

## **ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Детальный анализ возможностей систематической перегрузки с учетом реального графика и коэффициента начальной нагрузки трансформаторного оборудования ПС в нормальных режимах в задачу данного проекта не входит.

Следует помнить о том, что понизительная ПС районной электрической сети является центром питания нагрузок, которым требуется качественное напряжение. При этом отклонение напряжения не должно выходить за пределы регламентированного ПУЭ значения. Поэтому на ПС *следует осуществлять централизованное регулирование напряжения*. Для этого на подстанциях необходимо принимать к установке трансформаторы с устройством регулирования напряжения под нагрузкой (РПН). Согласно [3, п. 1.2.23], устройства регулирования напряжения должны обеспечивать поддержание напряжения на шинах подстанций 6, 10 кВ, к которым присоединены распределительные сети, в пределах не ниже 105 % номинального в период наибольших нагрузок и не выше 100 % номинального в период наименьших нагрузок этих сетей.

Если в составе нагрузки ПС имеются *потребители 1 и 2-й категории или  $P_{н\ max} \geq 10\ МВт$* , то *число* устанавливаемых *трансформаторов* должно быть *не менее двух*. Установка на ПС более двух трансформаторов или АТ не рекомендуется и должна быть обоснована специально [12, п. 3.5]. На ПС 110 кВ, осуществляющих электроснабжение потребителей 3-й категории, допускается установка одного трансформатора мощностью до 6,3 МВА при наличии в сетевом районе централизованного передвижного трансформаторного резерва, дающего возможность замены поврежденного трансформатора за время не более одних суток. Мощность трансформатора на однострансформаторной ПС выбирается по максимальной нагрузке потребления.

Согласно [12, п. 3.10] *на стороне низшего напряжения (НН) ПС предусматривается, как правило, раздельная работа трансформаторов*. На стороне высшего напряжения (ВН) предусматривается раздельная или параллельная работа трансформаторов в зависимости от выбранной схемы РУ ВН. Для блочной схемы 4Н предусматривается раздельная работа трансформаторов (ремонтная перемычка из разъединителей нормально отключена). Для мостиковых схем 5Н, 5АН, для схемы четырехугольника 7 и схем со сборными шинами 12 и 13Н *предусматривается параллельная работа трансформаторов* (в схемах 5Н, 5АН выключатели мостика включены, в схеме 7 все выключатели включены, в схеме 12 секционный и в схеме 13Н шиносоединительный выключатели, как правило, включены).

При выборе трансформаторов следует учитывать рекомендации ГОСТ 14209-97 [8] введен в действие 01.01.2002 г. Рекомендуется воспользоваться приложением Н (справочным), которое называется «Упрощенные таблицы допустимых аварийных перегрузок». Рекомендации приложения Н приведены для случая, когда отсутствует реальный график нагрузки, т.е. для стадии проектирования. Согласно приведенным в приложении Н таблицам, для силовых трансформаторов, применяемых в данном проекте (с первичным напряжением 110 или 220 кВ), допускается перегруз в зависимости от температуры охлаждающей (окружающей) среды и продолжительности перегрузок в течение суток ( $t_{\text{перег.сут}}$ ). Летний сезон создает худшие условия для охлаждения трансформаторов. Если летом максимальная температура окружающей среды бывает +40 °С на протяжении 8 часов, то допустимый перегруз следует определять для температуры +40 °С, и он составляет 1,1 от номинальной мощности; если максимальная температура другая и другая продолжительность ее в течение суток, то допустимый перегруз, согласно таблице, будет другой. При температуре +40 °С и продолжительности перегрузки, начиная от 8 и до 24 часов в течение суток, перегруз допускается 1,1 от номинального тока (мощности), т.е. 10 %; при той же температуре и продолжительности перегрузки 4 часа перегруз допускается 1,2 от номинального тока (мощности), т.е. 20 %. Продолжительность перегрузки в течение суток  $t_{\text{перег.сут}}$  задается в задании на курсовой проект.

Таблица из указанного ГОСТа приведена ниже (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Допустимые аварийные перегрузки без учета предшествующей нагрузки

Продолжительность перегрузки в течение суток, ч	Перегрузка в долях номинального тока в зависимости от температуры охлаждающей среды во время перегрузки											
	-25 °С				-20 °С				-10 °С			
	ONA N	O N	O F	O D	ONA N	O N	O F	O D	ONA N	O N	O F	O D
0,5	2	1,8	1,6	1,4	1,9	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6	1,5	1,4
1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,9	1,6	1,5	1,4	1,7	1,5	1,5	1,4
2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,8	1,6	1,5	1,4	1,7	1,5	1,5	1,3
4	1,8	1,6	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3
8	1,7	1,6	1,4	1,4	1,7	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3

			5				5				4	
24	1,7	1,6	1,5	1,4	1,6	1,5	1,5	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3

Окончание табл. 3.1.

Продолжительность перегрузки в течение суток, ч	Перегрузка в долях номинального тока, в зависимости от температуры охлаждающей среды во время перегрузки											
	0 °C				10 °C				20 °C			
	ONAN	ON	OF	OD	ONAN	ON	OF	OD	ONAN	ON	OF	OD
0,5	1,7	1,5	1,4	1,3	1,7	1,4	1,4	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2
1	1,7	1,5	1,4	1,3	1,6	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2
2	1,6	1,5	1,4	1,3	1,5	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3	1,2
4	1,6	1,4	1,4	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2
8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2
24	1,5	1,4	1,4	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2
	30 °C						40 °C					
	ONAN	ON	OF	OD	ONAN	ON	OF	OD	ONAN	ON	OF	OD
0,5	1,4	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2
1	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1
2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1
4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1
8	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1
24	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1

В табл. 3.1 из ГОСТ 14209-97:

- ON означает виды охлаждения ONAN (М) или ONAF (Д);
- OF означает виды охлаждения OFAF (ДЦ) или OFWF;
- OD означает виды охлаждения ODAF или ODWF.

Ниже приведены две таблицы с условными обозначениями видов охлаждения трансформаторов и расшифровкой видов систем охлаждения трансформаторов (табл. 3.2, 3.3).

Таблица 3.2

## Условные обозначения видов охлаждения трансформаторов

ГОСТ	Международное обозначение принятое СЭВ и МЭК	Вид системы охлаждения трансформатора
<b>Сухие трансформаторы</b>		
С	AN	Естественное воздушное при открытом исполнении
СЗ	ANAN	Естественное воздушное при защищенном исполнении
СГ		Естественное воздушное при герметичном исполнении
СД	ANAF	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха
<b>Масляные трансформаторы</b>		
М	ONAN	Естественная циркуляция воздуха и масла
Д	ONAF	Принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла
МЦ	OFAN	Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла
НМЦ	ODAN	Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с направленным потоком масла
ДЦ	OFAF	Принудительная циркуляция воздуха и масла с ненаправленным потоком масла
НДЦ	ODAF	Принудительная циркуляция воздуха и масла с направленным потоком масла
Ц	OFWF	Принудительная циркуляция воды и масла с ненаправленным потоком масла
НЦ	ODWF	Принудительная циркуляция воды и масла с направленным потоком масла

Таблица 3.3

## Расшифровка видов систем охлаждения трансформаторов

№ п/п		Внутреннее охлаждение/ Inside	Outside /Внешнее охлаждение
1	С	AN Air Norm	
		Естественное воздушное при открытом исполнении	
2	СЗСГ	AN Air Norm	
		Естественное воздушное при защищенном или герметичном исполнении	Естественное воздушное при защищенном или герметичном исполнении
3	СД	AN Air Norm	AF Air Force
		Естественное воздушное	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха (дутьё)
4	М	ON Oil Norm	AN Air Norm
		Естественная циркуляция масла	Естественная циркуляция воздуха
5	Д	ON Oil Norm	AF Air Force
		Естественная циркуляция масла	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха (дутьё)
6	МЦ	OF Oil Force	AN Air Norm
		Принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла	Естественная циркуляция воздуха
7	НМЦ	OD Oil Direct	AN Air Norm
		Принудительная циркуляция масла с направленным потоком масла	Естественная циркуляция воздуха
8	ДЦ	OF Oil Force	AF Air Force
		Принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха (дутьё)
9	НДЦ	OD	AF

		Oil Direct	Air Force
		Принудительная циркуляция масла с направленным потоком масла	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха (дутьё)
10	Ц	OF Oil Force	WF Water Force
		Принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла	Принудительная циркуляция воды
11	НЦ	OD Oil Direct	WF Water Force
		Принудительная циркуляция масла с направленным потоком масла	Принудительная циркуляция воды
12	Н	LN Liquid Norm	AF Air Force
		Естественная циркуляция негорючего жидкого диэлектрика	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха (дутьё)
13	НД	LN Liquid Norm	AF Air Force
		Естественная циркуляция негорючего жидкого диэлектрика	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха (дутьё)
14	ННД	LF Liquid Force	AF Air Force
		Принудительная циркуляция жидкого диэлектрика с ненаправленным потоком диэлектрика	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха (дутьё)