ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ПРЕДПОСЫЛКИ КРМ

РЕАКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ

В бывшем СССР промышленные предприятия редко простаивали без нагрузки, работали «на полную мощность» Практически на каждом предприятии стояли (обычно фиксированные) системы компенсации реактивной мощности (КРМ). В приказном порядке обеспечивался учет и соблюдение надлежащею значения коэффициента мощности (КМ) предприятия. Спад промышленного производства и нашей стране и простой большинства предприятий привели к временной невостребованности систем КРМ ввиду малого потребления мощности простаивающими предприятиями. Постепенно установки КРМ устаревали и выходили из строя. Ставшая нередкой неполная загрузка по мощности промышленного оборудования, особенно старою {электродвигателей и г. п.), привела к повышенному поступлению в сеть реактивной электроэнергии

На современном этапе, с ростом производства, вопросы КРМ вновь приобретают актуальность. Полное использование мощностей (при полной загрузке трансформаторов) возможно только при компенсации реактивной составляющей мощности. К слову сказать, на Западе, например в Германии, оборудование редко простаивает и тариф на потребление реактивной мощности (РМ) весьма велик (частные электрические компании четко следят за засорением электросети потребителем и целом, и в частности — за наличием у потребители устройств компенсации). Поэтому практически ни одно промышленное предприятие там давно уже не обходится без оборудования КРМ.

Возникновение РМ и необходимость компенсаторов

Основной нагрузкой электрической сети современных промышленных предприятий являются асинхронные (электро-) двигатели (АД) и распределительные трансформаторы Когда заходит речь о мощности нагрузки, то потребителя обычно волнует вопрос об уровне активной составляющей мощности, так как именно она определяет полезную роботу. С другой стороны, принцип действия и АД. и трансформаторов основан на изменении магнитного ноля R индуктивных элементах (обмотках нагрузки)

Отставание тока по фазе от напряжения в индуктивных элементах обуславливай интервалы времени, когда напряжение и ток имеют противоположные знаки: напряжение положительно, *а* ток отрицателен, и наоборот В эти моменты мощность не потребляется нагрузкой, а подается обратно по сети в сторону генератора. Пои этом электроэнергия, запасаемая в каждом индуктивном элементе, распространяется по сети, не рассеиваясь в активных элементах, а совершал колебательные движения (от нагрузки к генератору и обратно).

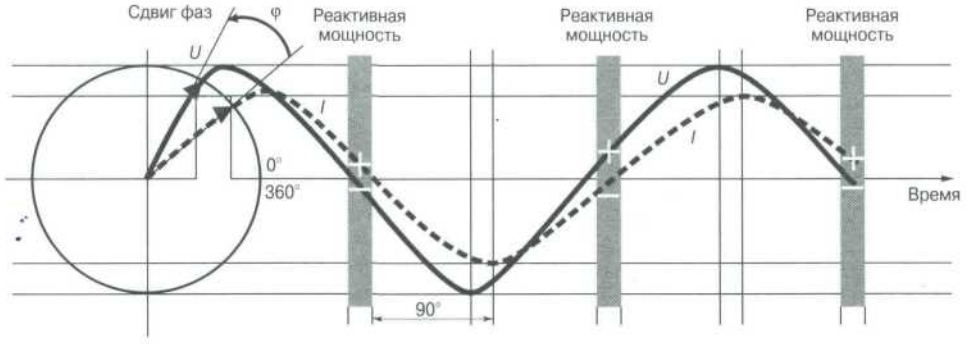


Рис. 1.1. Возникновение реактивной мощности

Соответствующую мощность называют реактивной.

Наличие РМ является паразитным фактором, неблагоприятным для сети в целом.

Оно приводит к следующим негативным явлениям, возникающим в распределительной сети:

- снижение пропускной способности,
- повышенные активные потери,
- большое падение напряжения.

Реактивная мощность Q пропорциональна реактивному току, протекающему через индуктивный элемент: $Q = U\ /_L$, где $/_L$ - реактивный (индуктивный) ток, U - напряжение сети. Таким образом, полный ток, питающий нагрузку, складывается из активной и индуктивной составляющих: $/ = I_R + /_L$. Для снижения доли реактивного тока в системе генератор-нагрузка параллельно нагрузке подключают компенсаторы — электроприемники с емкостным током. РМ при этом уже не перемещается между генератором и нагрузкой, а совершает локальные колебания между реактивными элементами — индуктивными обмотками нагрузки и компенсатором (ами). Такая КРМ (снижение индуктивного тока в системе генератор-нагрузка) позволяет, в частности, передать в

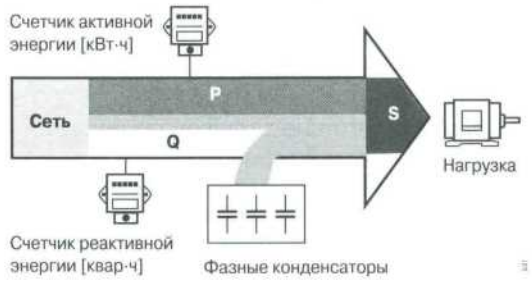
нагрузку большую активную мощность при той же номинальной полной мощности генератора.

Полная мощность S сети равна:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

где P — активная мощность. Как известии, КМ, численно разный косинусу угла φ между током и напряжением, определяют как отношение активной мощности к полной: cos φ = *P/S.* Этим коэффициентом принято характеризовать уровень РМ двигателей, генераторов и сети предприятия в целом.

Примечание. Нередко наряду и коэффициентом cos φ в качестве КМ используют величину tq φ = *Q/P,* которая непосредственно характеризует отношение РМ к активной. Однако в данном издании под КМ понимается только cos φ.



КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА НАГРУЗКИ

КМ предприятий и оплата РМ

Казалось бы, без КРМ можно обойтись, если пренебречь некоторыми расходами связанными с нескомпенсированной РМ, просто увеличив полную мощность генератора (с использованием дополнительного генератора или генератора большой номинальной мощности). Как известно, тариф за потребление 1 квар.ч РМ для большинства предприятий в нашей стране до сих пор несравненно ниже тарифа за I кВт.ч активной. Однако, в соответствии с ПУЭ, средневзвешенный КМ электроприемников должен быть не ниже 0.92…0.95 (для обеспечения надежной работы соседних нагрузок и сети в целом. Соответственно, Главгосэнергонадзор и знергосберегающие организации устанавливают лимиты расхода РМ практически для каждого предприятия, при превышении которых оно подвергается штрафам.

Кроме того, тариф за 1 квар.ч значителен для ряда предприятий, отличающихся весьма высоким урочном РМ (низким знамением КМ, см таблицу).

Это предприятия, использующие подъемные краны (для погрузки/разгрузки судов, а также в строительстве и др.), металлопрокатные станы, сварочные трансформаторы, дуговые печи и тому подобное оборудование

Ряд поставщиков электроэнергии определяет тариф оплаты РМ в зависимости от расхода потребителем активной мощности. Кроме того, может быть определена некоторая «оптимальная» (заданная} величина расхода РМ. С другой стороны, часто определяющим фактором тарифа за расход РМ является не только отрасль, к которой относится предприятие-потребитель, но и территориальный регион, в котором размещено это предприятие.

Например, в 2001 г. ОАО «Новосибирскэнерго» определило расчет надбавки к тарифу по оплате активной мощности при повышенном потреблении РМ (относительно заданною «оптимального» (значения) в соответствии со следующей формулой:

$$h = 30(Q_{факт} - Q_{зад})/P_{факт} [\%]$$

где Qфакт и Qзад — соответственно фактическое и заданное значения потребляемой предприятием РМ, Рфакт — фактическое значение активной мощности.

Например, при Рфакт = 150 000 кВт,

Δ Qфакт = Qфакт – Qзад =

= (150 000 – 100 000) кВт = 50 000 квар
h = 30(Δ Qфакт)/ Рфакт =
= 30(50000/150000)% = 10%

Соответственно, при тарифе на РМ 0.2 руб./кВт потребитель дополнительно к оплате активной мощности оплачивает 150 000 кВт х 0.2 руб./кВт = 15 000 руб.

В целом, отсутствие тарифов по оплате РМ ряда регионов либо низкий тариф указывают на бесхозяйственный подход соответствующих хозяйствующих организаций к учету промышленных энергозатрат и отсутствие должной политики энергосбережения.

КМ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ОБОРУДОВАНИЯ

Тип оборудования (отрасль производства)	Типичный КМ (без КРМ)	Тип оборудования (отрасль производства)	Типичный КМ (без КРМ)
Водный насос	0,8…0,85	Горный разрез	0,6…0,7
Компрессоры	0,7…0,8	Литье стали	0,6…0,7
Пивоварня	0,6…0,7	Табачная фабрика	0,6…0,7
Скотобойня	0,6…0,7	Подъемные краны	0,5…0,6
Цементный завод	0,6…0,7	Машины, станки	0,4…0,6
Производство фанеры	0,6…0,7	Сварочные трансформаторы	0,4…0,5

Крайне низкий КМ бывших в употреблении АД

Величина cos Ф = 0.7 соответствую паспортным данным многих АД. Однако и нынешних условиях роста промышленного производства нередки случаи, когда в целях решения задач, требующих ограниченного уровня активной мощности нагрузки, применяется старое оборудование, рассчитанное производителем на гораздо большую номинальную мощность. Такой нештатный режим эксплуатации электродвигателей и генераторов, с неполной загрузкой по мощности (активной), характеризуется повышенным уровнем поступающей в сеть РМ (снижением КМ АД).

СНИЖЕНИЕ КМ ПРИ НЕПОЛНОЙ ЗАГРУЗКЕ АД

Загрузка АД (%) (по мощности)	100	80	60	50	40
cos φ (в % от номинального значения)	100	90	80	70	60

Из этой таблицы следует, что, например, если cos фштатн_АД = 0.8, то при загрузке на 80% COS Ф (80%) = 0.9 х0.8 = 072. А при cos фштатн_АД = 0.7 и загрузи на 50% = cos Ф (50%) = 0.7х0.7 = 0.49.

При работе АД на холостом ходу его КМ может снижаться до 0.1...0.3. Невозможность эксплуатации АД с полной загрузкой по мощности часто является следствием некачественно проведенного ремонта АД, при котором произведены следующих изменения в их конструкции:

- уменьшенное число вит кон обмотки:
- увеличенный воздушный задор:
- замена провода обмотки новым, имеющим большее сечение

Повышенным уровнем РМ характеризуется также работа АД при тяжелых условиях пуска.