ДОСТОИНСТВА КРМ

Увеличение пропускной способности

Узким местом предприятий, не отличающихся высоким КМ, является, в частности, пропускная способность сети.

Как видна из предыдущих таблиц, обычная величина КМ АД близка к 0.6...0.7. Если на предприятии эксплуатируются АД без компенсаторов, то и общий КМ предприятия, как правило, близок к 0.7. Допустим, потребитель предприятия с КМ = 0.7 питается от трансформаторной подстанции (ТП), где полная номинальная мощность трансформатора равна 630 кВА. Тогда максимальная активная мощность, которую может получить потребитель при условии, что он один нагружает всю ТП, равна P = S-cos ф = (630x0.7) кВт = 440 кВт. Для потребления большей мощности уже требуется задействование второй ТП. В то же время, *КРМ с увеличением КМ до 0.9 обеспечила бы использование дополнительных 130 кВт активной мощности при тех же параметрах распределительного трансформатора.*

Следует отметить, что повышение напряжения распределительного трансформатора, производимое некоторыми электриками в нарушение допустимых норм, как правило, не приводит к существенному выигрышу в активной мощности, но может спровоцировать аварийную ситуацию в результате перегрева трансформатора (за счет превышения током допустимого предела) и выхода его из строя. Например, при мощности трансформатора S = 630 кВА и напряжении 10 кВ (по высокой стороне сети) провода его первичной обмотки рассчитываются производителем на номинальный ток, равный 63 А. Значительное превышение данной величины недопустимо.

Снижение активных потерь

Эксплуатация оборудования при низком КМ, помимо ограничения пропускной способности сети, приводит к повышенным потерям активной мощности ΔP в проводах. Если r — сопротивление проводов, то $\Delta P = rI^2$, где / — полный ток. Так как / = S/U, то

$$\Delta P = rS^2/U^2 = r(P^2 + Q^2)/U^2 = rP^2/U^2 + rQ^2/U^2.$$

Таким образом, *дополнительные активные потери, связанные с нескомпенсированной РМ, пропорциональны ее квадрату:* $\Delta P_Q = rQ^2/U^2$. Как известно, потери также пропорциональны сопротивлению проводов, а следовательно, длине провода /, и обратно пропорциональны его сечению *S: r = r/i/S,* где r — удельное сопротивление провода. Поэтому КРМ особенно актуальна, когда нагрузка подключена тонким протяженным кабелем, выполненным из алюминия, так как проводимость меди (Y_{Cu} = 54 мм-^{1}м0м-^{1}) больше проводимости алюминия (Y_{Ai} = 32 мм-^{1}-м0м-^{1}, у= 1/г).

Следует также учесть, что реальное (эффективное) сопротивление соединительных проводов, подключающих нагрузку (нагрузка редко бывает подключена единым отрезком провода/кабеля), может значительно превосходить сопротивление отдельных отрезков провода (на порядок) за счет неизбежных на практике стыков, воздушных отрезков, наращений и т. п. Поэтому, эффективное сопротивление провода $r_{ЭФФ} = k_R r$, где коэффициент $к_u$ выбирают с учетом реальной характеристики соединительных проводов. Таким образом, $\Delta P_Q = k_R rQ^2/U^2$.

Нередко потребитель материально ответственен за потери в фидере, соединяющем его ТП (местную, напряжение трансформатора которой по высокой стороне равно, скажем, 6.3 кВ) с головной ТП (110 кВ). При этом величина экономического эффекта от КРМ для потребителя зависит также от параметров этого фидера.

Кроме того, большие активные потери в проводах могут приводить к перегреву и повреждению, в том числе, к нарушению (оплавлению) изоляции проводов и короткому замыканию проложенных совместно (например, в одном кабеле) проводов, а следовательно, к пожарам и другим чрезвычайным ситуациям.

Снижение потерь (провала) напряжения

Потери (провал) напряжения в однофазной сети равны $\Delta U = U_1 - U_2 = 2r/$, где r— сопротивление подводящих проводов, U_1 — напряжение на зажимах генератора, U_2 — напряжение, подведенное к нагрузке (см. Рис. 1.2). Для нормального функционирования нагрузки необходимо, чтобы напряжение U_2 не опускалось ниже определенной величины ($U_{2_доп}$), указанной в ПУЭ для соответствующей нагрузки. Это значит, что потери напряжения ΔU должны быть строго ограничены (если номинальное напряжение нагрузки опустится ниже допустимой нормы, она может просто перестать функционировать). Соответственно, вводятся *ограничения на полный ток* /доп и *реактивную составляющую тока (пропорциональную РМ)*:

$$/доп \le (U_1 - U_{2_доп})/2r.$$

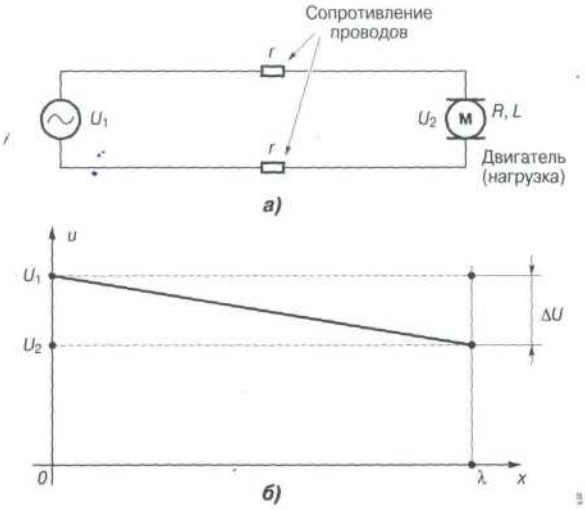


Рис. 1.2. Провал напряжения в сети: а) схема, б) график

Например, напряжение на зажимах двигателей не должно отличаться от своего номинального значения более чем на ±5%. Таким образом, $U_2 > 0.95U_1$, т. е. для двигателя допустимая величина полного тока в подводящих проводах определяется выражением:

$$/доп \le 0.5\ U_1/2r = 0.025\ U_1/r$$

Другой пример: ПУЭ предписывают выполнять проводку так, чтобы напряжение U_2 внутреннего рабочего освещения промышленных предприятий и общественных зданий не опускалось ниже 97.5% U_1. Тогда

$$/доп \le 0.025\ U_1/2r = 0.0125\ U_1/r$$

С другой стороны, повышение выходного напряжения генератора (распределительного трансформатора), например, с 380 до 440 В, может быть небезопасным по отношению к остальным нагрузкам (дополнительно к угрозе перегрева трансформатора), которые расположены ближе к генератору и не подвержены падениям напряжения в подводящих проводах. Такое повышение напряжения, с которым мы нередко сталкиваемся на практике, приводит не только непосредственно к выходу из строя электроприемников — перегоранию обмоток двигателей, завариванию контактов пускателей и контакторов и т. п., но вызывает и косвенный ущерб. В частности, превышение напряжения U_2 на 10% сокращает срок службы ламп накаливания в три раза. Соответственно, лампа будет работать 300...350 ч вместо положенных 1000 ч и т. д.

Для трехфазной сети потери напряжения ΔU определяются как разность линейных напряжений U_1 и U_2. При этом разность фазных напряжений равна $\Delta U_\phi = rI$. Поэтому $\Delta U = U_1 - U_2 = 1.73 \cdot \Delta U_\phi = 1.73r/$.