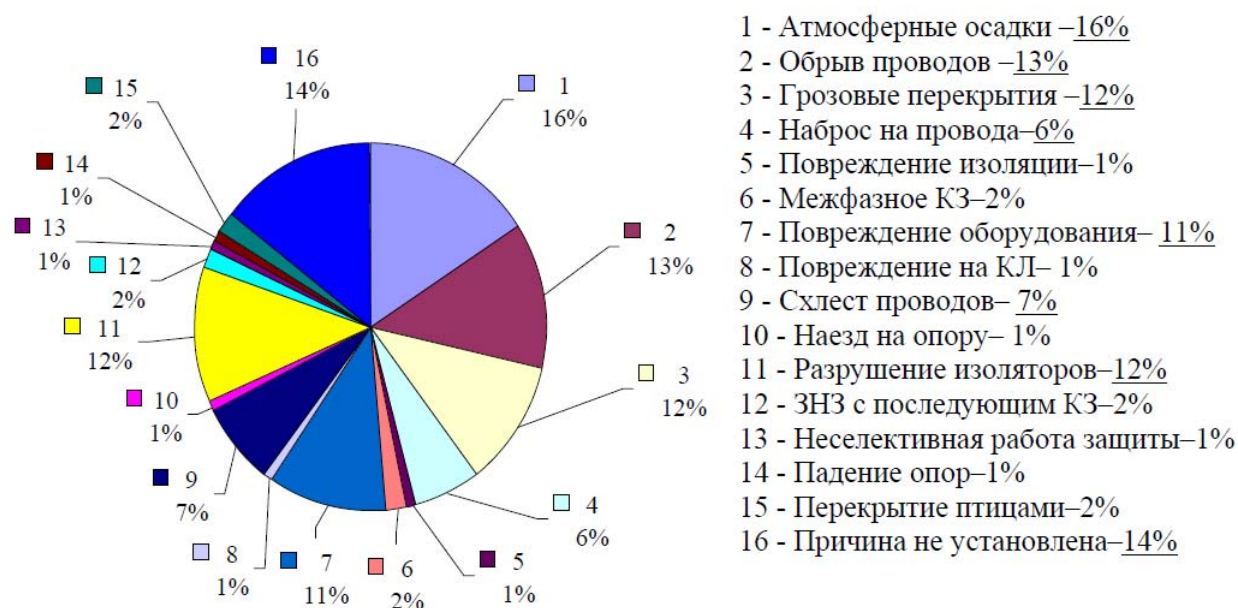


Рис. 1. – Основные причины отключения потребителей для Заветинского района

К основным причинам, вызвавшим отключение, относятся: атмосферные осадки – 16%, обрыв проводов – 13%, грозовые перекрытия – 12%, разрушение изоляторов – 12%, повреждение оборудования – 11%, схлест проводов – 7%, наброс на провода – 6%, а также причина не была установлена для 14% отключений. То есть, 8 видов причин, вызвавших ограничение электроснабжения потребителей, составляет около 90% от общего числа всех отключений. Данный факт, позволяет сделать следующее предположение: применение систем или устройств, позволяющих избежать ряда или хотя бы одного из представленных часто встречающихся видов аварийных отключений, позволит в значительной мере повысить надежность электроснабжения.

Как отмечалось ранее, обрыв проводов находится на втором месте, из наиболее часто встречающихся причин аварийных отключений, в проведенном анализе для рассматриваемого района области. При этом, обрыв провода в большинстве случаев, сопровождается созданием неполнофазного режима на линии. Следует отметить, что неполнофазный режим, является наиболее распространенным для сетей на 10 кВ, который может возникать и по ряду других причин: сгорание предохранителя, недовключение одного из ножей разъединителей, отгорание шлейфов и т.д.

Для предотвращения появления на линиях напряжением 10 кВ таких режимов, было разработано устройство, построенное на базе многоуровневого автономного инвертора [8, 9]. Принципиальная схема системы электроснабжения представлена на рис. 2.

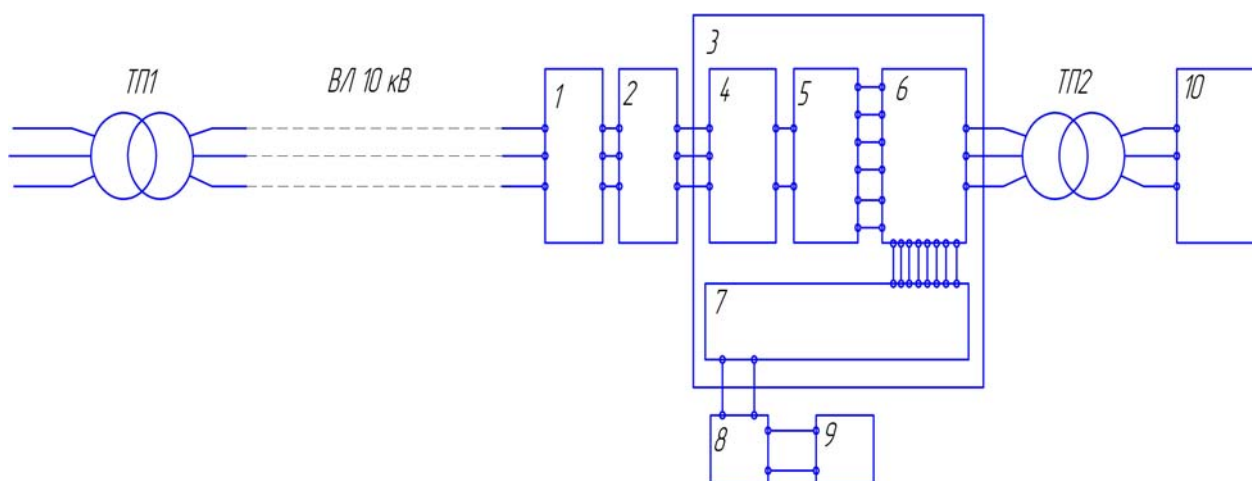


Рис. 2. – Принципиальная схема устройства симметрирования неполнофазных режимов, установленного на ВЛ 10 кВ у трансформаторной подстанции потребителя [10]

Представленная схема на рис. 2, включает в себя следующие блоки: 1 – токоограничивающий реактор и 2 – разрядники. Это блоки защиты, обеспечивающие нормальные условия работы блока 3 – устройство симметрирования, которое состоит из следующих блоков: 4 – трехфазный выпрямитель, 5 – емкостной делитель, 6 – многоуровневый инвертор, 7 –

схема управления. Что бы обеспечить независимое питание схемы управления, предусмотрены блоки 8 и 9, соответственно батарея и фотоэлектрический преобразователь. Именно такой подход, гарантирует работу устройства вне зависимости от того, какая из фаз на линии 10 кВ, в данный момент будет отключена. Под блоком 10 представлен сельскохозяйственный потребитель.

Расположение устройства симметрирования, именно в конце линии, перед понижающей трансформаторной подстанцией (далее ТП) потребителя, как показано на рис. 2, является наиболее рациональной, так как снижается вероятность возникновения аварийного режима на незащищенном участке линии, между преобразователем и ТП-2. Однако, при необходимости возможна установка данного устройства на любом участке сети.

Учитывая тот факт, что продолжительность времени затрачиваемой на устранение причины отключения, можно рассматривать как сумму двух составляющих: 1 – поиск места аварии и 2 – ликвидация неисправности, то применение устройства симметрирования неполнофазных режимов, позволит сократить время продолжительности отключения. Этого возможно достичь, за счет того, что потребитель будет обеспечен электроэнергией, с соблюдением всех требований к её качеству, в период времени затрачиваемого на поиск места возникновения неисправности и отключаться только на время непосредственного устранения аварии.

Таким образом, можно выделить следующее: применение устройства симметрирования, позволит свести к минимуму возникновение ущерба у сельскохозяйственных потребителей из-за перебоев подачи электроэнергии, а схемотехническое решение применение многоуровневого инвертора, обеспечит удовлетворения всех требований к показателям качества электроэнергии.

Литература

1. Корчагин П.Т. Перспективы развития сельскохозяйственных предприятий Ростовской области и проблемы их энергосбережения // Инженерный вестник Дона, 2014, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/nly2014/2224/.
2. Цвиль М.М., Колесникова И.В. Эконометрический анализ инвестиционных проектов Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2016 №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3591.
3. Таранов М.А., Медведько А.Ю. Возобновляемые энергоносители для автономного энергообеспечения // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. - №8. – С.2.-3.
4. Корчагин П.Т., Таранов Д.М. Надежность электроснабжения удаленных потребителей // Сельский механизатор. – 2014. - №3- С.28-30.
5. Горбина Е.В. Уменьшение климатических воздействий на ЛЭП // Приоритетные научные направления: от теории к практике. Издательство: ООО «Центр развития научного сотрудничества». – 2016. – 26-1. С.177-182.
6. Куценко Г.Ф., Пухальская О.Ю. Основные показатели надежности ЛЭП 6-10 кВ // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. Минск: БНТУ, №6, 2006, С.20-23.
7. Хренников А.Ю., Гольдштейн В.Г., Складчина А.А. Анализ состояния воздушных линий электропередачи 6 – 500 кВ Самарского региона // Электрические станции. – 2010. - № 5. – С.42 - 46.
8. Laskody T., Kascak S. Space vector PWM for two-phase inverter in matlab-simulink // URL: dsp.vscht.cz/konferene_matlab/MATLAB13/prispevky/.
9. Diego, S. A comparison of high-power converter topologies for the implementation of FACTS controllers // IEEE transactions on power electric. – 2002. - №5. - Vol.49, pp.1072-1080.



10. Пат. 2516461 Российская Федерация, МПК7 Н 02 Н 7/09. Устройство симметрирования неполнофазных режимов на линии 10 кВ для удаленных потребителей / Таранов М.А., Корчагин П.Т.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» – 2012134359/07, заявлен 10.08.2012; опубликован 20.02.2014.

References

1. Korchagin P.T. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine.archive.n1y2014.2224](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014.2224).
2. Cvil' M.M., Kolesnikova I.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016 №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine.archive.n2y2016.3591](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016.3591).
3. Taranov M.A., Medved'ki A.Ju. Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2008.№8. p.2.3.
4. Korchagin P.T., Taranov D.M. Sel'skij mehanizator. 2014. №3 p.28.30.
5. Gorbina E.V. Prioritetnye nauchnye napravlenija: ot teorii k praktike. Izdatel'stvo: ООО «Centr razvitija nauchnogo sotrudnichestva». 2016. 26.1. p.177.182.
6. Kucenko G.F., Puhalskaja O.Ju. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij i jenergeticheskij ob#edinenij SNG. Jenergetika. Minsk: BNTU, №6, 2006, p.20.23.
7. Hrennikov A.Ju., Gol'dshtejn V.G., Skladchina A.A. Jelektricheskie stancii. 2010. № 5. p.42. 46.
8. Laskody T., Kascak S. Space vector PWM for two.phase inverter in matlab.simulink. URL: [dsp.vscht.cz/konferene.matlab.MATLAB13.prispevky](http://dsp.vscht.cz/konferene/matlab/MATLAB13.prispevky).
9. Diego, S. A comparison of high-power converter topologies for the implementation of FACTS controllers. IEEE transactions on power electricis. 2002. №5.Vol.49. pp.1072-1080.



10. Pat. 2516461 Rossijskaja Federacija, MPK7 H 02 N 7.09. Ustrojstvo simmetrirovaniya nepolnofaznyh rezhimov na linii 10 kV dlja udalennyh potrebitelej. [The device balancing unbalance at 10 kV line for remote users]. Taranov M.A., Korchagin P.T.; zajavitel' i patentoobladatel': Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Azovo-Chernomorskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija». 2012134359.07, zajavlen 10.08.2012; opublikovan 20.02.2014.