

Лекция 5

Вопросы, рассматриваемые на лекции
«Номинальные напряжения в системах
электрообеспечения городов»

1. Методика выбора оптимального напряжения.
2. Оптимальные ступени трансформации электрической энергии.
3. Схемы электрической сети жилого дома.

Необходимость выбора оптимального напряжения электрических сетей

При выборе напряжения электрических сетей необходимо решить две задачи:

- 1) установить шкалу стандартных напряжений
- 2) выбрать наивыгоднейшее напряжение и число ступеней трансформаций электрической энергии для конкретной системы электроснабжения (в пределах стандартных напряжений).

Шкала стандартных напряжений определяются

- уровнем электрификации промышленности и сельского хозяйства,*
- прогрессом в области изготовления электрооборудования,*
- единичной мощностью генерирующих агрегатов и приемников электрической энергии.*

поэтому со временем изменяется.

При этом имеет место тенденция к появлению более высоких напряжений и повсеместная унификация напряжений, что приносит выгоды технико-экономического характера.

Унификация напряжений связана с сокращением числа стандартных напряжений, что влечет уменьшение числа типоразмеров выпускаемого электрооборудования, в частности трансформаторов.

В России отмечается ограничение напряжений 3 и 150 кВ, имеются три стандартных напряжения: 6-10-20 кВ.

Действующие номинальные напряжения систем электроснабжения, сетей, источников, преобразователей и приемников электрической энергии переменного тока зависят от положения рассматриваемого элемента в системе электроснабжения.

Учитывается необходимость компенсации потерь напряжения в элементах систем электроснабжения.

При выборе напряжения должны учитываться:

- характеристики источников питания,
- их размещение по территории района,
- плотность нагрузки,
- конструктивные особенности элементов СЭ.

В зависимости от этого может возникнуть необходимость применения нескольких ступеней напряжения.

Для конкретных систем напряжение устанавливается однозначно, так как диктуется напряжением источников питания.

С выбором напряжения связаны вопросы определения схемы и параметров отдельных элементов СЭ.

Например, оптимальное число подстанций в системе зависит от соотношения напряжений электроснабжающей и распределительной сетей, а также их конструктивного выполнения.

Таким образом, выбор напряжений связан с решением проблемы рационального построения СЭ.

Оптимальное напряжение (интерполяционной методики Ньютона применительно к значению затрат, выраженных как функция стандартных напряжений) $U_{\text{опт}} = (U_1 + U_2) U_2 = \Delta U / (2\gamma)$,

где
$$\gamma = \frac{\Delta Z_2}{\Delta Z_1} \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} - 1$$

$$\Delta Z_1 = Z_2 - Z_1; \Delta Z_2 = Z_3 - Z_2;$$

$$\Delta U_1 = U_2 - U_1; \Delta U_2 = U_3 - U_2; \Delta U = U_3 - U_1,$$

Z_1, Z_2, Z_3 — приведенные затраты на передачу энергии при стандартных смежных напряжениях.

Выбор оптимального напряжения производится следующим образом:

- Для заданных значений передаваемой мощности и дальности передачи по специальным номограммам (построены в зависимости от исходных s и l , конструктивного выполнения воздушных линий, схемы электроснабжения и разной стоимости потерь энергии) определяют предположительно стандартное напряжение передачи U_2 .

- Выбирают ближайшее большее U_3 и меньшее U_1 стандартные напряжения.

- Пользуясь укрупненными технико-экономическими показателями, определяют затраты Z_1, Z_2, Z_3 для напряжений передачи U_1, U_2, U_3 соответственно.

- Рассчитывают значение оптимального напряжения по указанной формуле.

Выбор рационального осуществления системы электроснабжения *с одним напряжением* связан с вопросом предельной дальности передачи энергии заданного напряжения.

В условиях городов для напряжений 6 -10 кВ следует различать

- передачу энергии от электрических станций (энергия передается непосредственно при генераторном напряжении 6 -10 кВ);
- передачу от подстанций энергосистемы (кроме передачи энергии, имеет место ее трансформация на понижающей подстанции).

Оптимальные ступени трансформации электрической энергии

Рациональное построение системы электроснабжения города связано с определением оптимального числа ступеней трансформации энергии, т. е. числа ее преобразований между напряжениями 110 и 0,38 кВ.

Технические трудности делают нецелесообразной непосредственную трансформацию 110/0,38 кВ. Однако.

В городских системах электроснабжения для питания потребителей требуется, как правило, одно или два (реже большее число) промежуточных напряжений.

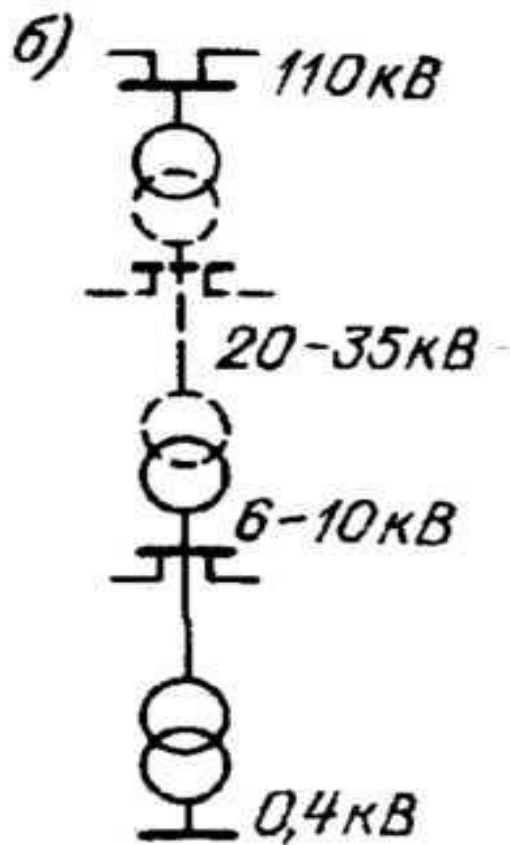
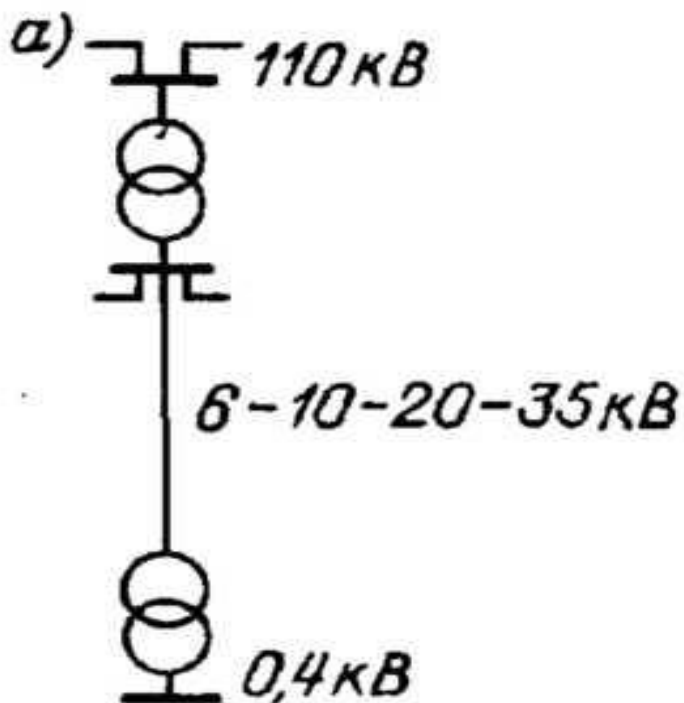
Введение каждого дополнительного напряжения служит

- для поддержания напряжения в заданных пределах,
- для уменьшения мощности короткого замыкания,

что положительно сказывается на экономических показателях системы.

Например, введение промежуточного напряжения 30 кВ позволяет в зависимости от протяженности сети 30 кВ снизить мощность короткого замыкания в сетях 10 кВ более, чем в два раза. При этом отмечается, что стоимость распределительных устройств при снижении мощности короткого замыкания, например от 500 до 250 МВА, уменьшается для сетей 10 кВ в отношении 1,48 : 1; для сетей 20 кВ - в отношении 1,25 : 1.

Оптимальные ступени трансформации



Методика выбора напряжений городских электрических сетей

3.1.1. Напряжение городских электрических сетей выбирается с учетом концепции развития города в пределах расчетного срока и системы напряжений в энергосистеме: 35-110-220-500 кВ или 35-110-330-750 кВ.

3.1.2. Напряжение системы электроснабжения города должно выбираться с учетом наименьшего количества ступеней трансформации энергии. Для большинства городов на ближайший период развития города наиболее целесообразной является система напряжений 35-110/10 кВ; для крупнейших и крупных городов - 500/220- 110/10 кВ или - 330/110/10 кВ. В крупнейших и крупных городах использование напряжения 35 кВ должно быть ограничено.

3.1.3. В проектах, предусматривающих перевод сети на повышенное напряжение, новое оборудование и кабели должны приниматься на новое номинальное напряжение. При расширении и реконструкции действующих сетей 6 кВ рекомендуется переводить их на напряжение 10 кВ с использованием установленного оборудования при соответствии его характеристик переводимому напряжению, а также кабелей 6 кВ.

3.1.4. В новых районах застройки напряжение распределительных сетей выше 1 кВ должно приниматься не ниже 10 кВ независимо от напряжения сети в существующей части города.

3.1.5. Сети 6 кВ при темпах ежегодного роста нагрузок равного 5% в течение 10-15 расчетных лет рекомендуется переводить на напряжение 10 кВ в ближайшие 5-10 лет.

3.1.6. При использовании кабельных линий 6 кВ на напряжении 10 кВ рекомендуется предусматривать замену кабелей на кабели 10 кВ на вертикальных участках, например, вводы на подстанцию, круто наклонные участки трассы и на участках линий с выраженными дефектами.

3.1.7. Применение напряжения 15-20 кВ в городских распределительных сетях рекомендуется рассматривать при реконструкции или расширении действующих сетей. Целесообразность применения сетей этих классов напряжения должна быть технико-экономически обоснована.

3.1.8. Городские электрические сети выше 1 кВ до 35 кВ должны выполняться трехфазными. Режим работы нейтрали и компенсация емкостного тока в этих сетях должны приниматься согласно требованиям ПУЭ.

3.1.9. Сети до 1 кВ должны выполняться с глухим заземлением нейтрали напряжением 380/220 В.

3.1.10. В городских распределительных сетях следует применять трансформаторы со схемой соединения обмоток звезда-зигзаг или треугольник-звезда. Трансформаторы 10/0,4 кВ со схемой соединения обмоток звезда-звезда допускается применять в сетях с преобладанием трехфазных электроприемников и в сетях 6 кВ, переводимых на напряжение 10 кВ, с соответствующим переключением обмоток для возможности применения трансформаторов в сети 6 кВ.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЖИЛОГО ДОМА

В здании устанавливают вводнораспределительное устройство (ВРУ) или главный распределительный щит (ГРЩ) (E - main switchboard), предназначенные:

- для приема электроэнергии (к ВРУ или ГРЩ присоединяют внешнюю питающую кабельную линию, идущую от трансформаторной подстанции);
- распределения электрической энергии по электроприемникам здания (к ВРУ присоединяют электрическую сеть здания);
- для защиты от перегрузок и короткого замыкания отходящих от ВРУ линий.

Защита осуществляется с помощью установленных в ВРУ предохранителей или автоматических выключателей.

ВРУ является также точкой разграничения ответственности за эксплуатацию электрических сетей между персоналом электроснабжающей организации и персоналом потребителя (абонента).

Конструктивно ВРУ выполняют в виде многошкафных устройств или шкафов одностороннего или двухстороннего обслуживания, а также в виде ящиков.

ВРУ являются комплектными электрическими устройствами заводского изготовления и устанавливаются в специальном (электрощитовом) помещении, доступ в который имеет только обслуживающий персонал. Допускается устанавливать ВРУ не в специальных помещениях, а на лестничных клетках, в коридорах и т. д., но при этом шкафы (ящики) должны запираяться, рукоятки аппаратов управления не выводиться наружу или быть съемными.

Кабели внешней питающей линии вводят снизу.

В электрической сети здания различают следующие линии и сети:

- питающие:

а) (силовые) питающие линии от ВРУ здания до силовых распределительных пунктов;

б) (осветительные) питающие линии от ВРУ здания до групповых щитков освещения.

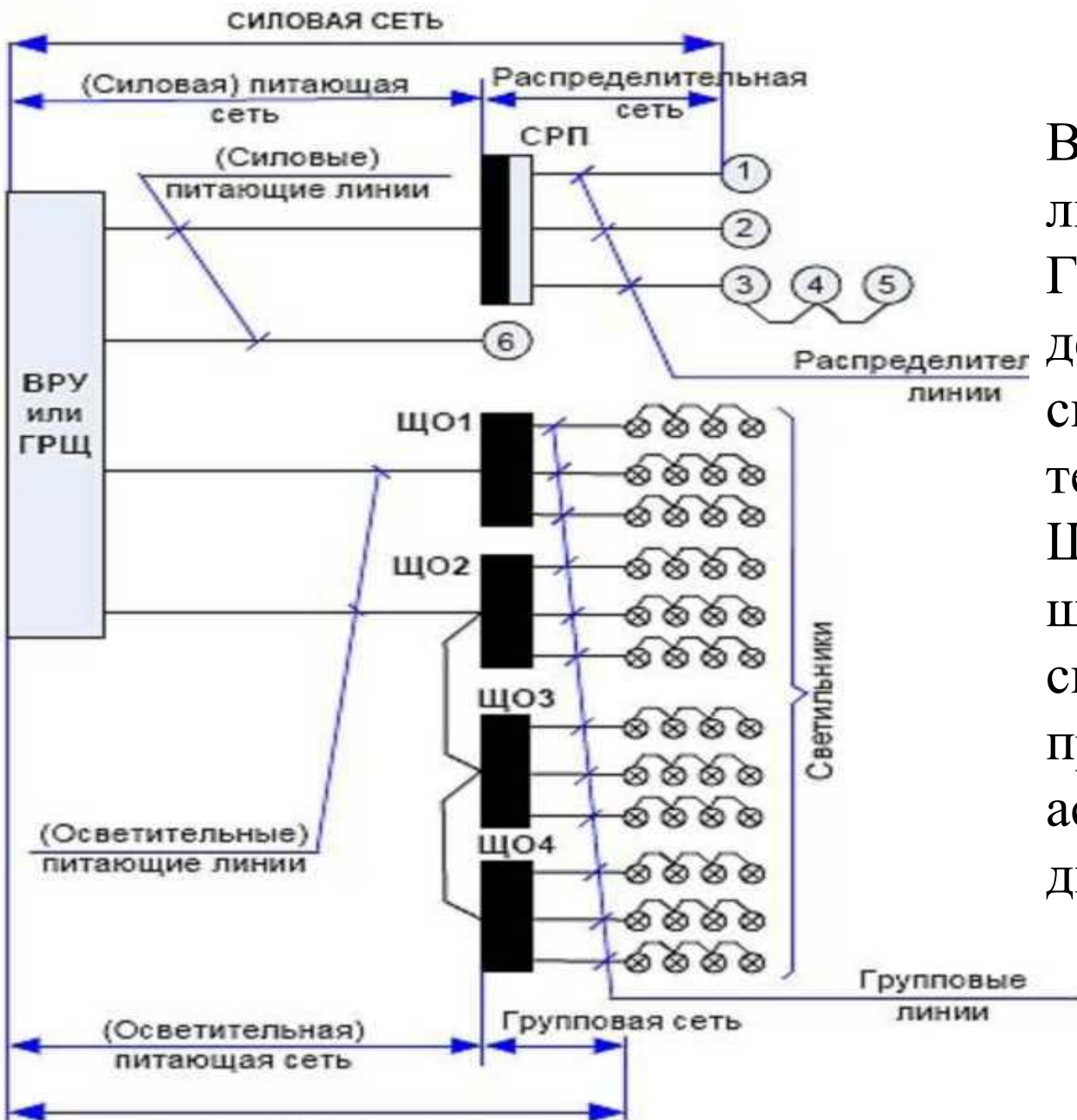
- распределительные:

а) линии от силовых распределительных пунктов до силовых электроприемников

групповые:

б) линии, идущие от групповых щитков освещения до светильников.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЖИЛОГО ДОМА



ВРУ - вводнораспределительное устройство;
ГРЩ - главный распределительный щит; СРП - силовой распределительный пункт; ЩО1...ЩО3 - (групповые) щитки освещения; 1...6 - силовые электроприемники (в основном асинхронные электродвигатели)

Каждую питающую или распределительную линию можно выполнить по радиальной, магистральной или радиально-магистральной (смешанной) схеме.

На рис. силовой распределительный пункт СРП, групповой щиток освещения ЩО1, электроприемники 1, 2 и 6 подсоединены по радиальной схеме. Групповые щитки освещения ЩО3, ЩО4, электроприемники 4, 5 и светильники подсоединены по магистральной схеме (включены в цепочку).