

СНИЖЕНИЕ УБЫТКОВ В ЦЕПИ ПОСТАВЩИК-ПОТРЕБИТЕЛЬ – КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Кенжекулов К.Н.

Ташкумырский инженерно - педагогический институт, г.Ташкент

Электр менен тейлөөчү ишканалардын электр тарамдарында жана электр зарптоочулардын демейдеги иш режимдеринде ар кандай бузулуштардан болгон чыгымдарды жалпы чыгаша катары санап, алардын иштөөсүн оптималдаштырууда эсепке алуу сунушталат.

Убытки как в электросетях электроснабжающих организаций, так и у потребителей от всех видов нарушений нормального режима питания предлагается рассматривать как общий ущерб, подлежащий учету при оптимизации их функционирования и определении размеров штрафных санкций

It is suggested that losses, incurred by both the power providers' distribution networks and the end users as a result of all kinds of power supply failures, should be considered as common damage to be counted for the purposes of distribution networks optimization and determination of penalties.

В задачах организации системы управления надежностью электроснабжения потребителей категория ущерба последних от нарушений питания - отказов и отключений - занимает важное место. Во-первых, величина ущерба является определяющей при отнесении потребителя к категории обеспечения надежности электроснабжения, а следовательно, к выбору резервирования его электропитания. В свою очередь это обстоятельство влияет на выбор потребителя относительно желательного для него уровня надежности электроснабжения и соответствующего "тарифного меню".

Во вторых величина ущерба от перерывов электроснабжения непосредственно отражается в виде экономических санкций к стороне, виновной в нарушении нормального режима электроснабжения.

В общем случае нарушение нормального режима электроснабжения потребителя может наступить в результате изменения любого показателя качества электроэнергии и надежности электроснабжения. Эти нарушения в большинстве случаев приводит к ущербу потребителя

При оценке ущерба от перерыва питания потребителя его время фактического простоя складывается из времени перерыва электроснабжения и времени, необходимого для достижения нормальной производительности агрегата, цеха. Существует минимально допустимая продолжительность перерыва питания, которая не отражается на работе данного потребителя вследствие инерционности электроприводных и технологических механизмов. Ее значение зависит от характера процесса и специфики производства и колеблется в больших пределах от 1 с до 30 мин.

Различают два вида ущерба от перерыва питания: прямой и косвенный.

В прямой ущерб входят:

1. стоимость простоя рабочей силы;
2. выход из строя или сокращение срока службы механизмов;
3. убытки от энергетических потерь, связанных с утечкой пара, газа, сжатого воздуха, тепла печей;
4. убытки от расстройтва технологического процесса;
5. ущерб от брака продукции, порчи сырья, материалов и полуфабрикатов, от увеличения затрат труда, материалов и энергии на единицу продукции.

Косвенный ущерб - убытки от недовыпуска продукции вследствие перерыва питания.

Ущерб у потребителей имеет место и при отклонениях показателей качества электроэнергии от нормированных значений: отклонения напряжения и частоты, колебания напряжения при толковых нагрузках, несинусоидальность и несимметрия напряжения.

Величина ущерба от перерыва электроснабжения рассчитывается двумя способами. Первый способ основан на анализе отказов и может применяться для анализа вероятного ущерба. Второй способ применим для анализа уже случившегося перерыва в электроснабжении.

Вероятный среднегодовой ущерб от перерывов в электроснабжении:

$$\dot{O} = \dot{o}_0 t_i \dot{Y}_i,$$

где \dot{O}_0 - удельный ущерб потребителя от недоотпуска электроэнергии, определяемый длительностью перерывов t_i и характером производства, сом/кВтч \dot{Y}_i - электроэнергия, недоотпущенная потребителю вследствие нарушения электроснабжения, определяемая по формуле.

$$\dot{Y}_i = \dot{Y}_{\text{год}} q_c,$$

где $\dot{Y}_{\text{год}}$ - годовая потребность потребителя в электроэнергии, кВтч; q_c - вероятность отказа системы электроснабжения, 1/год.

Для определения оптимального уровня надежности электроснабжения потребителей второй группы необходимо знать величину годового ущерба при перерывах электроснабжения, которая определяется особенностями технологического процесса, зависит от частоты и длительности перерывов электроснабжения, а также от вероятности совпадения этих перерывов с той или иной фазой технологического процесса, если производство циклическое или периодическое.

При перерыве электроснабжения длительностью более некоторого критического времени t_0 происходит расстройство технологического процесса и возникает ущерб. В общем случае время простоя технологической установки, цеха при перерыве электроснабжения может быть определено из выражения:

$$t_i = t_y + t_{\text{дд}} + t_{\text{ион}},$$

где t_i - длительность перерыва электроснабжения, причем $t_y > t_0$;

$t_{\text{мех}}$ - время, необходимое для доведения параметров технологического процесса после восстановления электроснабжения до регламентируемых величин; $t_{\text{пуск}}$ - длительность восстановления /пуска/ работы технологической установки, равное времени достижения номинальной производительности после восстановления регламентируемых параметров режима. Обычно в расчетах используют так называемое приведенное время простоя (t'_i) , которое равно:

$$t'_i = t_y + t_{\text{дд}} t_{\text{ион}} - t'_y + t'_{\text{ион}},$$

где t'_i - приведенное время перерыва электроснабжения; $t'_{\text{пуск}}$ - приведенное время пуска установки;

$$t'_y = \frac{\dot{I}_y}{Q_i} \cdot t_{\text{ион}} = \frac{\dot{I}_{\text{ион}}}{Q_i},$$

где Π , - количество продукции, выпущенной за время перерыва электроснабжения; $\Pi_{пуск}$ - количество продукции, выпускаемой за время пуска установки после перерыва электроснабжения; Q_i - номинальная (доаварийная) производительность установки. Для многих установок $t'_y = 0$.

В общем случае ущерб предприятия при перерыве электроснабжения определяется по формуле

$$\dot{O} = \dot{O}_i + \dot{O}_{ic} \dot{O}_{ii}$$

где V_n - составляющая полного ущерба (прямые убытки), которая возникает на отключенной установке из-за потерь и брака продукции, перерасхода энергоресурсов, сырья и материалов, поломок оборудования при внезапной остановке, простое и послеаварийном пуске, а также из-за увеличения условно-постоянной составляющей себестоимости продукции (цеховые и общезаводские расходы, амортизационные отчисления и т.д.), если недовыпуск продукции после восстановления электроснабжения не может быть восполнен; \dot{O}_{ic} - составляющая полного ущерба, вызываемая недозагрузкой предшествующих или последующих установок технологической цепи и определяемая теми же статьями убытков, что и \dot{O}_i ; \dot{O}_{ii} - составляющая полного ущерба, определяемая недополучением предприятием прибыли, так называемые косвенные убытки.

$$\dot{O}_{ii} = \hat{e} Q_i t'_n (\ddot{O} - \tilde{N}),$$

где Q_n - номинальная или доаварийная производительность установки, цеха, предприятия; t'_i - приведенное время простоя установки из-за перерывов электроснабжения; Π , C - соответственно цена и себестоимость единицы товарной продукции; κ - доля в выпуске товарной продукции остановленной установки (для концевых товарных цехов $\kappa=1$).

Если недовыпуск продукции восполняется, например, путем форсирования режима, включением резервных агрегатов, использованием сверхурочных часов работы, то все возникающие при этом дополнительные расходы относят к составляющей прямого ущерба, но зато в этом случае не учитывается перерасход условно-постоянной составляющей себестоимости продукции и составляющая ущерба \dot{O}_{ii} принимается равной нулю. Составляющая ущерба \dot{O}_{ic} имеет место только в случае сохранения в предшествующих и последующих установках и цехах электроснабжения и отсутствия складов-накопителей промежуточной или готовой продукции, то есть в случаях, когда смежные установки, цехи останавливаются на "горячий простой" при аварийной остановке какого-либо цеха в последовательной технологической цепи из-за перерыва его электроснабжения. С достаточной для расчетов надежности точностью путем калькулирования отдельных убытков удается получить зависимости разового ущерба установки, цеха от длительности перерыва электроснабжения $Y=f(t_s)$. Зная показатели надежности (ω , T_B) и зависимости $Y=f(t_s)$ для любого узла СЭС, можно определить величину ожидаемого годового ущерба:

$$\dot{O}_o = \omega_o \cdot \sum_1^k (\dot{O}_{ii} \dot{O}_{ici} \dot{O}_{iii}),$$

ω_o - параметр потока отказов в узле СЭС; κ - число установок (цехов), питающихся от данного узла СЭС. Определение ущерба предприятия - очень объемная и многовариантная задача, которая должна решаться с использованием ЭВМ. Для предприятий нефтеперерабатывающий и нефтехимической промышленности могут быть использованы алгоритмы и программы для ЭВМ. Для ориентировочных расчетов при решении вопроса перспективного развития электроэнергетических систем или выбора системы питания предприятия часто применяются удельные показатели ущербов, отнесенные к 1 кВт отключенной мощности или 1 кВтч недоотпущенной электроэнергии. Для более объективных оценок расчетов необходимо пользоваться интервальными оценками удельных показателей ущерба.

С целью усиления взаимных обязательств между поставщиком и потребителем энергии и как инструмент управления надежностью электроснабжения предлагается ввести страхование ущерба потребителем.

С точки зрения конечного потребителя электроэнергии приобретение страховки - один из способов управления (выявления, контроля и устранения или минимизации последствий) экономическими рисками перебоев в энергоснабжении. С другой стороны, контроль собственных рисков стимулирует страховые компании к активному взаимодействию со своими клиентами-страхователями, ведь снижая их потенциальные риски, страховщики тем самым снижают собственные расходы, предусмотренные для выплат страховых сумм.

Страховые компании, имея большой опыт проведения мероприятий по предотвращению потерь и, так называемому, "набору инструментов" управления рисками, могут выступать в качестве активного эле-

мента систем управления рисками в сфере надежности энергоснабжения.

Среди методов управления этой группой рисков в арсенале страховых компаний можно выделить:

- финансовые "инструменты" (структурирование страховых выплат);
- участие в управлении техническим риском клиентов (стимулирование создания резервных систем энергоснабжения и систем раннего предупреждения);
- участие в планировании непрерывной работы клиентов.

Все страховые компании занимаются управлением финансовым риском, но меры контроля и предотвращения потерь у страхователя варьируются. Контроль над потерями застрахованной компании обычно проводится специалистами, нанимаемыми страхователем, хотя иногда непосредственно и сам страховщик предлагает свои услуги по управлению рисками.

Страховые компании также активно участвуют в разработке различных методов управления техническими рисками и стимулируют применение их страхователями путем установления надбавок к страховым премиям. По имеющимся данным, уровень такой надбавки может достигать 20 % для страхователей, которые имеют хороший план действий в аварийных ситуациях.

Среди инструментов управления техническими рисками можно также отметить:

- разработку строительных норм и правил, способствующих улучшению противостояния катастрофам и стихийным бедствиям;
- внедрение у потребителей резервных систем энергоснабжения;
- внедрение систем заблаговременного оповещения о стихийных бедствиях.

Известны случаи, когда забота потребителей о повышении надежности их энергоснабжения стимулируется выдачей льготных страховых полисов.

Страховые компании могут способствовать стандартизации технологий управления техническими рисками, а также намечать возможности снижения их посредством использования новых энергосберегающих технологий (помимо всего, это снижает нагрузку на энергосистему в целом, что повышает надежность энергоснабжения в кризисных ситуациях и в определенных пределах сокращает число этих ситуаций). Максимальная готовность к чрезвычайным ситуациям и снижение продолжительности последующего периода восстановления нормального бизнес-процесса приобретают в последнее время для компаний все большее значение. В силу этого планирование непрерывности деятельности все более часто выделяется в отдельную категорию - риск-менеджмента. Учитывая данное обстоятельство, многие страховые компании предоставляют свои услуги в этой сфере. Страховые компании поощряют компании, занимающиеся планированием непрерывной деятельности и подготовкой к критическим ситуациям, ведь быстрое восстановление энергоснабжения и непрерывность деятельности энергокомпаний очень важны для минимизации последствий от перерывов в работе страхователей, вызванных стихийными бедствиями и энергетическими авариями.

Рассмотрение страхования применительно к проблеме надежности энергоснабжения крайне важно и своевременно в условиях, когда отношение потребителей к отключениям электроэнергии обостряется, а суды начинают рассматривать так называемые "потери данных" в качестве материального ущерба, подлежащего возмещению с применением традиционных способов страхования собственности.

Потери электроэнергии в линиях зависят от значения их сопротивлений и тока, пропускаемого через линии. Сопротивление действующих линий может считаться практически постоянным. Отсюда следует, что для уменьшения потерь электроэнергии возможен один путь - уменьшение протекающего через них тока. При наличии параллельных линий желательно из соображений экономии электроэнергии держать их включенными параллельно. При проектировании системы электроснабжения предприятия необходимо выбирать вариант, при котором отсутствуют реакторы, или вариант с минимальными потерями в реакторах. С этой точки зрения рассматриваемые варианты должны обязательно сопоставляться по технико-экономическим показателям. Так например система электроснабжения предприятия на напряжение 6 кВ с реакторами должна сравниваться с системой электроснабжения на напряжение 20 кВ без реакторов.

В системе электроснабжения мощных приемников электроэнергии (электрические печи и пр.) с большими рабочими токами, как правило, применяют многополюсные шинопроводы. Если применять расположение шин, как указано на рис. 1а, то потери электроэнергии в таком шинопроводе будут значительно больше, чем при расположении шин, показанном на рис. 1б. Это объясняется тем, что в первом случае (рис. 1а) сильно сказывается "эффект близости", при котором резко возрастает индуктивное сопротивление шин и соответственно увеличивается реактивная составляющая тока, что в конечном счете приводит к увеличению общего тока и соответственно потерь мощности и энергии.

При расположении шин, приведенном на рис. 1б, взаимодействие магнитных полей таково, что их действия взаимно уничтожаются и увеличение реактивного тока незначительно. Потери мощности и электроэнергии в этом случае уменьшаются почти вдвое по сравнению с расположением на рис. 1а.

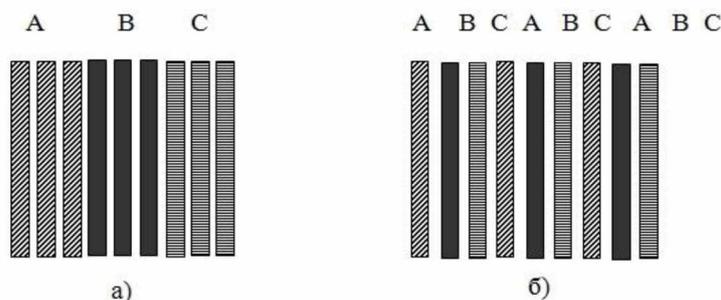


Рис. 1. Варианты шихтовки полос шин в шинопроводах.
а) с большими потерями энергии; б) с минимальными потерями.

Выводы. 1. При оптимизации уровня надежности систем электро-снабжения наряду с учетом ущербов потребителей от перерывов питания должны быть учтены убытки, вызванные потерями электроэнергии в сети.

Литература

- 1.Кадыркулов С.С. Показатели аварийности сельских электросетей 10 кВ долинных районов Кыргызстана и задачи повышения их надежности. [Текст] //Центр научно-технической информации по энергетике и электрификации. Серия: строительство сельских электросетей, вып.7(198). – М. 2001.
- 2.Методические указания по обеспечению при проектировании нормативных уровней надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. /В.В. Тисленко /и др./.- М.: Сельэнергопроект. , 1986. – 32 с.
- 3.Прусс В.Л. Повышение надежности сельских электрических сеетей /Прусс В.Л., Тисленко В.В. – Л.: Энергоатомиздат. 1989. – 208 с.

УДК 621.311(076)

АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОБЩЕЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ АВАРИЙНЫХ ПЕРЕРЫВОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Кадыркулов С.С.
КГТУ им. И. Раззакова

Хожин Г.Х.Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы

По результатам анализа составляющих общей длительности аварийных перерывов электро-снабжения разработаны рекомендации по их сокращению путем автоматического секционирования распределительных электросетей 6-10 кВ и их оснащения другими средствами повышения надежности.

As a result of the components analysis of the total duration for emergency power outages, recommendations are developed as to their reduction, which can be achieved through automatic sectioning of 6 – 10 kV distribution networks and equipping them with different reliability devices.

При отказах (отключениях) неавтоматизированных и не оснащенных средствами повышения надежности (СПН) воздушных (сельских) распределительных сетей 6-10 кВ длительность перерыва электроснабжения потребителей может быть представлена в виде

$$T_{пер} = t_{инф} + t_{пути} + t_{поиска} + t_{л.п} + t_{рем} + t_{восст}, \quad (1)$$

где: $t_{инф}$ – время от момента аварийного отключения линии выключателем до получения информации от потребителя дежурным диспетчером РЭС. При наличии системы сигнализации на распределительной трансформаторной подстанции (РТП) 35кВ, где произошло отключение фидера 6-10 кВ, $t_{инф} = 0$

$t_{пути}$ – время проезда ОВБ до РТП, где произошло отключение;

$t_{поиска}$ – время поиска повреждения;

$t_{л.п}$ – время локализации поврежденного участка с восстановлением питания потребителей неповрежденной части фидера;

$t_{рем}$ – время восстановительного ремонта повреждения;

$t_{восст}$ - время, затрачиваемое ОВБ на восстановление нормальной схемы фидера путем производства оперативных переключений после завершения ремонтных работ.

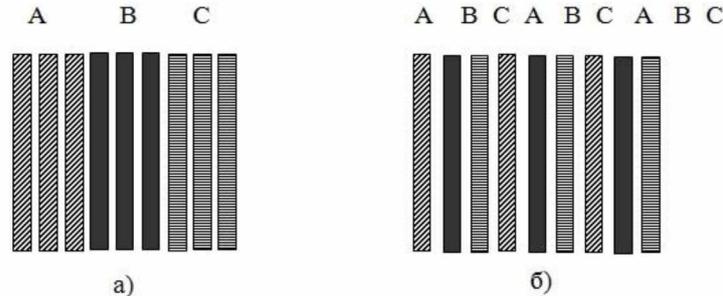


Рис. 1. Варианты шихтовки полос шин в шинопроводах.
 а) с большими потерями энергии; б) с минимальными потерями.

Выводы. 1. При оптимизации уровня надежности систем электро-снабжения наряду с учетом ущербов потребителей от перерывов питания должны быть учтены убытки, вызванные потерями электроэнергии в сети.

Литература

- 1.Кадыркулов С.С. Показатели аварийности сельских электросетей 10 кВ долинных районов Кыргызстана и задачи повышения их надежности. [Текст] //Центр научно-технической информации по энергетике и электрификации. Серия: строительство сельских электросетей, вып.7(198). – М. 2001.
- 2.Методические указания по обеспечению при проектировании нормативных уровней надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. /В.В. Тисленко /и др./.- М.: Сельэнергопроект. , 1986. – 32 с.
- 3.Прусс В.Л. Повышение надежности сельских электрических сеетей /Прусс В.Л., Тисленко В.В. – Л.: Энергоатомиздат. 1989. – 208 с.