

«Сейфуллин окулары – 16: Жаңа формациядағы жастар ғылыми – Қазақстанның болашағы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана». - 2020. - Т.1, Ч.2 - С.272-274

РЕШЕНИЕ ВОПРОСА ПО КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ТОО «ИМСТАЛЬКОН»

Балмаганбетова Р. магистрант 2 курса

Таткеева Г.Г. д.т.н., чл.-корр.НАН РК

Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г.Нур-Султан

На сегодняшний день актуальной проблемой систем электроснабжения стало увеличение потребления реактивной мощности ее передачи от электростанций потребителям. В этой связи исключительно важным становится проведение мероприятий по компенсации реактивной мощности у самих потребителей электроэнергии. Это позволит сохранить общий баланс мощности в системе и обеспечить устойчивость сетевого напряжения [1].

Наиболее эффективным способом понижения потерь в системах электроснабжения является компенсация реактивной мощности у потребителей. Установка устройств компенсации реактивной мощности у потребителя улучшает технико-экономические показатели системы электроснабжения, так как при этом уменьшаются потоки реактивной мощности во всех элементах сети от источников питания до потребителей. Это приводит к снижению потерь электроэнергии и к уменьшению затрат на их возмещение в структуре баланса [2].

США и Япония являются основными странами за рубежом по выпуску и наличию конденсаторных установок. В США уже установлено свыше 98 млн. кВАр мощности конденсаторов. В Японии свыше 65% производства реактивной мощности приходится на конденсаторные установки. В ведущих фирмах наряду с увеличением объема производства и применения силовых конденсаторов одновременно увеличивается единичная мощность конденсаторов до 75-100 кВАр, и намечаются к разработке конденсаторы единичной мощности 224, 316 кВАр и т. д. - до 1668 кВАр [3].

По результатам проведенного нами энергоаудита предприятия на подстанциях ТОО «Имсталькон» был выявлен низкий $\cos\varphi$ и большое потребление реактивной мощности. Для решения этой проблемы необходимо повысить коэффициент мощности на рассматриваемом объекте.

Повысить его можно выполнением следующих мероприятий:

- установить компенсирующее устройство электродвигателю, подключенный прямым пуском;
- установить конденсаторную установку на каждую секцию шин 6 кВ;

Один из способов компенсации реактивной мощности электродвигателя, подключение прямым пуском. Компенсировать реактивную мощность электродвигателя, подключенного прямым пуском, можно установив компенсирующее устройство. Поскольку данный вид компенсации является индивидуальным, применение конденсаторных установок и конденсаторных батарей для одного электроприемника является нецелесообразным. На сегодняшний день для такого типа компенсации существуют косинусные конденсаторы [4].

Однако, мы предлагаем второй способ, то есть, установить конденсаторную установку на каждую секцию шин 6 кВ. Установки предназначены для повышения значения коэффициента мощности ($\cos\phi$) в электрических распределительных трёхфазных сетях напряжением 6(10) кВ, род тока - переменный частоты 50 Гц.

Реактивная мощность, вырабатываемая УКРМ (установка компенсации реактивной мощности), фиксирована или происходит в автоматическом режиме путем подключения необходимого числа косинусных конденсаторов.

Регулируемая установка обеспечивает подключение ступеней конденсаторных батарей заданной мощности посредством регулятора. Регулятор определяет угол коррекции между фазным напряжением и током. В случае наличия отклонения от заданного значения происходит подключение конденсаторных батарей, при этом учитывается их мощность, число подключений, время необходимое для разряда конденсаторов и т. д. Регулятор обеспечивает измерение и индикацию: параметров сети, средненедельного коэффициента мощности, числа перегрузок установки.

В автоматических установках одна ступень может быть включена постоянно, другие могут быть подключены или отключены в автоматическом режиме.

ТОО «Имсталькон» - предприятие, специализирующееся на производстве и реализации металлоконструкций. Предприятие потребляет: электрическую энергию, тепловую энергию, дизельное топливо, бензин, мазут и питьевую воду.

Предприятие имеет главную понизительную подстанцию напряжением 35/6 кВ, далее напряжение 6 кВ распределяется по 8 трансформаторным подстанциям.

Проведем расчет и выбор компенсирующего устройства на шинах напряжения

$$Q_{кр} = \alpha P_p (t_g \varphi - t_g \varphi_k)$$

где $Q_{кр}$ – расчетная мощность компенсирующего устройства (КУ), кВАр;

P_p - расчетная активная мощность КУ, кВт;

α – коэффициент, учитывающий повышение $\cos \varphi$ естественным способом и принимается равным-0,9;

$t_g \varphi$ – коэффициент реактивной мощности до компенсации ($t_g \varphi = 1,02$);

$t_g \varphi_k$ – коэффициент реактивной мощности после компенсации ($t_g \varphi_k = 0,33 \div 0,43$)

$\cos \varphi = 0,7$ -фактически, $\cos \varphi = 0,94$.

$$Q_{кр} = \alpha P_p (t_g \varphi - t_g \varphi_k) = 0,9 * 1000 * (1,02 - 0,36) = 594 \text{ кВАр}$$

Расчет по трансформаторным подстанциям предприятия представлен в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	ТП (6/0,4)	Мощность трансформатора, кВА	Количество узлов	Реактивная мощность кВАр
1	ТП-1	1000	2	594
2	ТП-2	1000	5	376
3	ТП-3	2000	4	1188
4	ТП-4	2000	2	1188
5	ТП-5	1000	26	594
6	ТП-6	1000	9	594
7	ТП-9	630	15	374
8	ТП-10	1000	11	594

Выбираем конденсаторную установку марки НКБ, мощностью 600 кВАр.

Далее произведем расчет срока окупаемости электроэнергии после установки конденсаторной установки. Приближенную оценку значений годовой экономии электроэнергии $\Delta \mathcal{E}$ от установки ИРМ мощностью $Q_{КУ}$ и срока его окупаемости T_{OK} можно получить, используя так называемый экономический эквивалент РМ К, который ориентировочно равен 0,02 при питании генераторным напряжением, а также 0,05, 0,08 или 0,12 при питании через одну, две или три ступени трансформации, соответственно:

$$\Delta \mathcal{E} = K * Q_{КУ} * T, \text{ кВт}\cdot\text{ч/год},$$

$$T_{OK} = K_{КУ} / (c_{cp} * \Delta \mathcal{E}), \text{ лет}$$

где $K_{КУ}$ — стоимость конденсаторной установки в тенге;

c_{cp} — из таблицы (для одноставочного тарифа принимается равным $c=0,77$).

Конденсаторная установка марки НКБ, мощностью 600 кВар, стоимостью 170000 тенге для предприятия с двумя ступенями трансформации ($k=0,08$) годовая экономия энергии и срок окупаемости составят:

$$\mathcal{E} = 0,08 * 600 * 5000 = 240000 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$T_{OK} = 170000 / (0,77 * 240000) = 0,91 \text{ года}$$

В результате проведенного анализа технико-экономического обоснования, был предложен наиболее оптимальный способ компенсации реактивной мощности на подстанциях ТОО «Имсталькон». Подключение конденсаторной установки, мощностью 600 кВАр на секцию шины напряжением 6 кВ соответственно, позволит увеличить коэффициент мощности до значения 0,97 и значительно уменьшит реактивную составляющую. В итоге, это позволит разгрузить питающую сеть и улучшить работу электрооборудования. Также, этот способ позволит значительно сэкономить энергию, при этом срок окупаемости составит менее 1 года.

Список литературы

1. Красник В. В. Автоматические устройства по компенсации реактивных нагрузок в электросетях предприятий. М «Энергия», 1975.-112 с.
2. Овсейчук В.А., Трофимов Г.Г. Техничко-экономическая эффективность регулирования реактивной мощности и напряжения в распределительных

электрических сетях: учебно-методическое пособие. М.: ИПКГосслужбы, 2016. Минин Г.П.

3. Кузнецов А.В., Пестов С.М., Егорова Н.Ю. О применении повышающих коэффициентов к тарифу на услуги по передаче электроэнергии за потребление реактивной мощности // Промышленная энергетика.- 2014.- № 3.
4. Железко Ю. С. Потери электроэнергии; Реактивная мощность; Качество электроэнергии. М: Издательский НЦ ЭНАС, 2009. ISBN 978-5-93196-958-9.
5. Кочкин В.И. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий/ В.И. Кочкин, О.П. Нечаев. М: НЦ ЭНАС, 2000.
6. Detlef Schulz Hrsg. Neis Conference. Nachhaltige energieverorgung und intergration von speichern, 2016
7. Paramasivam, M.; Salloum, A.; Ajjarapu, V.; Vittal, V.; Bhatt, N.B.; Liu, S. Dynamic optimization based reactive power planning to mitigate slow voltage recovery and short term voltage instability. IEEE Trans.Power Syst, 2013
8. North American Electric Reliability Corporation. Technical Reference Paper Fault-Induced Delayed Voltage Recovery; North American Electric Reliability Corporation: Princeton, NJ, USA, 2009