**Пример 1*. Расчёт отклонения напряжения в узле СЭС***

В приведенной на рисунке системе электроснабжения и заданных исходных данных определить установившееся отклонение напряжения на I-й секции шин 10 кВ ГПП

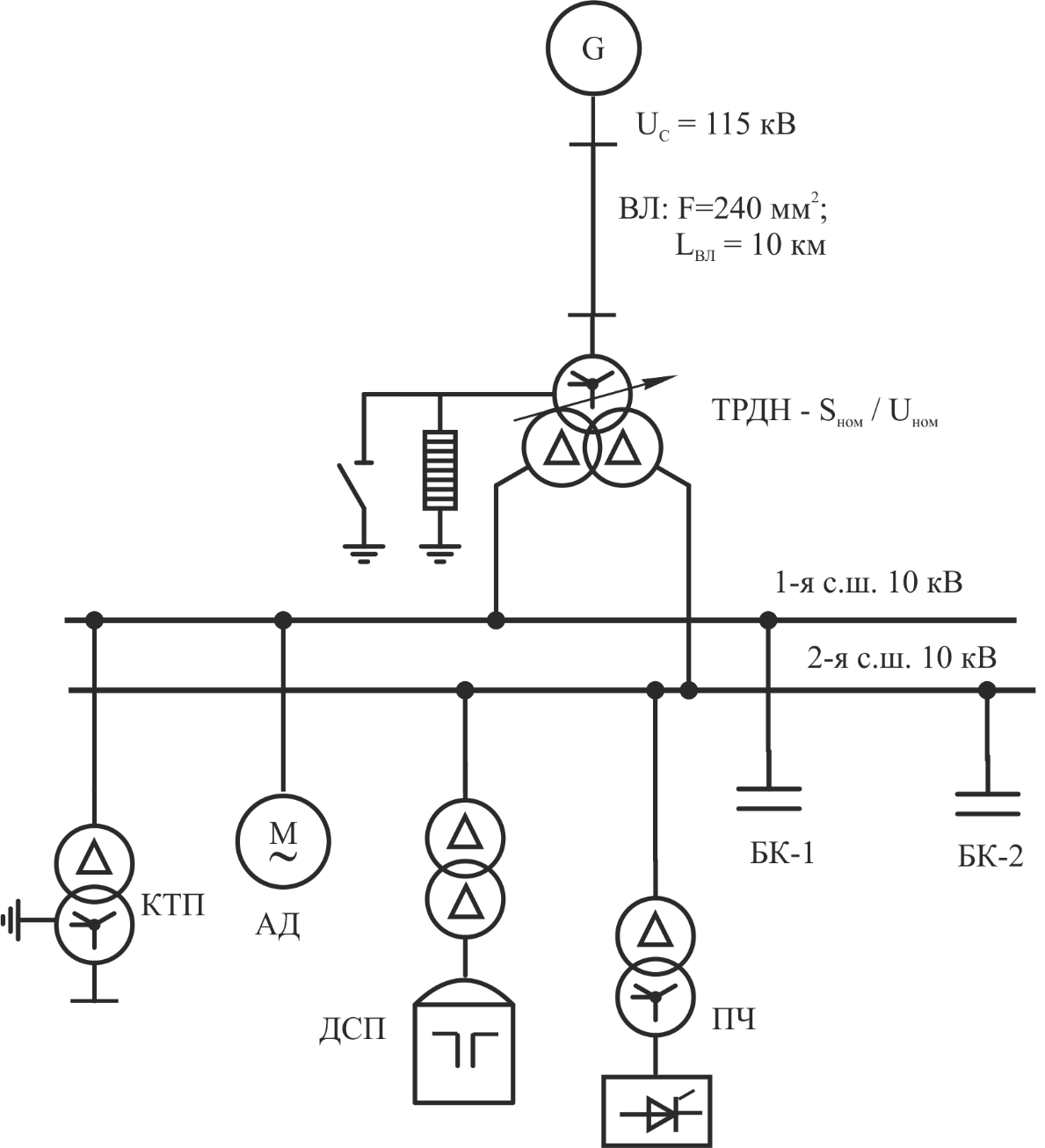


Рис. 1. Принципиальная схема системы электроснабжения

Таблица 1

Исходные данные:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Система | Тр-тр ГПП | | КТП | | | | Асинхр. электродвигатели | | | |
| UC, кВ | Sт.ном, МВ∙А | UКВН,  % | Sт.ном, МВ∙А | Кол  во | КЗТ |  | Рном, МВт | КПД,  от.ед | Киа | Соsφ |
| 115 | 25 | 10,5 | 1,6 | 7 | 0,7 | 0,8 | 3 | 0,95 | 0,7 | 0,8 |

Окончание таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ДСП | | Преобразователи | | Мощность  БК, Мвар | |
| Sт.ном, МВ∙А | Соsφ | Sт.п.ном, МВ∙А | Соsφ | БК1 | БК2 |
| 8 | 0,8 | 2 | 0,7 | 2 | 5 |

Составим схему замещения, которая изображена на рис.2, и определим параметры её элементов. Отметим, что расчёты можно проводить как в именованных, так и в относительных единицах. Ниже приведём примеры расчётов в указанных единицах. При проведении расчётов примем условие о том, что переключатель ответвлений от обмотки высокого напряжения трансформатора ГПП установлен на нейтральном положении. Тогда его коэффициент трансформации будет равен его номинальному значению. С целью упрощения расчётов условимся также и о том, что групповые коэффициенты использования Kиа установленной мощности электроприёмников, получающих питание через трансформаторы всех КТП, одинаковы и равняются 0,7. С этой же целью примем kи.а. АД также равным 0,7.

Учитывая то, что указанное в таблице напряжение задано на шинах110 кВ источника, при решении данной задачи внутреннее сопротивление источника Zс не учитывается. Кроме того, не будем учитывать потери активной мощности в трансформаторе ГПП и зарядные мощности воздушной линии из-за их малых значений. Потери же реактивной мощности в трансформаторе ГПП учтём, так как они составляют существенную величину.

После принятия указанных условий приступим к определению расчётных значений активной и реактивной нагрузок на секциях шин 10 кВ ГПП.

Найдём расчётные значения активной и реактивной нагрузок на секциях шин 10 кВ ГПП, которые с точки зрения определения расчётных нагрузок принято относить к 5-му уровню СЭС, и на стороне высшего напряжения трансформатора:

– на I-й секции шин

; (1)

. (2)

Входящий в эти выражения коэффициент одновремённости максимума нагрузки зависит от суммарного числа графиков, из которых формируется график нагрузки секции шин NГ,равный в нашем случае NКТП  + 1 = 7 + 1 = 8, а также от средневзвешенного значения группового коэффициента использования установленной мощности всех электроприёмников KИ.А, питающихся от 1-й секции шин. При принятых нами условиях значение KИ.А будет равняться 0,7. Значение найдём по данным, приведенным в нижеследующей таблице

Таблица 2

Значения коэффициента одновременности максимумов нагрузки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Средневзвешенный коэффициент использования | Число присоединений на сборных шинах  6, 10 кВ, РП, ГПП | | | |
| 2 – 4 | 5 – 8 | 9 – 25 | > 25 |
| Киа < 0,3 | 0,9 | 0,8 | 0,75 | 0,7 |
| 0,3 ≤ Киа < 0,5 | 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |
| 0,5 ≤ Киа ≤ 0,8 | 1,0 | 0,95 | 0,9 | 0,85 |
| Киа > 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,95 | 0,9 |

При наших данных  = 0,95. Тогда

*Р*Р. I ≈ 0.95\*[7\*0,7\*1,6\*0,8 + 0,7\*3\*0,8] = 7,553 МВт;

*Q*Р. I ≈ 0.95\*[7\*0,7\*1,6\*0,6 + 0,7\*3\*0,75] = 5,965 Мвар.

– на II-й секции шин

***Ввиду того, что ко 2-й секции шин подключены только 2 электроприёмника, вероятность того, что они на одном и том же интервале времени будут работать в номинальном режиме велика. Поэтому расчётную мощность на этой секции шин определим путём суммирования их номинальных мощностей***

= 8\*0,8 + 2\*0,7 = 7,8 МВт; (3)

 = 8\*0,6 + 2\*0,714 = 6,23 Мвар; (4)

Расчётные активная и реактивная мощности на стороне высшего напряжения трансформатора ГПП

 МВт; (5)

 (6)

Оценим потери реактивной мощности в трансформаторе ГПП

 квар

Коэффициент загрузки трансформатора

.

Подставим в последнее выражение численные значения входящих в него переменных

.

Реактивная нагрузка на стороне высшего напряжения трансформатора с учётом потерь реактивной мощности в нём

QР. ВН  = 5,965 + 6,23 – (2 + 5) +1,265 = 6,46 Мвар

**I.** ***Пример расчёта*** *по определению отклонения напряжения в именованных единицах*

Найдём сопротивления элементов, входящих в схему замещения сети, представленной на рис. 2, в именованных величинах, приведенных к ступени напряжения 10 кВ.

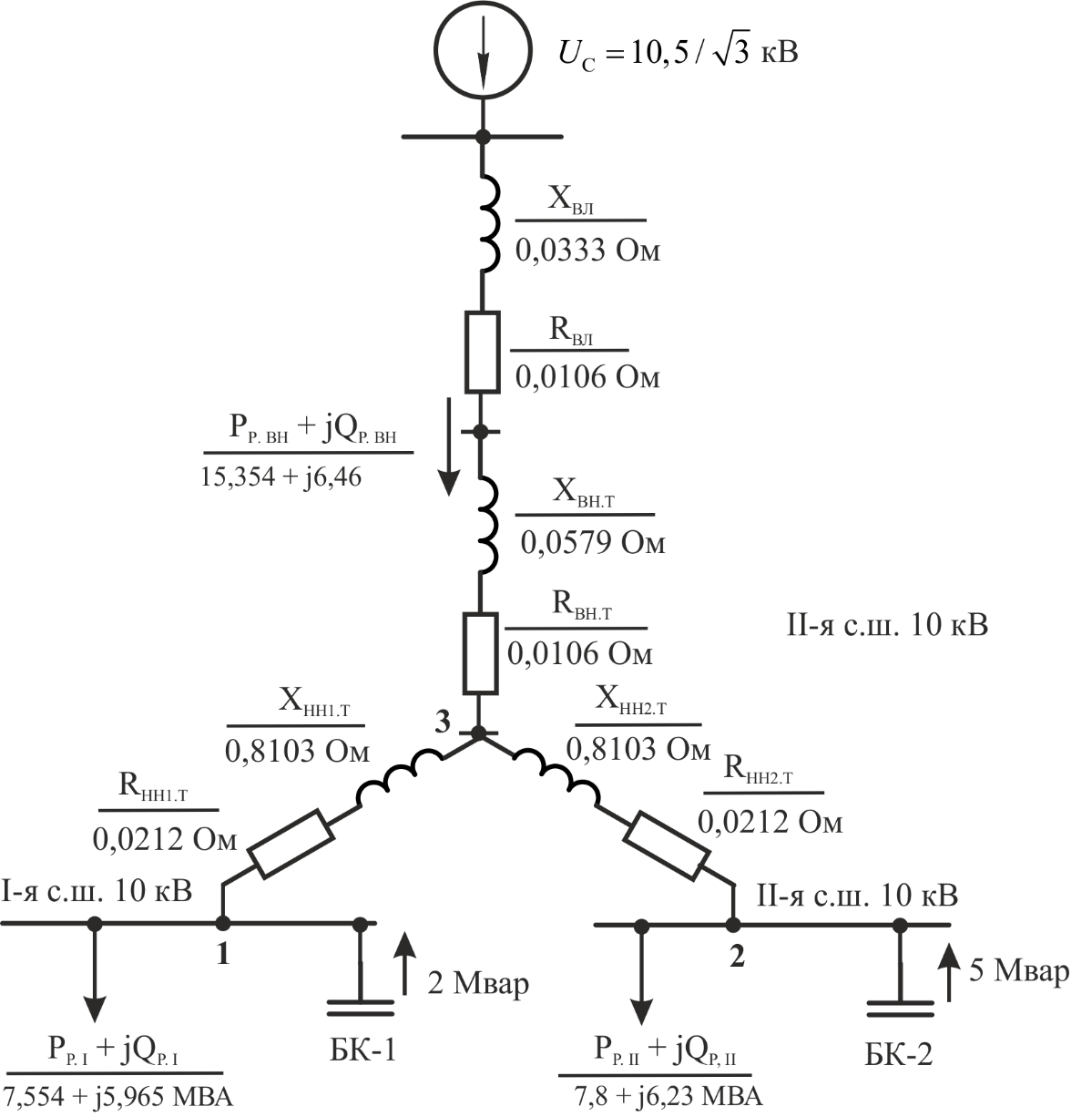


Рис. 2. Схема замещения сети и её параметры в именованных единицах

Индуктивное сопротивление ВЛ



Активное сопротивление ВЛ



Индуктивные сопротивления обмоток высокого ХВН.Т и низкого ХНН.Т напряжений трансформатора ГПП, который имеет расщеплённую на 2 части низковольтную обмотку





Активные сопротивления обмоток трансформатора

– высоковольтной



– низковольтных



Теперь можно приступить к определению потерь напряжения на участках сети и установившегося значения напряжения на 1-й секции шин 10 кВ ГПП. При этом пренебрежём поперечной составляющей вектора падения напряжения, так как в распределительных сетях напряжением до 110 кВ включительно указанная составляющая имеет малую величину. С учётом сказанного

 (7)

где  – продольная составляющая вектора падения напряжения на участке схемы от источника до узла 3, отмеченной на схеме замещения;  – то же самое от узла 3 до узла 1 (1-й с.ш. 10 кВ).

Найдём указанные составляющие вектора падения напряжения





 В.

В последних 2-х выражениях множитель 103 представляет собой коэффициент, переводящий киловольты в вольты.

Согласно выражению (7) установившееся напряжение на шинах 1-й с. ш. 10 кВ



Установившееся отклонение напряжения на этой секции шин

.

**II.** ***Пример расчёта*** *по определению отклонения напряжения в относительных единицах*

*Примем базисные единицы*: базисную мощность SБ = 100 МВА, базисные напряжения Uб  = 115 кВ на стороне высшего напряжения ГПП и 10,5 кВ на стороне её низшего напряжения.

Выразим сначала активные и реактивные расчётные нагрузки на стороне10 и 110 кВ в относительных единицах, приведенных к базисным условиям:

– на стороне 10 кВ







.

Мощность батарей конденсаторов в относительных единицах

Потери реактивной мощности в трансформаторе, выраженные в относительных единицах



– на стороне высшего напряжения (110 кВ) без учёта потерь активной мощности в трансформаторе ГПП





Найдём сопротивления элементов, учтённых в схеме замещения рис. 3, выраженных в относительных величинах и приведенных к базисным условиям:

– индуктивное и активное сопротивления воздушной линии





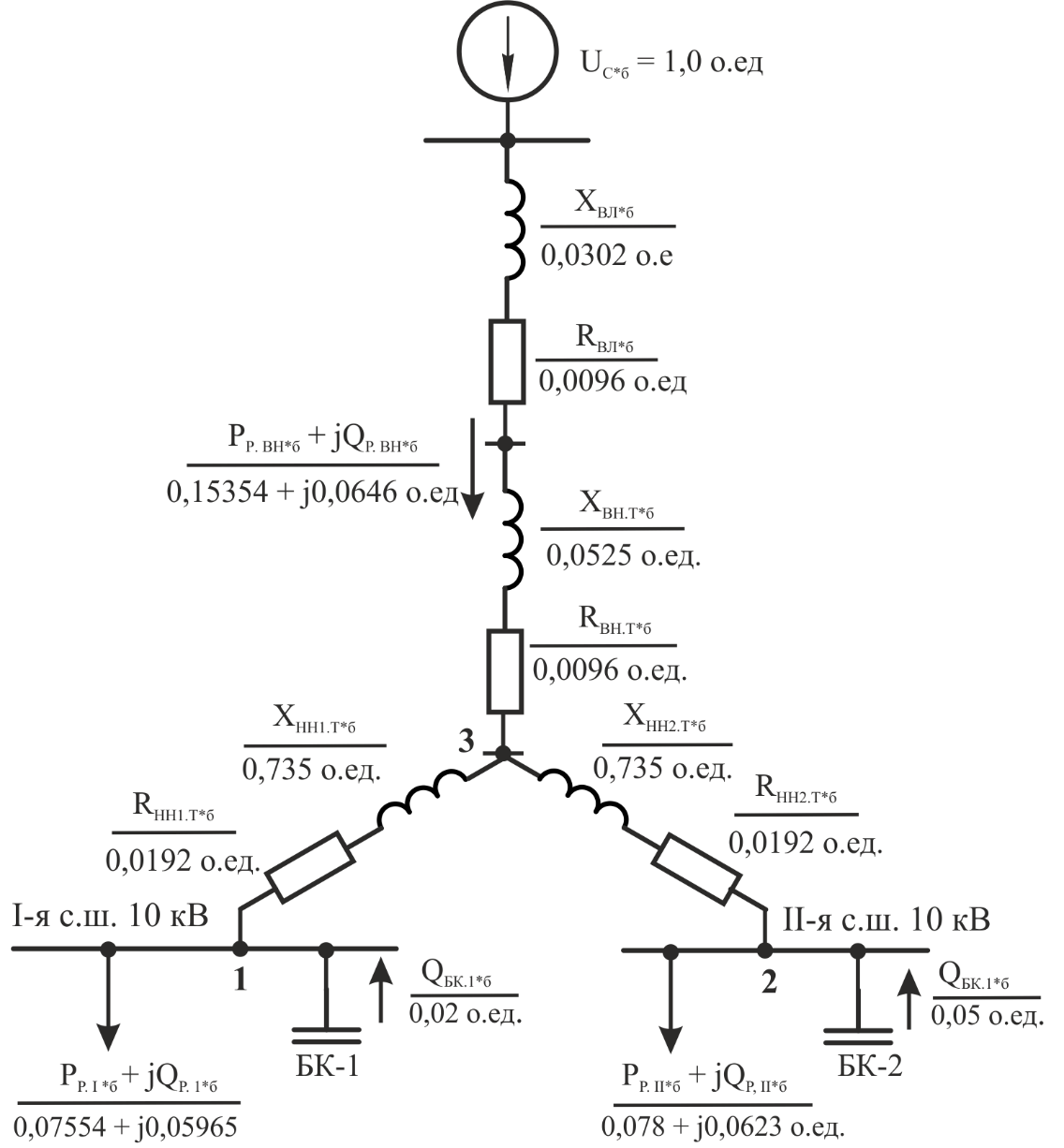


Рис.3. Схема замещения сети с параметрами, выраженными

в относительных единицах

– индуктивные и активные сопротивления обмоток трансформатора ГПП

Индуктивные сопротивления





Активные сопротивления





Напряжение сети в относительных единицах



Потери напряжения на участке схемы от источника до узла 3, отмеченной на схеме замещения рис.3



Потери напряжения на участке схемы замещения сети от узла 3 до узла 1



Установившееся значение напряжение на шинах 1-й с. ш. 10 кВ



Установившееся отклонение напряжения на этой секции шин

.

Как видно получили такой результат, что и при расчёте в именованных единицах. Очень маленькая разница связана с округления при расчётах.