**Задачи №№ 31-40**

Определить наибольшую активную мощность каждого из потребителей Pmax, питающихся от шин вторичного напряжения **U2** понижающей трансформаторной подстанции. Характеристика потребителей дается в табл. 3.

На основании типовых графиков нагрузок (рис. 5) и наибольших мощностей отдельных потребителей вычислить активные нагрузки для каждого часа суток и нагрузку суммарного потребления. Результаты вычислений свести в таблицу.

По данным таблицы построить суточный график активной! нагрузки каждого потребителя, график суммарной нагрузки и определить наибольшую суммарную расчетную мощность ∑Рmax.расч..

Определить наибольшую мощность потребителей на шинах вторичного напряжения подстанции с учетом потерь в высоковольтных сетях и трансформаторах потребителей.

Определить суммарную мощность подстанции с учетом мощности трансформатора собственных нужд.

Вычислить расчетную мощность трансформатора Spacч.тр, по справочнику выбрать тип трансформатора.

Указать электрические характеристики трансформатора.

Для выбранного понижающего трансформатора рассчитать: номинальный ток первичной обмотки I1H0M, номинальный ток вто­ричной обмотки 12ном, коэффициент трансформации Ктр.

Исходные данные заданы в табл. 10.

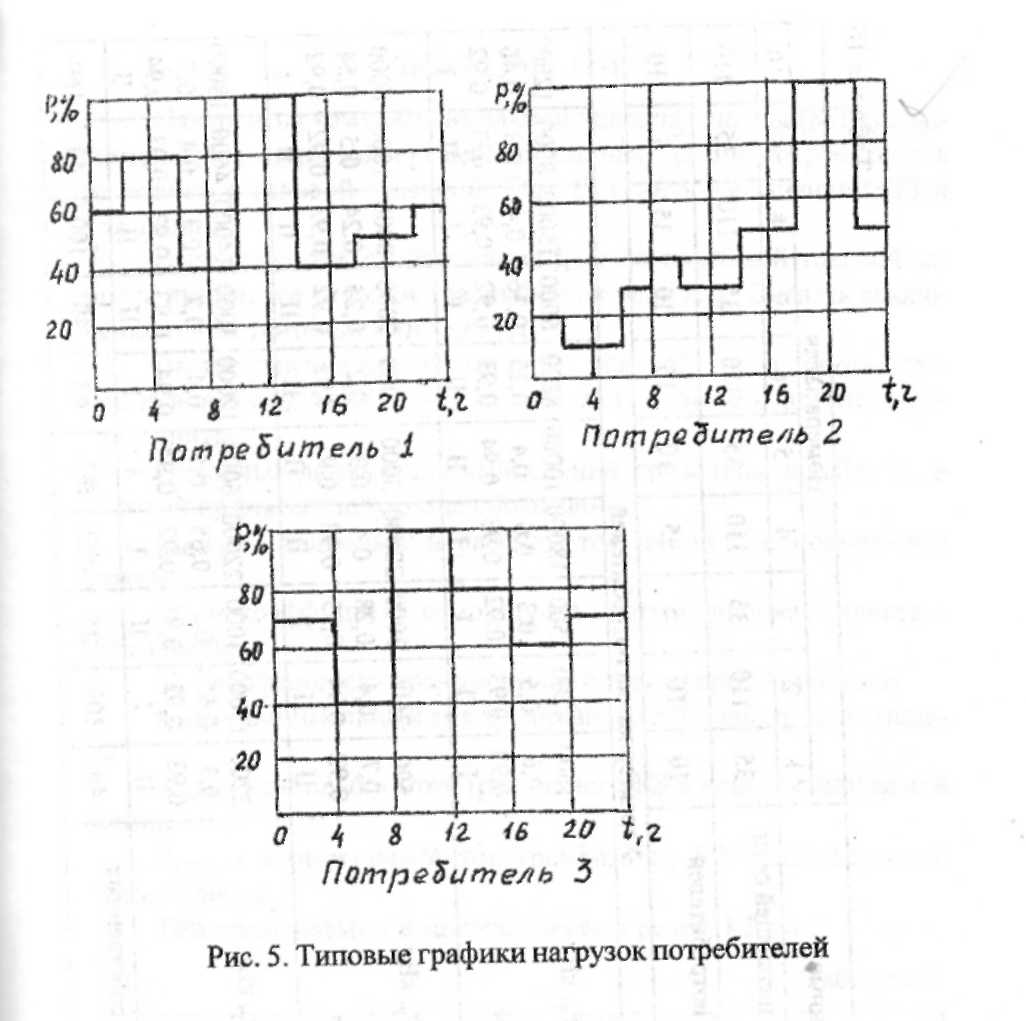


Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Номера задач | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Номинальное напряжение питающей сети | 35 | 110 | 35 | 110 | 35 | 11О | 35 | 110 | 35 | 11О |
| Uном1кВ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Номинальное напряжение потребителей | 10 | 10 | 6 | 35 | 10 | 10 | 10 | 35 | 6 | 10 |
| UH0M2,кВ |  |  |  |  |
| Характеристика потребителей | | | | | | | | | | |
| Потребитель 1: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Установленная мощность Ру, кВт | 1500 | 4200 | 500 | 18000 | 10000 | 8800 | 6000 | 15000 | 8000 | 12000 |
| Коэффициент спроса Кс | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,25 | 0,36 | 0,4 | 0,3 | 0,46 |
| Коэффициент мощности Км | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,93 | 093 | 0,92 |
| Категория | I | II | I | I | II | II | I | I | II | I |
| Потребитель 2: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Установленная мощность Ру, кВт | 500 | 3600 | 3000 | 20000 | 3000 | 4000 | 2000 | 8000 | 1800 | 6000 |
| Коэффициент спроса Кс | 0,7 | 0,4 | 0,28 | 0,4 | 0,33 | 0,2 | 0,25 | 0,24 | 0,5 | 0,54 |
| Коэффициент мощности Км | 0,92 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| Категория | II | II | I | П | II | II | II | II | II | I |
| Потребитель 3: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Установленная мощность Ру, кВт | 2200 | 15000 | 1000 | 22000 | 6000 | 12000 | 3000 | 14000 | 4600 | 18000 |
| Коэффициент спроса Кс | 0,3 | 0,65 | 0,5 | 0,65 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,7 |
| Коэффициент мощности Км | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,94 |
| Категория | II | I | П | I | I | I | II | II | I | II |
| Мощность трансформатора собственных | 40 | 100 | 25 | 400 | 63 | 63 | 40 | 100 | 40 | 160 |
| нужд SH0M.TCH, к ВА |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные | Номера задач | | | | |
| данные | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Sном.TP.5 КВ'\*А | 630 | 4000 | 400 | 2500 | 1600 |
| U1hom, KB | 35 | 35 | 10 | ПО | 35 |
| Ктр | 88 | 6 | 25 | 11 | 3,5 |
| К1 | 6 | 20 | 15 | 20 | 15 |
| Iк.min2, кА | 9,0 | 4,6 | 3,9 | 2,7 | 2,1 |
| Iк.max, кА | 12,1 | 6,0 | 4,5 | 3,8 | 2,2 |
| Iк.min1кА | 0,9 | 2,5 | 0,6 | 1,2 | 1,9 |
| Ксзп | 2 | 2,6 | 2,5 | 2,2 | 3,0 |
| Схема со- | непол- | полная | неполная | треуголь- | тре- |
| единения ТТ | ная | звезда с | звезда с | ник с тре- | уголь- |
| и реле защи- | звезда с | тремя реле | тремя реле | мя реле | ник с |
| ты | двумя реле |  |  |  | двумя реле |

таблица 10

**Трансформаторы тока**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип транс­форматора тока** | **Номинальные** | | **Токи** | | **Номинальная нагрузка обмотки.**  **S2ном** | |
| **напряже­ние Uном,** | **ТОК 1ном** | **Электро­динамиче­ской стой­кости, iднн** | **Четырех (трех)**  **секундной термической стойкости, 1т** | **измери тель­ной** | **за­щит­ной** |
|  | **кВ** | **А** | **кА** | **кА** | **ВА** | **ВА** |
| **ТЛМ-10УЗ** | **10** | **20,50,100,150,200** | **7-52** | **2,66-8,75** | **10** | **15** |
| **ТЛМ-10УЗ** | **10** | **300 400 600 800 1000 1500** | **100 100 100 100 100 100** | **16 16 20 20 22,5 22,5** | **10** | **15** |
| **ТШЛ-10УЗ** | **10** | **2000 3000** | **81** | **31,5** | **20** | **30** |
| **ТФЗМ-35А И**  **ТФЗМ-35Б** | **35** | **15 20 30 40 50 75 100 150 200 300 400 600 800 1000** | **3**  **4**  **6**  **8**  **10**  **15**  **21**  **31**  **42**  **63**  **84**  **127**  **107**  **134** | **0,6/0,6 \* 0,7/0,9 1,1/1,3 1,5/1,8 1,9/2,0 2,3/3,0 3,5/4,0 5,8/6 7/9,0 11,6/13 15/18 22/27 30/30 37/37** |  |  |
| **ТФЗМ-110Б** | **110** | **50 75 100 150 200 300 400 600 800** | **10 15 21 31 42 63 62 126 124** | **2 3 4 6 8 12 16 26 28** |  |  |
| **ТФЗМ-220Б** | **220** | **300 400 600 800** | **27 24 54 48** | **10 9 20 18** |  |  |

**46. Начертить принципиальную электрическую схему однотрансформаторной понижающей подстанции 10/0,4 кВ. Указать на схеме типы оборудования. Дать описание схемы. Пояснить назначение элементов схемы. Описать последовательность операций при отключении и включении понижающего трансформатора.**

**44. Начертить принципиальную электрическую схему ОРУ 220 кВ транзитной подстанции с выключателями на первичной стороне понижающих трансформаторов. Указать типы оборудования. Дать описание схемы, пояснив назначение каждого элемента. Пояснить последовательность операций при отключении и включении понижающего трансформатора.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**Для решения задач № 31-40** необходимо изучить материал темы 6, знать категории электроприемников по надежности элек­троснабжения и особенности электроснабжения электроприемни­ков каждой категории.

Для выбора числа и мощности трансформаторов на ТПи ГПП приводят расчет электрических нагрузок потребителей по установленной активной мощности Ру, коэффициенту спроса Кси коэффициенту мощности Км = cosφ. Также для определения элек­трических нагрузок потребителей используются индивидуальные типовые графики, отражающие технологический процесс произ­водства. По типовым графикам строится суточный график актив­ной нагрузки потребителя электроэнергии.

Обратите внимание на особенность типовых графиков по­требителей, в которых мощность указана в процентах, за 100% принимается максимальная мощность потребителя.

Поэтому, прежде всего, вычисляется наибольшая активная мощность потребителя по формуле:



где Руст - установленная мощность потребителя;

Кс- коэффициент спроса, учитывающий режим работы, загрузку и КПД потребителя.

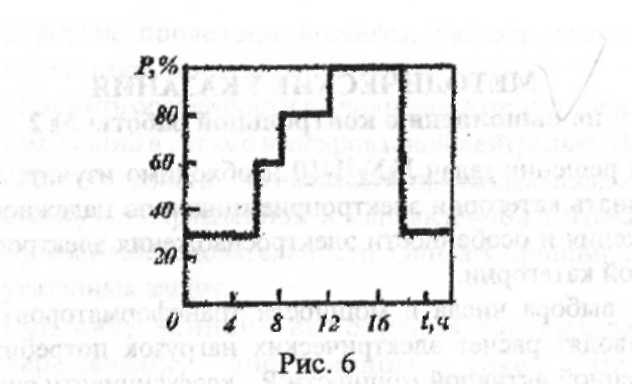
На основании типовых графиков нагрузки и вычисленных наибольших мощностей отдельных потребителей определяются активные нагрузки для каждого часа графика по выражению:



где рn - число процентов из типового графика для n-го часа;

100 - переводной коэффициент процентов в относитель­ные единицы.

Рассмотрим пример расчета активных суточных нагрузок для одного потребителя, для которого установленная мощность Руст = 2000 кВт, коэффициент спроса Кс= 0,7, коэффициент мощ­ности Км- 0,93. Типовой график нагрузки потребителя дан на рис.6.



Наибольшая активная мощность составит

Рmах = Руст • Кс = 2000 • 0,7 = 1400 кВт.

Вычислим активную нагрузку для каждого часа суток. Из типового графика видно, что нагрузка в **0** часов, в 1, 2, 3, 4, 5ча­сов составляет 30%**,** т.е.



Нагрузка изменилась в 6часов и составила 60%**,** тогда



Нагрузка снова изменилась в 8часов и держится неизменной до 12часов, составляя 80%**,** тогда



Подобным образом рассчитывается нагрузка до 24часов, аналогично выполняется расчет для двух других потребителей, заданных в задаче.

В контрольной работе следует сразу результаты расчетов за­писать в таблицу, примером которой является табл. 13**.**

Суммируя активные нагрузки потребителей за каждый час, вычисляем суммарную нагрузку всех потребителей на шинах подстанции. Результаты вычислений записываются в табл. 11**.** По результатам расчета в прямоугольных осях координат строятся суточные графики активной нагрузки каждого потребителя и су­точный график суммарной нагрузки.

В таблице следует определить, а на графике указать наибольшую суммарную расчетную мощность



Таблица 11

Результаты вычислений активных суточных нагрузок потребителей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы |  | Активная нагрузка, | | кВт |
|  | Потреби- | Потреби- | Потреби- | Суммарная всех |
|  | тель 1 | тель 2 | тель 3 | потребителей |
| 0 | P01= 420 | Р02 = 500 | Р03 =Ю00 | P01+ Р02+Р03 = 1920 |
| 1 | 420 |  |  |  |
| 2 | 420 |  |  |  |
| 3 | 420 |  |  |  |
| 4 | 420 |  |  |  |
| 5 | 420 |  |  |  |
| 6 | 840 |  |  |  |
| 7 | 840 |  |  |  |
| 8 | 1120 |  |  |  |
| 9 | 1120 |  |  |  |
| 10 | 1120 |  |  |  |
| 11 | 1120 |  |  |
| 12 | 1400 |  |  |  |
| 13 | 1400 |  |  |  |
| 14 | 1400 |  |  |  |
| 15 | 1400 |  |  |  |
| 16 | 1400 |  |  |  |
| 17 | 1400 |  |  |  |
| 18 | 420 |  |  |  |
| 19 | 420 |  |  |  |
| 20 | 420 |  |  |  |
| 21 | 420 |  |  |  |
| 22 | 420 |  |  |  |
| 23 | 420 |  |  |  |

Обратите внимание на неодновременность наступления наи­больших нагрузок отдельных потребителей.

Для определения наибольшей полной мощности потребите­лей необходимо рассчитать реактивные мощности потребителей и суммарную реактивную мощность для часа наибольшей суммар­ной нагрузки.

Реактивная мощность отдельного потребителя вычисляется по формуле:



где Р - активная нагрузка потребителя, попавшая в час наибольшей суммарной нагрузки



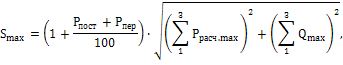
tgφ- тангенс угла φ определяется по заданному коэффи­циенту мощности потребителя ().



Расчет выполняется для каждого потребителя, после чего определяется суммарная реактивная мощность



Наибольшая полная мощность потребителей на шинах вто­ричного напряжения с учетом потерь в высоковольтных сетях и трансформаторах определяется по формуле:



где Рпост - постоянные потери в стали трансформаторов в % от ∑Pmax;

Рпер- переменные потери в сетях и меди трансформато­ров в % от ∑Рmaх.

Ориентировочно можно принять Рпост = 2%, Рпер = 8%.

На трансформаторной подстанции к шинам вторичного на­пряжения, кроме линий потребителей, подключены трансформа­торы собственных нужд. Нормально в работе находится один ТСН. Тогда наибольшая полная мощность на шинах вторичного напряжения составит:



По этой мощности выбирается мощность трансформатора.

На подстанциях возможна установка одного, двух и более понижающих трансформаторов. При значительной мощности по­требителей первой категории устанавливается два трансформато­ра. Номинальная мощность каждого трансформатора двух трансформаторной подстанции, как правило, определяется аварийным режимом рабаты подстанции: при установке двух трансформато­ров их мощность выбирается такой, чтобы при выходе из работы одного из них оставшийся в работе трансформатор с допустимой аварийной перегрузкой мог обеспечить нормальное электроснаб­жение потребителей 1-й и 2-й категории. В аварийном режиме примерно 25% потребителей из числа неответственных может быть отключено. Номинальная мощность трансформатора опре­деляется из выражения



где n - количество рабочих трансформаторов;

Кпер- коэффициент допустимой аварийной перегрузки трансформатора по отношению к его номинальной мощности; можно принять Кпер = 1,4-1,5.

Это означает, что для масляных трансформаторов в аварий­ных режимах допускается перегрузка на 40% на время максимума общей суточной продолжительности не более 6 часов в течение не более 5 суток. При этом коэффициент заполнения суточного графика нагрузки трансформатора в условиях его перегрузки должен быть



Допустимые систематические и аварийные перегрузки мас­ляных трансформаторов мощностью до 100 MB·А регламентиру­ются ГОСТ 14209-85.

Для сухих трансформаторов, предназначенных для ком­плектных трансформаторных подстанций, допускается аварийная перегрузка на 30% сверх номинального тока не более чем 3 часа в сутки, если длительная предварительная нагрузка составила не более 70% номинального тока трансформатора.

По расчетной мощности трансформатора из табл. 14 следует выбрать тип трансформатора и выписать его электрические ха­рактеристики, при этом необходимо обратить внимание на задан­ное напряжение питающей сети и номинальное напряжение по­требителя.

При расчете номинальных токов I1ном, I2номтрансформатора следует иметь в виду, что мощности первичной и вторичной об­моток двух обмоточного трансформатора одинаковы, а также об­ращать внимание на единицы измерения.

Таблица 12

Технические данные трехфазных масляных трансформаторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номи­нальная мощность  Sном | Сочетание на­пряжений | | Потери | | Напря­жение КЗ | Ток XX | Схема и группа соеди­нения  обмоток |  |
| ВН | НН | XX | КЗ |
| кВА | кВ | кВ | кВт | кВт | % | % |
| ТМ-1000/35 У1 | 1000 | 35 | 6,3  10,5 | 2 | 11,6 | 6,5 | 1,4 | У/Д-11 |
| ТМ-1600/35 У1 ТМН-1600/35 У1 | 1600  1600 | 35  35 | 6,3; 10,5 6,3; 11 | 2,75 2,9 | 16,5 16,5 | 6,5  6,5 | 1,3 1,3 | У/Д-11 |
| ТМ-2500/35 У1 ТМН-2500/35 У1 | 2500  2500 | 35  35 | 6,3; 11 6,3; 11 | 3,9  4,1 | 23,5 | 6,5 | 1 | У/Д-11 |
| ТМ-4000/35 У1 ТМН-4000/35У1 | 4000 | 35 | 6,3; 10,5 6,3; 11 | 5,3  5,6 | 33,5 | 7,5 | 0,9 | У/Д-11 |
| ТМ-6300/35 У1 ТМН-6300/35 У1 | 6300 | 35 | 6,3; 10,5 6,3; 11 | 7,6  8 | 46,5 | 7,5 | 0,8 | У/Д-11 |
| ТМН-6300/110 У1 | 6300 | 110 | 11 | 10 | 44 | 10,5 | 1 | Ун/Д-11 |
| ТДН-10000/110 У1 | 10000 | 11О | 11; 38,5 | 18 | 85 | 10,5 | 0,7 | Ун/Д-11 |
| ТДН-16000/110 У1 | 16000 | 110 | 11; 38,5 | 18 | 85 | 10,5 | 0,7 | Ун/Д-11 |
| ТдБ-25000/110 У! | 25000 | 110 | 38,5 | 25 | 120 | 10,5 | 0,65 | Ун/Д-11 |

**При составлении ответа на вопросы № 41-50** необходимо разобраться в понятии «распределительное устройство (РУ)», знать системы сборных шин, их особенности.

Схема одно трансформаторной подстанции включает в себя один понижающий трансформатор, РУ высшего и РУ низшего напряжений. На таких подстанциях схемы РУ высшего напряже­ния выполняют без сборных шин с установкой в цепи трансфор­матора отделителя (ОД), дополненного короткозамыкателем (КЗ). Но отделители недостаточно надежны в работе, поэтому в связи с выпуском малообъемных масляных и вакуумных выключателей на стороне высшего напряжения устанавливаются выключатели. На схемах РУ вторичного (низшего) напряжения следует указать присоединения трансформатора собственных нужд (ТСН); изме­рительного трансформатора напряжения. В каждом РУ необходи­мо указать измерительные трансформаторы тока и разрядники.

