

КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Авад Махмуд Саламах
(Иордания)

УДК 621.316.1.024

ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПО
РЕЖИМУ НАПРЯЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИОРДАНИИ

Специальность 05.14.02 - Электрические станции
(электрическая часть), сети,
электроэнергетические системы
и управление ими.

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Київ - 1994

621.31

ЛНБ ім. В. Стефаника



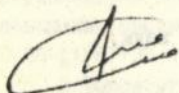
00330655 (M)

АВ-29.799

КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Авад Махмуд Саламех
(Иордания)



УДК 621.316.1.024

ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПО
РЕЖИМУ НАПРЯЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИОРДАНИИ

Специальность 06.14.02 - Электрические станции
(электрическая часть), сети,
электроэнергетические системы
и управление ими.

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев - 1994

НВ 29. 7.99

Работа выполнена на кафедре электрических сетей и систем факультета электроэнергетики и автоматики Киевского политехнического института.

Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент Буслова Н.В.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Зорин В.В.

- кандидат технических наук,
Рыбальченко Ю.Я.

Ведущая организация - Научно-инженерный Центр
"Электросеть" НИИ энергетики
Минэнерго Украины

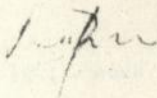
Защита состоится "23 мая" 1994г. в 15 час. 00 мин.
на заседании специализированного Совета К 068.14.05 по присужде-
нию ученой степени кандидата технических наук в Киевском пол-
техническом институте (корпус М20, ауд. М-8).

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью
учреждения, просим направлять по адресу: 252066, г. Киев-56, пр.
Победы, 37, КПИ, Ученому секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского по-
литехнического института.

Автореферат разослан "21 апреля" 1994г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
к.т.н., профессор



Б.Н. Кондри

Аннотация

Целью настоящей работы является исследование и определение рациональных мероприятий и средств, способствующих повышению пропускной способности распределительных сетей Иордании по режиму напряжения; разработка методов их расчета и оптимизации. В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи.

1. Выполнить анализ состояния и развития энергосистемы Иордании; определить целесообразные мероприятия и средства для повышения пропускной способности ее распределительных сетей 0,38-11(6)-33 кВ;
2. Выполнить анализ факторов, влияющих на пропускную способность распределительных сетей по режиму напряжения;
3. При полном использовании основных средств регулирования напряжения исследовать целесообразность применения дополнительных устройств в зависимости от потребления реактивной мощности, характера нагрузок и их графиков;
4. Разработать методы расчета и оптимизации пропускной способности распределительных сетей при использовании регулирующих и компенсирующих устройств.

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Рост коммунально-бытового и сельскохозяйственного электропотребления требует развития существующих распределительных сетей низкого и среднего напряжения. Это, как правило, приводит к их перегрузке, росту потерь, снижению качества напряжения и, как следствие, - к снижению пропускной способности. Такое положение в той или иной мере характерно для разных стран и особенно существенно проявляется в Иордании, где в распределительных сетях практически не используются регулирующие и компенсирующие устройства при значительном удельном весе нагрузок кустарного и мелкого промышленного производства; сами сети принадлежат частным компаниям, вопросы качества напряжения и компенсации потерь становятся предметом контрактных условий.

Поэтому работа, направленная на повышение пропускной способности распределительных сетей и связанная с решением вопросов рационального использования средств, способствующих

стабилизации параметров и снижению потерь электрической энергии, является актуальной.

Методы исследования. При решении поставленных задач использованы методы системотехники, элементы теории вероятности и математической статистики, дифференциального исчисления, линейной алгебры.

Научная новизна. Исследования пропускная способность распределительных сетей по режиму напряжения при использовании основных средств регулирования и дополнительном применении продольной и поперечной компенсации в зависимости от различных факторов. Разработаны методы расчета и оптимизации сетей с установками продольной и поперечной компенсации, базирующиеся на предельных отклонениях напряжения с учетом закона и диапазона регулирования в ЦП и оптимальных добавок на распределительных трансформаторах, позволяющие определить параметры и место установки устройств. Обоснованы принципы использования СТК в распределительных сетях. Предложены схемы СТК для распределительных сетей в зависимости от функционального назначения устройств.

Практическая ценность работы обусловлена тем, что результаты исследований доведены до инженерных методик и практических рекомендаций, использование и выполнение которых приводит к снижению потерь и стабилизации параметров электрической энергии. При этом эффективность повышения технико-экономических показателей возрастает за счет первоочередной и полной реализации малозатратных мероприятий рационального использования регулирующих возможностей трансформаторов.

Внедрение результатов работы планируется в распределительных сетях энергосистемы Иордании, для которых она выполнялась. В настоящее время разработанные методы расчета и оптимизации используются в НИР кафедры, в учебном процессе при проведении лекций, НИРС, курсовом и дипломном проектировании (4 дипломных проекта).

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований обсуждались на научных семинарах кафедры электрических сетей и систем Киевского политехнического института.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 работ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и приложения. Содержит 204 страниц,

71 рисунков, 15 таблиц и список литературы из 112 наименований.

В первой главе приводится анализ состояния и перспективы развития энергосистемы Иордании. Рассматриваются проблемы качества напряжения и компенсации реактивной мощности, возможные способы и средства их решения с использованием мирового опыта. Формируется задача исследований.

Во второй главе проводится исследование пропускной способности распределительных сетей по режиму напряжения в зависимости от различных факторов. Рассматривается влияние основных средств регулирования на ее повышение. Дается обоснование применения дополнительных средств и мероприятий.

В третьей главе рассматриваются вопросы повышения пропускной способности сетей с помощью установок продольно-емкостной компенсации (УПК). Приводится исследование влияния различных факторов на пропускную способность компенсированной линии и разработанный метод расчета распределительных сетей с УПК.

В четвертой главе в качестве средства повышения пропускной способности сетей рассматриваются конденсаторные батареи поперечного включения (БСК). Предлагаются методы расчета и оптимизации распределительных сетей с БСК по техническим и экономическим критериям для однородных и неоднородных нагрузок, в т. ч. для резервированных схем.

В пятой главе предлагается еще одно средство поперечной компенсации для повышения пропускной способности сетей-СТК. Обосновываются принципы использования СТК в распределительных сетях. Выбираются схемы и расчетные модели СТК в зависимости от их функционального назначения.

В заключении делаются выводы по работе.

В приложении приводятся исходные материалы по распределительным сетям Иордании, разработанные алгоритмы расчетов и программы, которые использовались в процессе исследований.

Краткое содержание работы

Основными потребителями в энергосистеме (ЭС) Иордании являются коммунально-бытовой и коммерческий сектор, а также мелкая кустарная промышленность. Потери в электрических сетях выше, чем в развитых странах, и составляют около 13%. Они все-

растают с каждым годом, их основная доля приходится на распределительные сети 6-11-33 кВ (10%). Это можно объяснить рядом причин. В первую очередь - нерациональным построением схем, что связано с хаотическим развитием сетей, находящихся в руках частных компаний. Распределительные сети протяженные, разомкнутые, процент резервных связей небольшой. Недостаточное внедрение получают компенсирующие устройства, регулирующие возможности трансформаторов с РПН практически не используются. Все это приводит к тому, что отклонения напряжения в период максимальных нагрузок (летний период) превышают допустимые пределы. При этом может иметь место несимметрия, а подключенные к сетям нагрузки мелкой промышленности в ряде случаев вызывают несимметричность и колебания напряжения.

Таким образом, возникает проблема повышения пропускной способности распределительных сетей по режиму напряжения, решение которой приведет не только к стабилизации параметров электрической энергии, но и к снижению потерь.

Анализ возможных способов повышения пропускной способности сетей показал, что в условиях Иордании для решения поставленной задачи целесообразно рассмотреть в первую очередь основные трансформаторные средства регулирования напряжения и в качестве дополнительных - продольную и поперечную компенсацию, в т. ч. с применением СТК.

Расчет пропускной способности распределительных сетей по режиму напряжения связан с определением средств и законов регулирования, расстановкой ответвлений на распределительных трансформаторах, нахождением допустимых потерь напряжения, дающих возможность получить нормированные или принятые отклонения в сети.

В Иордании, в отличие от Украины, нет ГОСТ'а на качество электрической энергии, но так же, как во многих странах, отклонения напряжения с такт допустимыми в пределах $\pm 5\%$.

Исследование влияния графиков нагрузок и основных средств регулирования на пропускную способность сетей позволило прийти к следующим выводам. Наибольшая пропускная способность по режиму напряжения может быть обеспечена при свободном встречном регулировании в ЦП и, соответственно, однородных нагрузках.

Возможность повышения напряжения при встречном регулировании позволяет снизить потери мощности в линиях, что может

быть проиллюстрировано следующим выражением:

$$\delta \Delta P = \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{\delta U}{100} \right)^2} \right] \cdot 100 \quad (1)$$

где $\delta \Delta P$ - изменение потерь мощности в сети, %;

δU - отклонения напряжения, %.

При разнородных нагрузках приходится применять стабилизацию напряжения в ЦП, и пропускная способность сетей уменьшается.

Анализ графиков нагрузок распределительных сетей Иордании выявил резкую неоднородность потребителей. Как правило, от одной линии питаются жилые дома, коммерческие заведения и мелкая промышленность. Такая линейная неоднородность не позволяет использовать встречное регулирование и приводит к резкому снижению пропускной способности сетей. Из рис. 1 видно, что допустимая потеря напряжения получается слишком малой, обеспечить приемлемую пропускную способность только с помощью основных средств регулирования невозможно, и требуется использование дополнительных устройств.

УПК. Значительная протяженность распределительных сетей Иордании и разнородный состав нагрузок, в т. ч. двигательной и толчковой, обуславливает возможную целесообразность использования УПК для повышения пропускной способности этих сетей.

Фактическая пропускная способность компенсированной линии определяется выражением:

$$P_{\text{факт}} = \frac{-\cos(\varphi_c - \varphi_n) \pm \sqrt{\cos^2(\varphi_c - \varphi_n) + \frac{U_2^2}{U_1^2} - 1}}{r_\lambda} U_2^2 \cos \varphi_n \cos \varphi_c \quad (2)$$

При этом для обеспечения условий встречного регулирования:

$$\varphi_c < 0; \quad \varphi_c + \varphi_n > 90^\circ; \quad \cos(\varphi_c - \varphi_n) < 0.$$

Мощность, при которой напряжение в конце линии достигает максимального значения:

$$P U_{2M} = \frac{-U_2^2 \cos \varphi_c \cdot \cos \varphi_n \cdot \cos(\varphi_c - \varphi_n)}{r_\lambda} \quad (3)$$

Пропускная способность компенсированной линии в большой степени зависит от коэффициента мощности нагрузки. С понижением эффективности УПК возрастает. Из рис. 2 видно, что с увели-

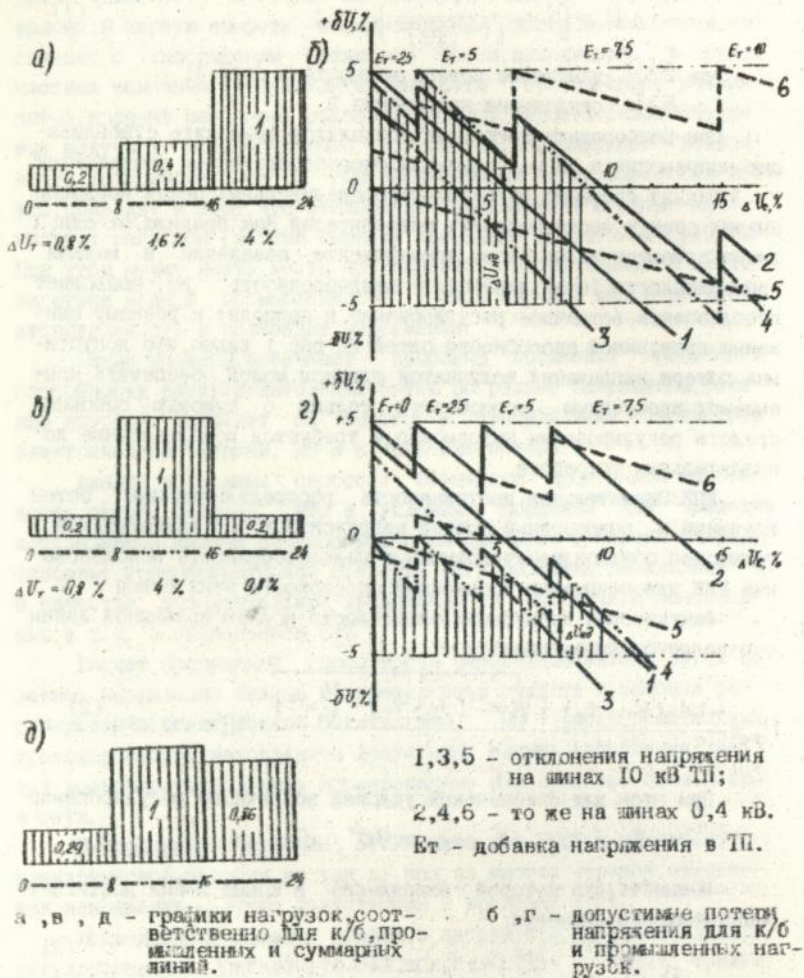


Рис. I. Линейная неоднородность:
 к/б и промышленная нагрузка

чением $\cos \varphi_n$, резко возрастает необходимая степень компенсации, это влечет за собой увеличение сопротивления линии и, как результат, - резкий спад пропускной способности. Очевидно, при $\cos \varphi_n > 0,85$ нет смысла стремиться к получению эффекта встречного регулирования.

При постоянных U_1 и $\cos \varphi_n$ пропускная способность линии зависит от степени компенсации. Значение собственного угла компенсированной линии, при котором момент предельной мощности $P_{np} \cdot l$ будет наибольшим, может быть найдено из $\frac{\partial P_{np} \cdot l}{\partial \varphi_c} = 0$

$$\frac{\partial P_{np} \cdot l}{\partial \varphi_c} = \frac{-\sin \varphi_c [1 + \cos(\varphi_c - \varphi_n) + \sin(\varphi_c - \varphi_n) \cos \varphi_c]}{[1 + \cos(\varphi_c - \varphi_n)]^2} = 0$$

Отсюда

$$P_{np} \cdot l = \frac{U_1^2 \cos \varphi_n \cos \varphi_c}{2 r_0 [1 + \cos(\varphi_c - \varphi_n)]} = \frac{U_1^2}{4 r_0} \quad (4)$$

Из графиков, приведенных на рис. 3, видно, что отряговая величина $P_{np} \cdot l$ может быть достигнута при меньшей степени компенсации, если $\cos \varphi_n$ ниже. УПК не следует рассчитывать на максимум пропускной способности. Экономически целесообразно пойти к некоторому ее уменьшению, с тем чтобы значительно снизить степень компенсации, и следовательно, необходимую мощность УПК.

В отличие от существующих методов, основанных на использовании величины наперед заданной потери напряжения в режиме максимальных нагрузок, предлагает... метод расчета УПК, базирующийся на допустимых отклонениях напряжения в распределительной сети, с учетом закона и диапазона регулирования в III и добавок напряжения на ТП. При этом найдены условия шунтирования батареи в зависимости от коэффициента загрузки.

При стабилизации напряжения в III

$$\beta = \frac{E_n'' + E_{TM} - \delta U_2^c}{\Delta U_{сн} + \Delta U_T - E_{уПК}} \quad (5)$$

при встречном регулировании

$$\beta^A = \frac{\delta U_2^c - E_{TM} - E_n' + \Delta U_{спост}}{E_{уПК} + \Delta U_{спост} - \Delta U_T - \Delta U_{сн}} \quad (6)$$

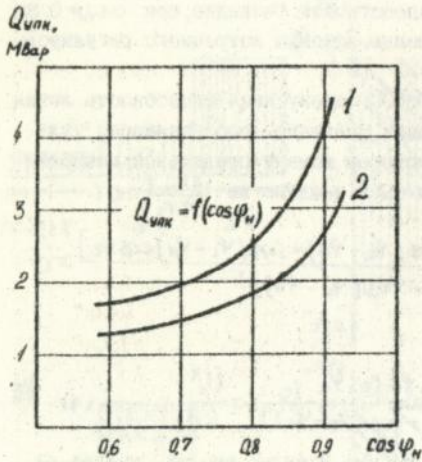


Рис. 2

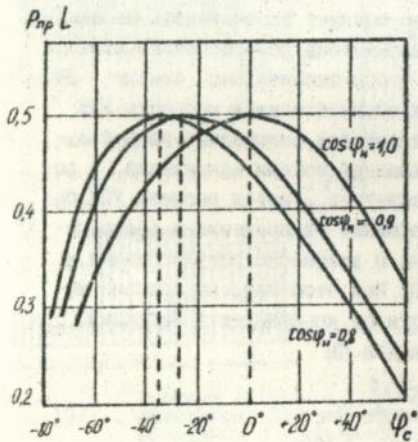


Рис. 3

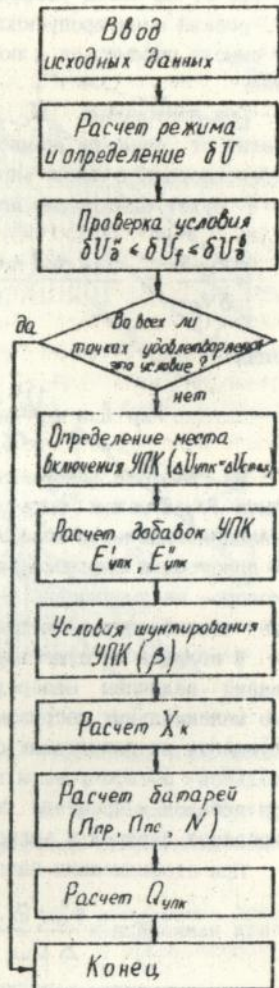


Рис. 4

где $\Delta U_{см}$ - электрическая удаленность точки начала интервала регулирования с наибольшей добавкой напряжения $E_{тп}$;

$E_{упк}$ - добавка напряжения, создаваемая УПК;

$\Delta U_{смк}$ - электрическая удаленность точки с постоянным уродем напряжения.

Алгоритм расчета УПК приводится на рис. 4.

БСК. Конденсаторные батареи параллельного включения сетей эффективны при значительном потреблении в сети реактивной мощности. Поэтому целесообразно рекомендовать их применение в условиях Иордании, где в распределительных сетях, помимо промышленных, значительное место занимают двигательные бытовые нагрузки-кондиционеры и холодильники.

При расчете конденсаторных батарей в качестве критериев могут быть использованы экономические показатели либо показатели режима напряжения. Возможно компромиссное удовлетворение обоих требований. В первом случае существующие методы расчета, так же, как и для УПК, используют величину потери напряжения, во втором - приведенных затрат. Оба же предлагаемых метода расчета и оптимизации БСК опираются на нормированные отклонения при полном использовании основных средств регулирования.

Алгоритм расчета БСК по условиям режима напряжения основывается на следующих положениях.

При известных добавках напряжения в ШП (E_n), на трансформаторе в f -ом ТП ($E_{тф}$), потерях напряжения в линиях 6-11 кВ ($\Delta U_{с(0-f)}$), трансформаторе ($\Delta U_{тф}$) и низковольтной сети ($\Delta U_{нф}$) мощности конденсаторных батарей $Q_{нф}$, включенных на вторичных шинах первого, второго... f -го ТП, обеспечивающие нижний нормированный предел отклонения напряжения, могут быть найдены при решении системы уравнений вида:

$$E_n' + E_{тф} - \Delta U_{с(0-f)} - \Delta U_{тф} - \Delta U_{нф} + \frac{Q_{нф} x_{тф}}{10 U_n^2} + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_j x_i}{10 U_{нф}^2} - \delta V_n^0 = 0 \quad (7)$$

где $\frac{x_{тф}}{10 U_n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_j x_i$ - суммарное реактивное сопротивление трансформатора и линии 6-11 кВ от ШП до рассматриваемого ТП;
 $\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_j x_i}{10 U_{нф}^2}$ - суммарная добавка напряжения для f -ого ТП, создаваемая батареями, включенными в остальных (j -ых) пунктах сети.

Рассматривается поочередная установка батарей в ряде ТП, пока режим напряжения не будет нормализован. Очередность

установки батарей в различных точках обуславливается удаленностью ТП по величине реактивного сопротивления. Если произвести проверку отклонений напряжения в режиме минимальных нагрузок, то можно определить возможность использования неотключаемой батареи. Нерегулируемая батарея в рассматриваемом f -ом ТП устанавливается при условии:

$$\delta U^b - E_n^a - E_{Tf} + \beta^n [\Delta U_{C(i-j)} + \Delta U_{Tf}] - \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{k=2}^{m_k} Q_k^n x_k}{10 U_n^2} \geq \frac{Q_{C1} I_{Tf}}{10 U_n^2} \quad (8)$$

Число неотключаемых батарей может быть увеличено за счет уменьшения принятых добавок напряжения трансформаторов в ТП, но это влечет за собой увеличение суммарной мощности БСК.

При рассмотрении сети с разнородными нагрузками аналогичные расчеты производятся для всех характерных режимов суточного графика. Это позволяет определить не только мощности батарей, но и закон их регулирования.

Так как расчет ведется по предельным отклонениям напряжения в режиме максимальных нагрузок с учетом мощности всех остальных батарей в сети, и ответвления трансформаторов в ТП выбираются по режиму наименьших нагрузок при отключенных батареях, суммарная мощность конденсаторов получается минимальной.

Второй предлагаемый метод расчета БСК предполагает их оптимизацию с учетом экономических критериев. В связи с тем, что электростанции ЭЭС Иордании работают на недорогих в условиях нефтеносного региона нефтепродуктах и графики нагрузок характеризуются небольшим числом часов использования максимума, даже при относительно высоком уровне потерь в качестве экономического критерия можно рассматривать стоимость оборудования. Этот же подход может быть принят при расчете резервируемых сетей, если определяющим для выбора компенсирующих устройств является послеаварийный режим.

В таких случаях предлагается расчет и оптимизацию БСК выполнять с помощью методов линейного программирования, которые удобны для решения задач с большим количеством ограничений.

Задача заключается в определении минимума функции

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_j} K_{ij}^u Q_{ij}^u \right\} \quad (9)$$

при ограничениях

$$\frac{Q_{kf} x_f}{10 U_n^2} + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{kj} x_i}{\sum_{i=1}^n 10 U_i^2} \geq E_{kf}^H \quad (10)$$

$$\frac{Q_{kf} x_f}{10 U_n^2} + \frac{\sum_{i=1}^n Q_{kj} x_i}{10 U_n^2} \geq E_{kf}^L$$

где Q_{kf}^H - мощность БСК, устанавливаемой в f -ом ТП на напряжении 0,4 кВ или 11 кВ (квар);

K_0^U - стоимость 1 квар мощности батареи на напряжении 0,4 кВ или 11 кВ (дин/квар);

x_f, x_i - реактивные сопротивления трансформатора в f -ом ТП и на i -ом участке сети (Ом).

Помимо этого, могут вводиться ограничения, не допускающие перекомпенсацию в сети, обеспечивающие необходимый $\cos \varphi$ и т. д.

Таким образом, можно определить экономически целесообразную конденсаторную мощность, подключаемую как на напряжении 0,4 кВ, так и на 11 кВ.

СТК в настоящее время нашли, в основном, применение в сетях СВН и УВН. Однако в связи с насыщением мирового рынка тиристорными СТК можно рекомендовать и для использования в распределительных сетях, где устанавливается основная масса источников реактивной мощности и существенными являются вопросы стабилизации параметров электрической энергии.

В условиях Иордании, в силу разнохарактерного состава нагрузок и необходимости повышения пропускной способности распределительных сетей, СТК должны быть особенно эффективны, поскольку их многофункциональные возможности позволят заменить ряд других устройств.

Обсуждения по выбору схем СТК для распределительных сетей базируются на их функциональном назначении и относительно невысокой стоимости. На рис. 5 представлена одна из таких схем, позволяющая осуществлять регулирование в широком диапазоне (рис. 6).

Выбор расчетной модели СТК тоже связан с его функциональным назначением и включает в себя вопросы моделирования не только самого СТК, но и узла его подключения. В качестве базисной может быть принята модель обобщенного СТК: при работе в диапазоне регулирования он представляется в виде PU-узла, при

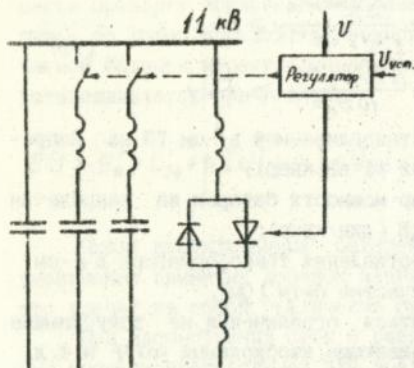


Рис.5

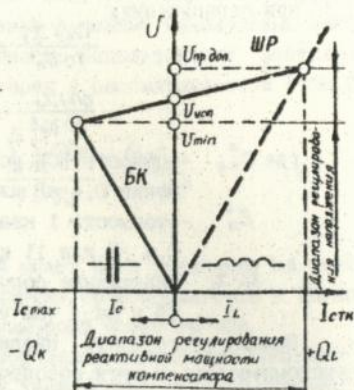


Рис.6

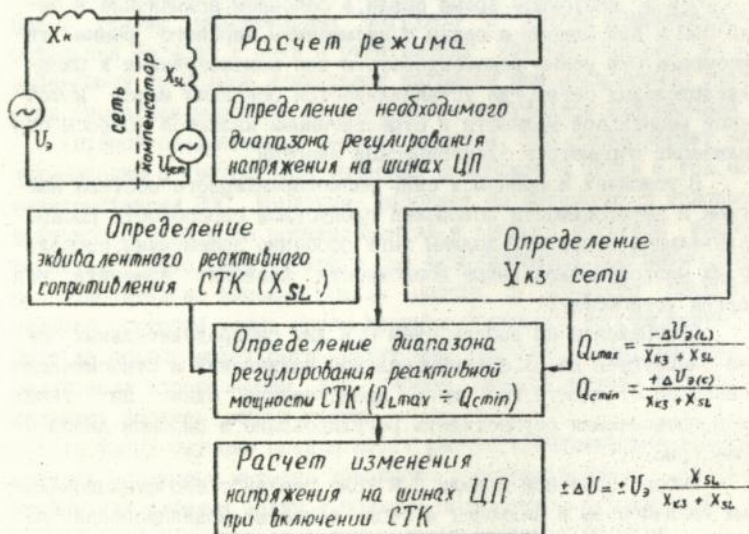


Рис.7

работе вне диапазона регулирования -шунтовой проводимостью В. Использование таких базисных моделей позволяет определить диапазон изменения мощности СТК независимо от его типа.

Установка СТК представляется целесообразной на вторичных шинах тех ЦП 33/11 кВ, где применение СТК оправдано технико-экономическими условиями, например, регулированием напряжения при неоднородной нагрузке, соблюдением баланса реактивной мощности, необходимостью симметрирования нагрузки или фильтрации гармоник. В любом случае эффект скажется на пропускной способности распределительных сетей 33 кВ. Параметры СТК зависят от условий функционирования схемы сети и должны быть учтены при составлении схем замещения сетей, содержащих эти устройства.

Схема замещения и алгоритм расчета при симметричной нагрузке приведены на рис. 7.

Для симметрирования режимов в трехфазной сети в общем случае следует использовать компенсатор с пофазным управлением, рассчитанный как на выдачу, так и на потребление реактивной мощности.

В схему замещения сети входят нагрузки в виде полных проводимостей, СТК моделируется реактивными проводимостями. При полном симметрировании нагрузки схема замещения сети может быть представлена эквивалентной симметричной схемой с чисто активными проводимостями.

Расчет токов и мощностей компенсатора производится следующим образом:

$$\begin{aligned} I_{a\phi}^k &= \frac{1}{\sqrt{3}} (I_a^i + I_b^i - I_c^i) \\ I_{b\phi}^k &= \frac{1}{\sqrt{3}} (I_b^i + I_c^i - I_a^i) \\ I_{c\phi}^k &= \frac{1}{\sqrt{3}} (I_c^i + I_a^i - I_b^i) \end{aligned} \quad (11)$$

где I_a^i, I_b^i, I_c^i - мнимые составляющие токов нагрузки
и соответственно:

$$\begin{aligned} Q_{a\phi}^k &= Q_a + Q_b - Q_c \\ Q_{b\phi}^k &= Q_b + Q_c - Q_a \\ Q_{c\phi}^k &= Q_c + Q_a - Q_b \end{aligned} \quad (12)$$

Следует отметить, что, обеспечив симметрирование нагрузки, можно использовать этот же тип СТК для регулирования напряжения и повышения $\cos \varphi_H$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенного анализа состояния распределительных сетей Иордании определена необходимость повышения их пропускной способности и выбраны средства, позволяющие эффективно воздействовать на уменьшение потерь и стабилизацию параметров электрической энергии.

2. Показана зависимость пропускной способности сетей от закона регулирования напряжения в ЦП, степени регулирования распределительных трансформаторов, формы графика и степени неоднородности нагрузок. Определены условия, при которых возникает необходимость применения тех или иных дополнительных средств повышения пропускной способности сетей (конденсаторных батарей продольного и поперечного включения, СТК).

3. Исследованы факторы, влияющие на пропускную способность распределительных линий при осуществлении продольной компенсации. Разработан метод и алгоритм расчета УПК. Определены условия шунтирования батареи при встречном регулировании и стабилизации напряжения в ЦП.

4. Предложены методы и алгоритмы оптимизации мест установки, параметров и законов регулирования БСК с использованием технико-экономических критериев, в т. ч. в резервируемых сетях.

5. Показана эффективность использования в распределительных сетях 33 кВ статических компенсаторов. Даны рекомендации по выбору типа компенсатора для этих сетей в зависимости от его функционального назначения. Предложены расчетные модели СТК и схемы замещения сетей, а также методы определения параметров СТК для симметричных и несимметричных нагрузок.

6. Предлагаемые методы и алгоритмы расчетов рассматриваемых средств повышения пропускной способности распределительных сетей базируются на условии полного использования основных средств регулирования напряжения, доведены до инженерных методов и реализованы в расчетах сетей 11-33 кВ Иордании.

Литература

1. Авад М. С. Анализ развития энергосистемы Иордании и проблема повышения пропускной способности сетей. Киев, политехнический институт. Киев, 1993-16с. Деп. в ГНТБ Украины, N2368-УК 93.

2. Буслова Н. В., Авад М. С. Средства повышения пропускной способности распределительных сетей по режиму напряжения. Киев, политехнический институт. Киев, 1993. -10с. Деп. в ГНТБ Украины, N2368-УК 93.

3. Буслова Н. В., Авад М. С. Повышение пропускной способности распределительных сетей по режиму напряжения с помощью продольно-емкостной компенсации. Киев, политехнический институт. Киев, 1993-12с. Деп. в ГНТБ Украины. N2532 -УК 93.

4. Буслова Н. В., Авад М. С. Влияние основных средств регулирования на повышение пропускной способности по режиму напряжения. Киев, политехнический институт. Киев, 1993-11с. Деп. в ГНТБ Украины, N2370-УК 93.

5. Буслова Н. В., Авад М. С. Выбор конденсаторных батарей в резервированных распределительных сетях. Киев, политехнический институт. Киев, 1993-12с. Деп. в ГНТБ Украины, N2533-УК 93.



Класс тшп, ФГУ, Заг. 080-120.

AB 29.799