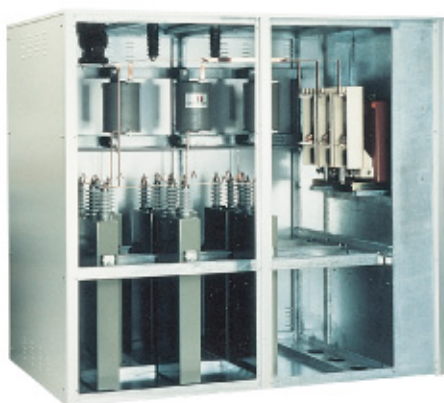


ВАРНЕТ

УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ
РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ



Установки компенсации
реактивной мощности
серии ВАРНЕТ

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	2
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ	3
3. УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ 400В	4
3.1. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК 400 В.....	5
3.2. ВАРНЕТ-НС. НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ	6
3.3. ВАРНЕТ-НФ. НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ С ФИЛЬТРОМ	6
3.4. ВАРНЕТ-АС. КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	7
3.5. ВАРНЕТ-АФ. КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ФИЛЬТРОМ	8
3.6. ВАРНЕТ-ТС. КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ С ДИНАМИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ	9
3.7. ВАРНЕТ-ТФ. КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ С ДИНАМИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ФИЛЬТРОМ	10
4. УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ 6(10) КВ.....	11
4.1. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК 6(10) КВ.....	12
4.2 ВАРНЕТ-Н. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ.....	13
4.3 ВАРНЕТ-А. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ.....	13
5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	14
6. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	15
7. ВЫБОР ТИПА УКРМ ВАРНЕТ	15
8. ВЫБОР МЕСТА УСТАНОВКИ УКРМ ВАРНЕТ	16
9. РАСЧЕТ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ УКРМ ВАРНЕТ	17
9.1. ПРИМЕР РАСЧЕТА.....	18
 ПРИЛОЖЕНИЕ 1	 19
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	22

1. ВВЕДЕНИЕ

Конденсаторные установки серии ВАРНЕТ предназначены для повышения коэффициента мощности электрооборудования промышленных предприятий и распределительных сетей напряжением 400 В с заземленной нейтралью, а также сетей трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6(10) кВ с любым режимом заземления нейтрали.

Установки компенсации реактивной мощности ВАРНЕТ имеют широкую линейку типоразмеров:

- нерегулируемые конденсаторные установки стандартного исполнения ВАРНЕТ-НС;
- нерегулируемые конденсаторные установки с фильтром высших гармоник ВАРНЕТ-НФ;
- конденсаторные установки с автоматическим регулированием реактивной мощности стандартного исполнения ВАРНЕТ-АС;
- конденсаторные установки с автоматическим регулированием реактивной мощности с фильтрами высших гармоник ВАРНЕТ-АФ;
- конденсаторные установки с динамическим регулированием реактивной мощности с применением тиристорных ключей ВАРНЕТ-ТС;
- конденсаторные установки с динамическим регулированием реактивной мощности с применением тиристорных ключей и фильтрами высших гармоник ВАРНЕТ-ТФ;
- высоковольтные нерегулируемые конденсаторные установки ВАРНЕТ-Н;
- высоковольтные конденсаторные установки с автоматическим регулированием реактивной мощности ВАРНЕТ-А.

Установки ВАРНЕТ – оборудование внутренней установки, предназначенное для эксплуатации на высоте над уровнем моря до 1000 м в регионах с умеренным климатом в закрытых помещениях (УЗ). Верхнее значение относительной влажности воздуха 90% при температуре 25°C. По стойкости к механическим воздействиям установки соответствуют группе условий эксплуатации М2 по ГОСТ 17516.1. Степень защиты IP31 по ГОСТ 14254. Возможно изготовление установок наружного исполнения в утепленном северном контейнере (УХЛ1).

Установки серии ВАРНЕТ представляют собой современное оборудование, объединившее в себе передовые технологии изготовления конденсаторов и автоматизированного управления потоками реактивной мощности. Отличительными особенностями установок являются:

- малые габариты;
- повышенная устойчивость к электрическим перегрузкам;
- простота монтажа, реконструкции и ремонта;
- встроенные системы защиты, мониторинга и диагностики;
- возможность управления установкой с компьютера;
- применение экологически безопасных материалов и комплектующих, не требующих специальных мер по утилизации.

Внедрение решений ВАРНЕТ позволит решить задачи по энергосбережению, повышению пропускной способности линий и улучшению качества электрической энергии при гарантиях высокого качества компонентов и инженеринговых услуг.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Смысл компенсации реактивной мощности заключается в том, что потребители реактивной мощности получают ее не из внешней сети, а от специальных источников, устанавливаемых в непосредственной близости от потребителей. К устройствам, способным вырабатывать реактивную мощность, относятся синхронные двигатели, компенсаторы, а также косинусные конденсаторы.

Применение конденсаторов нашло наибольшее применение для компенсации реактивной мощности по следующим причинам:

- низкие собственные активные потери;
- низкая себестоимость;
- низкие затраты на обслуживание.

Когда конденсаторная установка подключается к напряжению промышленной частоты ток через конденсатор опережает напряжение на 90° .

В тоже время все индуктивные нагрузки, такие как двигатели и трансформаторы, обеспечивают отставание тока от напряжения.

Геометрическая сумма векторов мощностей (токов) индуктивной и емкостной нагрузки дает общее уменьшение реактивной мощности (тока) по сравнению с тем значением, которое было до установки конденсаторов.

Компенсация реактивной мощности обеспечивает:

- уменьшение активных потерь:

$$\Delta P = I_H^2 R = \frac{P_H^2 + Q_H^2}{3U_H^2} R$$

- уменьшение падения напряжения:

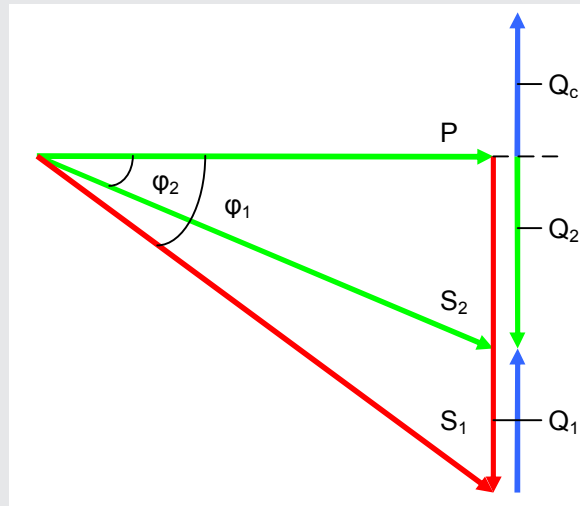
$$\Delta U = \frac{P_H R + Q_H X}{U_H}$$

- уменьшение полного тока:

$$I_H = \frac{\sqrt{P_H^2 + Q_H^2}}{\sqrt{3}U_H}$$

Основным параметром, определяющим степень компенсации является коэффициент мощности:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$



P – активная мощность

S_1 и S_2 – полная мощность до и после компенсации

Q_c – мощность конденсаторной установки

Q_1 и Q_2 – реактивная мощность до и после компенсации

Основные соотношения

$$Q_2 = Q_1 - Q_c$$

$$Q_c = P \tan \varphi_1 - P \tan \varphi_2$$

φ_1 – фазовый сдвиг без конденсатора

φ_2 – фазовый сдвиг с конденсатором

Предельные значения коэффициентов мощности в зависимости от уровня напряжения определены приказом министерства промышленности и энергетики РФ от 22 февраля 2007 г. N49 “ О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности” (приложение 1).

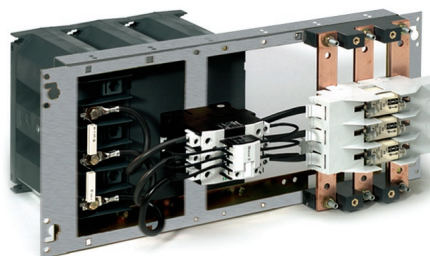
Коэффициент мощности близкий к единице позволяет получить следующие преимущества:

- отсутствие платы за превышение потребления реактивной мощности
- уменьшение потребляемой полной мощности
- уменьшение активных потерь в питающей сети за счет уменьшения полного тока
- нормализация напряжения на шинах нагрузки
- возможность подключения дополнительной мощности без проведения реконструкции сети

3. УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ 400В

Нерегулируемые конденсаторные установки представляют собой группу параллельно соединенных конденсаторных секций требуемой мощности. Конденсаторы в секции соединены по схеме «треугольник» и рассчитаны на компенсацию симметричной нагрузки в трехфазной сети.

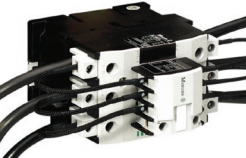
Автоматизированные конденсаторные установки имеют модульную конструкцию. На каждом модуле может быть размещено до 2 ступеней регулирования. В состав модуля входят металлический каркас, трехфазные конденсаторы, соединенные по схеме «треугольник», контакторы или тиристоры для коммутации ступеней компенсации, соединительные медные шины и кабели, размыкатели с плавкими вставками, а также



дроссели, которые могут быть установлены для защиты конденсаторов от высших гармоник.

Управление установкой и измерение коэффициента мощности нагрузки осуществляет регулятор реактивной мощности. По сигналу регулятора происходит включение и отключение конденсаторных ступеней.

Таблица 1 Компоненты для установок компенсации реактивной мощности 400В

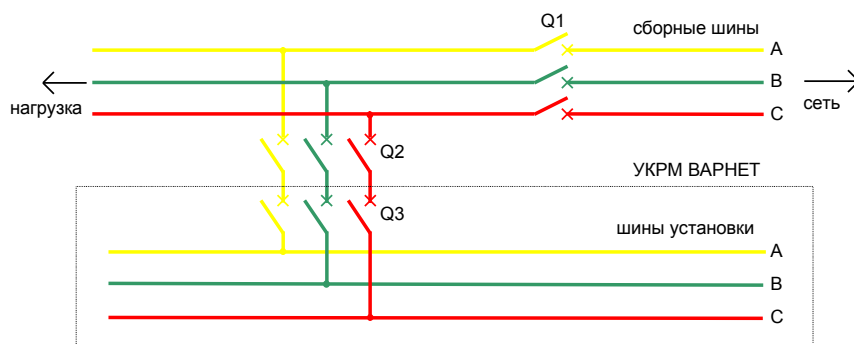
Компоненты	Краткое описание	Тип установки					
		ВАРНЕТ-НС	ВАРНЕТ-НФ	ВАРНЕТ-АС	ВАРНЕТ-АФ	ВАРНЕТ-ТС	ВАРНЕТ-ТФ
	Конденсаторные моноблоки Модульность конструкции позволяет набирать из единичных конденсаторов моноблоки требуемой емкости. Пластиковый корпус имеет двойную изоляцию и не требует заземления.	+	+	+	+	+	+
	Устройство регулирования реактивной мощности Данное микропроцессорное устройство обеспечивает ступенчатое регулирование реактивной мощности в режиме реального времени без участия человека.	-	-	+	+	+	+
	Контактор Специальный контактор для коммутации емкостной нагрузки с предвключаемыми сопротивлениями, ограничивающими пусковые токи включения конденсаторов.	-	-	+	+	-	-
	Дроссель Катушка индуктивности, включаемая последовательно с конденсатором; предназначена для защиты конденсаторной установки от высших гармоник.	-	+	-	+	-	+
	Тиристор Обеспечивает включение ступеней компенсации без бросков тока в течение короткого промежутка времени не более 40 мс, что необходимо для потребителей с резкопеременным графиком нагрузки.	-	-	-	-	+	+

3.1. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК 400 В

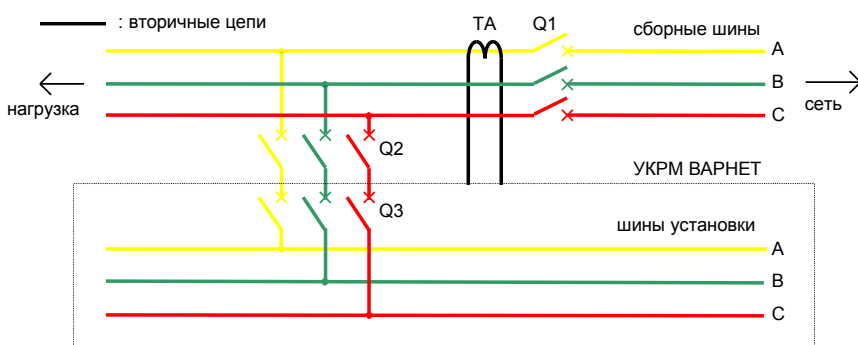
Конденсаторные установки могут подключаться к сети через общий выключатель Q1 с электродвигателем, трансформатором или другим электроприемником в случае индивидуальной компенсации. Во всех остальных случаях установка подключается к сети через отдельный аппарат. Это может быть внешний выключатель Q2, или встроенный в установку выключатель Q3.

В автоматизированных конденсаторных установках для измерения тока используется внешний трансформатор тока ТА, который устанавливается выше точки подключения конденсаторной установки и должен измерять сумму тока компенсируемой нагрузки и емкостного тока УКРМ ВАРНЕТ.

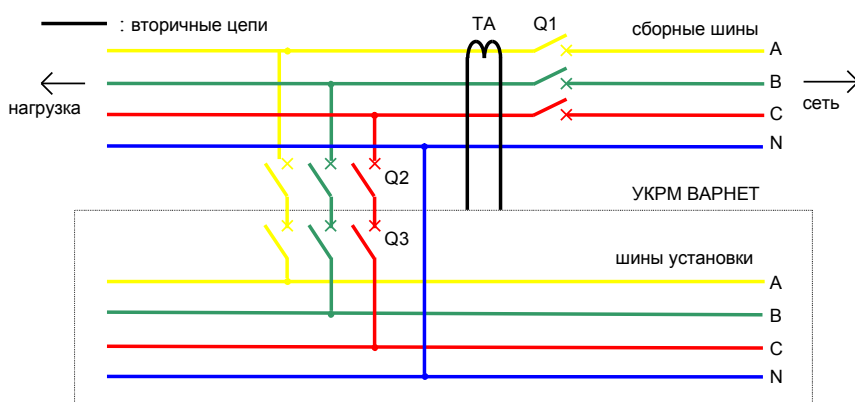
1. Нерегулируемые конденсаторные установки 400В.



2. Автоматизированные конденсаторные установки 400В с контакторами 380-415В.



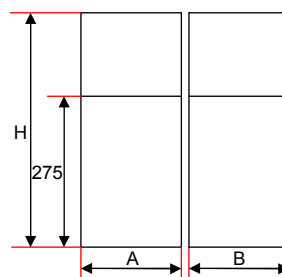
3. Автоматизированные конденсаторные установки 400В с контакторами 220-240В.



3.2. ВАРНЕТ-НС. Нерегулируемые конденсаторные установки

Конденсаторные установки ВАРНЕТ-НС предназначены для компенсации реактивной мощности единичных электроприемников напряжением 400 В или потребителей с равномерным графиком нагрузки.

Тип	Номинальная мощность, квар	Габариты (АхВхН), мм	Масса, кг
ВАРНЕТ-НС-10-0,4	10	100х230х335	7
ВАРНЕТ-НС-15-0,4	15	100х230х335	7
ВАРНЕТ-НС-20-0,4	20	100х230х335	7
ВАРНЕТ-НС-25-0,4	25	100х230х335	7
ВАРНЕТ-НС-30-0,4	30	200х230х335	10
ВАРНЕТ-НС-40-0,4	40	200х230х335	10
ВАРНЕТ-НС-50-0,4	50	200х230х335	10
ВАРНЕТ-НС-60-0,4	60	290х230х335	18
ВАРНЕТ-НС-75-0,4	75	290х230х335	18
ВАРНЕТ-НС-80-0,4	80	390х230х335	22
ВАРНЕТ-НС-100-0,4	100	390х230х335	22
ВАРНЕТ-НС-125-0,4	125	490х230х335	25



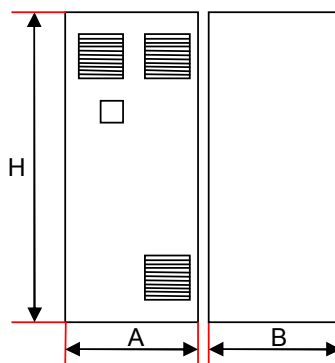
Номинальное напряжение конденсаторов	400 В
Допустимое отклонение значения емкости	±5%
Уровень изоляции:	
Номинальное напряжение изоляции, кВ	0,66
Одноминутное испытательное напряжение, кВ	2,5
Длительно допустимый ток	1,5I _н
Длительно допустимое напряжение	1,18U _н
Температурный диапазон:	
Максимальная температура	+45°C
Минимальная температура	-25°C
Средняя суточная температура	+40°C
Степень защиты	IP 31

Примечание: возможно изготовление установок большей номинальной мощности в шкафом исполнении по заполненному опросному листу (приложение 2).

3.3. ВАРНЕТ-НФ. Нерегулируемые конденсаторные установки с фильтром

Конденсаторные установки ВАРНЕТ-НФ предназначены для компенсации реактивной мощности единичных электроприемников напряжением 400 В или потребителей работающих в длительном режиме с равномерным графиком нагрузки. Установки типа ВАРНЕТ-НФ имеют в своем составе дроссель для защиты конденсаторов от высших гармоник.

Применение таких установок целесообразно, если хотя бы 15% нагрузки является источником высших гармоник.



Тип	Номинальная мощность, квар	Габариты (АхВхН), мм	Масса, кг
ВАРНЕТ-НФ-25-0,4	25	600х500х1400	110
ВАРНЕТ-НФ-50-0,4	50	600х500х1400	150
ВАРНЕТ-НФ-75-0,4	75	600х500х1900	170
ВАРНЕТ-НФ-100-0,4	100	600х500х1900	180
ВАРНЕТ-НФ-125-0,4	125	800х500х2100	200
ВАРНЕТ-НФ-160-0,4	160	800х500х2100	230
ВАРНЕТ-НФ-200-0,4	200	800х500х2100	260
ВАРНЕТ-НФ-240-0,4	240	800х500х2100	290
ВАРНЕТ-НФ-280-0,4	280	800х500х2100	320

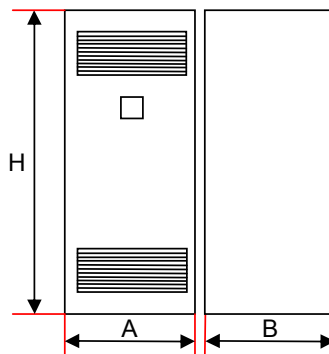
Номинальное напряжение конденсаторов	400 В
Допустимое отклонение значения емкости	±5%
Уровень изоляции:	
Номинальное напряжение изоляции, кВ	0,66
Одноминутное испытательное напряжение, кВ	2,5
Длительно допустимый ток	1,5I _н
Длительно допустимое напряжение	1,18U _н
Температурный диапазон:	
Максимальная температура	+45°C
Минимальная температура	-25°C
Средняя суточная температура	+40°C
Степень защиты	IP 31

Примечание: возможно изготовление установок большей номинальной мощности с встроенным коммутационным аппаратом или без него по заполненному опросному листу (приложение 2).

3.4. ВАРНЕТ-АС. Конденсаторные установки с автоматическим регулированием реактивной мощности

Конденсаторные установки ВАРНЕТ-АС предназначены для компенсации реактивной мощности в узлах нагрузки на напряжением 400 В при переменном графике энергопотребления.

Номинальное напряжение конденсаторов	400 В
Допустимое отклонение значения емкости	±5%
Уровень изоляции:	
Номинальное напряжение изоляции, кВ	0,66
Одноминутное испытательное напряжение, кВ	2,5
Длительно допустимый ток	1,5I _H
Длительно допустимое напряжение	1,18U _H
Температурный диапазон:	
Максимальная температура	+45°C
Минимальная температура	-25°C
Средняя суточная температура	+40°C
Степень защиты	IP 31



Тип	Номинальная мощность, квар	Количество и мощность регулируемых ступеней, квар	Количество и мощность конденсаторов, квар	Габариты (АхВхН), мм	Масса, кг
Навесное исполнение					
ВАРНЕТ-АС-12,5-0,4	12,5	5x2,5	(2,5+5+5)	250x350x650	40
ВАРНЕТ-АС-15-0,4	15	3x5	(5+10)	250x350x650	40
ВАРНЕТ-АС-20-0,4	20	4x5	(5+5+10)	250x350x650	40
ВАРНЕТ-АС-25-0,4	25	5x5	(5+10+10)	250x350x650	40
ВАРНЕТ-АС-30-0,4	30	6x5	(5+10+15)	250x350x650	40
ВАРНЕТ-АС-35-0,4	35	7x5	(5+10+20)	250x350x650	40
ВАРНЕТ-АС-40-0,4	40	4x10	(10+10+20)	250x350x650	45
ВАРНЕТ-АС-45-0,4	45	3x15	(15+15+15)	250x350x650	45
ВАРНЕТ-АС-50-0,4	50	5x10	(10+20+20)	250x350x650	45
ВАРНЕТ-АС-60-0,4	60	3x20	(20+20+20)	250x350x650	50
ВАРНЕТ-АС-75-0,4	75	3x25	(25+25+25)	250x350x650	50
ВАРНЕТ-АС-87,5-0,4	87,5	7x12,5	(12,5+3x25)	250x350x850	60
ВАРНЕТ-АС-100-0,4	100	4x25	4x25	250x350x850	65
Напольное исполнение					
ВАРНЕТ-АС-125-0,4	125	5x25	(25+50)+50	600x500x1400	115
ВАРНЕТ-АС-150-0,4	150	6x25	(25+50)+75	600x500x1400	125
ВАРНЕТ-АС-175-0,4	175	7x25	(25+25)+50+75	600x500x1400	140
ВАРНЕТ-АС-200-0,4	200	4x50	50+2x75	600x500x1400	150
ВАРНЕТ-АС-225-0,4	225	9x25	(25+50)+2x75	600x500x1400	160
ВАРНЕТ-АС-250-0,4	250	5x50	2x50+2x75	600x500x1400	170
ВАРНЕТ-АС-275-0,4	275	11x25	(25+50)+50+2x75	600x500x1400	190
ВАРНЕТ-АС-300-0,4	300	12x25	(25+50)+3x75	600x500x1400	200
ВАРНЕТ-АС-325-0,4	325	13x25	(25+50)+2x50+2x75	600x500x1900	240
ВАРНЕТ-АС-350-0,4	350	7x50	50+4x75	600x500x1900	250
ВАРНЕТ-АС-375-0,4	375	15x25	(25+50)+4x75	600x500x1900	260
ВАРНЕТ-АС-400-0,4	400	8x50	2x50+4x75	600x500x1900	270
ВАРНЕТ-АС-425-0,4	425	17x25	(25+50)+4x75	600x500x1900	280
ВАРНЕТ-АС-450-0,4	450	6x75	6x75	600x500x1900	290
ВАРНЕТ-АС-500-0,4	500	10x50	50+6x75	1200x500x1400	370
ВАРНЕТ-АС-550-0,4	550	11x50	2x50+6x75	1200x500x1400	400
ВАРНЕТ-АС-600-0,4	600	8x75	8x75	1200x500x1400	430
ВАРНЕТ-АС-675-0,4	675	9x75	9x75	1200x500x1900	490
ВАРНЕТ-АС-750-0,4	750	10x75	10x75	1200x500x1900	530
ВАРНЕТ-АС-825-0,4	825	11x75	11x75	1200x500x1900	540
ВАРНЕТ-АС-900-0,4	900	12x75	12x75	1200x500x1900	570

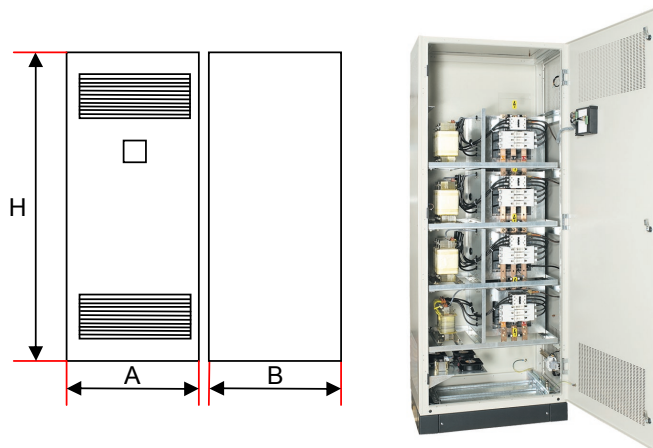
Примечание: возможно изготовление установок большей номинальной мощности с встроенным коммутационным аппаратом с другим шагом регулирования по заполненному опросному листу (приложение 2).

3.5. ВАРНЕТ-АФ. Конденсаторные установки с автоматическим регулированием реактивной мощности с фильтром

Конденсаторные установки ВАРНЕТ-АФ предназначены для компенсации реактивной мощности в узлах нагрузки напряжением 400 В при резкопеременном графике энергопотребления. Установки типа ВАРНЕТ-АФ имеют в своем составе дроссели для защиты конденсаторов от высших гармоник.

Применение таких установок целесообразно, если хотя бы 15% нагрузки является источником высших гармоник.

Номинальное напряжение конденсаторов	400 В
Допустимое отклонение значения емкости	±5%
Уровень изоляции:	
Номинальное напряжение изоляции, кВ	0,66
Одноминутное испытательное напряжение, кВ	2,5
Длительно допустимый ток	$1,5I_H$
Длительно допустимое напряжение	$1,18U_H$
Температурный диапазон:	
Максимальная температура	+45°C
Минимальная температура	-25°C
Средняя суточная температура	+40°C
Степень защиты	IP 31



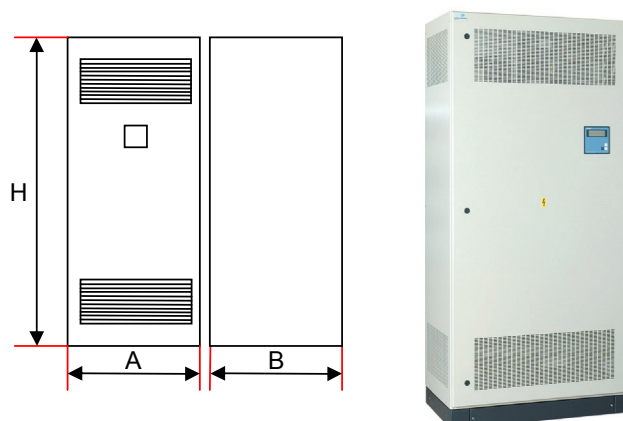
Тип	Номинальная мощность, квар	Количество и мощность регулируемых ступеней, квар	Количество и мощность конденсаторов, квар	Габариты (АхВхН), мм	Масса, кг
ВАРНЕТ-АФ-20-0,4	20	2х10	(10+10)	600х500х1400	70
ВАРНЕТ-АФ-30-0,4	30	3х10	10+20	600х500х1400	90
ВАРНЕТ-АФ-40-0,4	40	4х10	(10+10)+20	600х500х1400	110
ВАРНЕТ-АФ-50-0,4	50	5х10	10+(20+20)	600х500х1400	130
ВАРНЕТ-АФ-60-0,4	60	3х20	(20+20)+20	600х500х1400	150
ВАРНЕТ-АФ-70-0,4	70	7х10	10+20+40	600х500х1400	170
ВАРНЕТ-АФ-80-0,4	80	4х20	(20+20)+40	600х500х1400	185
ВАРНЕТ-АФ-90-0,4	90	9х10	10+(20+20)+40	600х500х1400	200
ВАРНЕТ-АФ-100-0,4	100	5х20	20+40+40	600х500х1400	215
ВАРНЕТ-АФ-120-0,4	120	6х20	(20+20)+40+40	600х500х1400	240
ВАРНЕТ-АФ-160-0,4	160	4х40	(40+40)+80	800х500х2100	300
ВАРНЕТ-АФ-200-0,4	200	5х40	40+80+80	800х500х2100	340
ВАРНЕТ-АФ-240-0,4	240	6х40	(40+40)+80+80	800х500х2100	370
ВАРНЕТ-АФ-280-0,4	280	7х40	40+3х80	800х500х2100	400
ВАРНЕТ-АФ-320-0,4	320	8х40	(40+40)+2х80	800х500х2100	430
ВАРНЕТ-АФ-360-0,4	360	9х40	40+4х80	800х500х2100	470
ВАРНЕТ-АФ-400-0,4	400	10х40	(40+40)+4х80	800х500х2100	520
ВАРНЕТ-АФ-440-0,4	440	11х40	40+5х80	1600х500х2100	600
ВАРНЕТ-АФ-480-0,4	480	6х80	6х80	1600х500х2100	630
ВАРНЕТ-АФ-520-0,4	520	13х40	40+6х80	1600х500х2100	670
ВАРНЕТ-АФ-560-0,4	560	7х80	7х80	1600х500х2100	700
ВАРНЕТ-АФ-600-0,4	600	15х40	40+7х80	1600х500х2100	730
ВАРНЕТ-АФ-640-0,4	640	8х80	8х80	1600х500х2100	800
ВАРНЕТ-АФ-720-0,4	720	9х80	9х80	1600х500х2100	860
ВАРНЕТ-АФ-800-0,4	800	10х80	10х80	1600х500х2100	1000

Примечание: возможно изготовление установок большей номинальной мощности с встроенным коммутационным аппаратом по заполненному опросному листу (приложение 2).

3.6. ВАРНЕТ-ТС. Конденсаторные установки с динамическим регулированием реактивной мощности

Конденсаторные установки ВАРНЕТ-ТС предназначены для компенсации реактивной мощности в узлах нагрузки напряжением 400 В при импульсном характере ее изменения.

Номинальное напряжение конденсаторов	400 В
Допустимое отклонение значения емкости	±5%
Уровень изоляции:	
Номинальное напряжение изоляции, кВ	0,66
Одноминутное испытательное напряжение, кВ	2,5
Длительно допустимый ток	1,5I _н
Длительно допустимое напряжение	1,18U _н
Температурный диапазон:	
Максимальная температура	+45°C
Минимальная температура	-25°C
Средняя суточная температура	+40°C
Степень защиты	IP 31



Тип	Номинальная мощность, квар	Количество и мощность регулируемых ступеней, квар	Количество и мощность конденсаторов, квар	Габариты (АхВхН), мм	Масса, кг
ВАРНЕТ-ТС-100-0,4	100	4x25	2x25+50	800x500x2100	170
ВАРНЕТ-ТС-125-0,4	125	5x25	25+2x50	800x500x2100	190
ВАРНЕТ-ТС-150-0,4	150	3x50	3x50	800x500x2100	210
ВАРНЕТ-ТС-175-0,4	175	2x50+75	2x50+75	800x500x2100	230
ВАРНЕТ-ТС-200-0,4	200	4x50	50+2x75	800x500x2100	250
ВАРНЕТ-ТС-225-0,4	225	9x25	25+50+2x75	800x500x2100	270
ВАРНЕТ-ТС-250-0,4	250	5x50	2x50+2x75	800x500x2100	290
ВАРНЕТ-ТС-275-0,4	275	50+3x75	50+3x75	800x500x2100	300
ВАРНЕТ-ТС-300-0,4	300	12x25	25+50+3x75	800x500x2100	315
ВАРНЕТ-ТС-325-0,4	325	2x50+3x75	2x50+3x75	800x500x2100	330
ВАРНЕТ-ТС-350-0,4	350	7x50	50+4x75	800x500x2100	350
ВАРНЕТ-ТС-375-0,4	375	5x75	5x75	800x500x2100	365
ВАРНЕТ-ТС-400-0,4	400	2x75+2x125	2x75+2x125	1000x600x2100	380
ВАРНЕТ-ТС-450-0,4	450	6x75	75+3x125	1000x600x2100	400
ВАРНЕТ-ТС-500-0,4	500	4x125	4x125	1000x600x2100	425
ВАРНЕТ-ТС-525-0,4	525	2x75+2x125	2x75+2x125	2000x600x2100	520
ВАРНЕТ-ТС-575-0,4	575	75+4x125	75+4x125	2000x600x2100	520
ВАРНЕТ-ТС-625-0,4	625	5x125	5x125	2000x600x2100	580
ВАРНЕТ-ТС-700-0,4	700	75+5x125	75+5x125	2000x600x2100	610
ВАРНЕТ-ТС-750-0,4	750	6x125	6x125	2000x600x2100	640
ВАРНЕТ-ТС-825-0,4	825	75+6x125	75+6x125	2000x600x2100	720
ВАРНЕТ-ТС-875-0,4	875	7x125	7x125	2000x600x2100	750
ВАРНЕТ-ТС-950-0,4	950	75+7x125	75+7x125	2000x600x2100	830
ВАРНЕТ-ТС-1000-0,4	1000	8x125	8x125	2000x600x2100	860
ВАРНЕТ-ТС-1125-0,4	1125	9x125	9x125	3000x600x2100	1000
ВАРНЕТ-ТС-1250-0,4	1250	10x125	10x125	3000x600x2100	1080
ВАРНЕТ-ТС-1375-0,4	1375	11x125	11x125	3000x600x2100	1160
ВАРНЕТ-ТС-1500-0,4	1500	12x125	12x125	3000x600x2100	1240

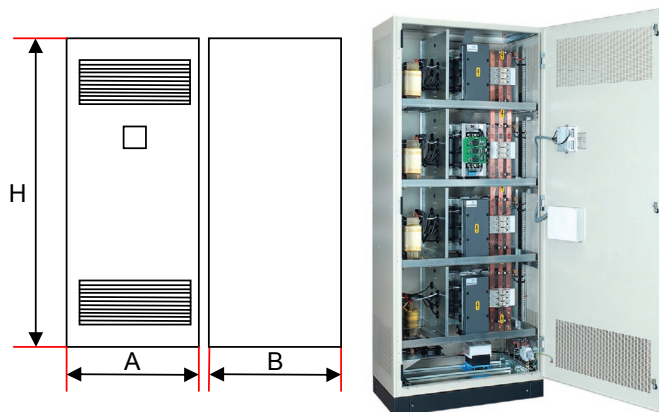
Примечание: возможно изготовление установок большей номинальной мощности с встроенным коммутационным аппаратом по заполненному опросному листу (приложение 2).

3.7. ВАРНЕТ-ТФ. Конденсаторные установки с динамическим регулированием реактивной мощности с фильтром

Конденсаторные установки ВАРНЕТ-ТФ предназначены для компенсации реактивной мощности в узлах нагрузки напряжением 400 В при импульсном характере ее изменения. Установки типа ВАРНЕТ-ТФ имеют в своем составе дроссели для защиты конденсаторов от высших гармоник.

Применение таких установок целесообразно, если хотя бы 15% нагрузки является источником высших гармоник.

Номинальное напряжение конденсаторов	400 В
Допустимое отклонение значения емкости	±5%
Уровень изоляции:	
Номинальное напряжение изоляции, кВ	0,66
Одноминутное испытательное напряжение, кВ	2,5
Длительно допустимый ток	1,5I _н
Длительно допустимое напряжение	1,18U _н
Температурный диапазон:	
Максимальная температура	+45°C
Минимальная температура	-25°C
Средняя суточная температура	+40°C
Степень защиты	IP 31



Тип	Номинальная мощность, квар	Количество и мощность регулируемых ступеней, квар	Количество и мощность конденсаторов, квар	Габариты (АхВхН), мм	Масса, кг
ВАРНЕТ-ТФ-80-0,4	80	4x20	2x20+40	800x500x2100	190
ВАРНЕТ-ТФ-100-0,4	100	5x20	20+2x40	800x500x2100	210
ВАРНЕТ-ТФ-120-0,4	120	3x40	3x40	800x500x2100	240
ВАРНЕТ-ТФ-160-0,4	160	4x40	2x40+80	800x500x2100	270
ВАРНЕТ-ТФ-200-0,4	200	5x40	40+2x80	800x500x2100	300
ВАРНЕТ-ТФ-240-0,4	240	6x40	2x40+2x80	800x500x2100	330
ВАРНЕТ-ТФ-280-0,4	280	7x40	40+3x80	800x500x2100	360
ВАРНЕТ-ТФ-320-0,4	320	8x40	2x40+3x80	800x500x2100	400
ВАРНЕТ-ТФ-360-0,4	360	9x40	40+4x80	800x500x2100	430
ВАРНЕТ-ТФ-400-0,4	400	5x80	5x80	800x500x2100	460
ВАРНЕТ-ТФ-440-0,4	440	80+3x120	80+3x120	1000x600x2100	610
ВАРНЕТ-ТФ-480-0,4	480	4x120	4x120	1000x600x2100	630
ВАРНЕТ-ТФ-520-0,4	520	2x80+3x120	2x80+3x120	2000x600x2100	700
ВАРНЕТ-ТФ-560-0,4	560	7x80	80+4x120	2000x600x2100	730
ВАРНЕТ-ТФ-600-0,4	600	5x120	5x120	2000x600x2100	760
ВАРНЕТ-ТФ-680-0,4	680	80+5x120	80+5x120	2000x600x2100	790
ВАРНЕТ-ТФ-720-0,4	720	6x120	6x120	2000x600x2100	820
ВАРНЕТ-ТФ-800-0,4	800	10x80	80+6x120	2000x600x2100	850
ВАРНЕТ-ТФ-840-0,4	840	7x120	7x120	2000x600x2100	880
ВАРНЕТ-ТФ-920-0,4	920	80+7x120	80+7x120	2000x600x2100	910
ВАРНЕТ-ТФ-960-0,4	960	8x120	8x120	2000x600x2100	940
ВАРНЕТ-ТФ-1080-0,4	1080	9x120	9x120	3000x600x2100	1060
ВАРНЕТ-ТФ-1200-0,4	1200	10x120	10x120	3000x600x2100	1140
ВАРНЕТ-ТФ-1320-0,4	1320	11x120	11x120	3000x600x2100	1220
ВАРНЕТ-ТФ-1440-0,4	1440	9x125	12x120	3000x600x2100	1300

Примечание: возможно изготовление установок с встроенным коммутационным аппаратом по заполненному опросному листу (приложение 2).

4. УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ 6(10) КВ

Высоковольтные конденсаторные установки серии ВАРНЕТ-Н и ВАРНЕТ-А номинальным напряжением 6 и 10 кВ мощностью до 6300 квар, предназначены для компенсации реактивной мощности потребителей в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц.

Коммутация конденсаторной установки должна осуществляться аппаратом, удовлетворяющим следующим условиям:

- способность выдерживать большие токи включения;
- способность отключать конденсаторную установку без повторных зажиганий;
- способность пропускать в нормальном режиме ток не менее чем $1,3 I_n$ конденсаторной установки.

Конденсаторные установки должны иметь защиту от токов КЗ, действующую на отключение без выдержки времени.

Установки имеют напольное исполнение и состоят из

вводной ячейки и нескольких конденсаторных ячеек.

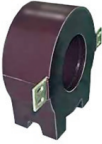
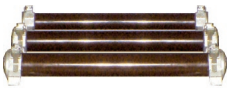
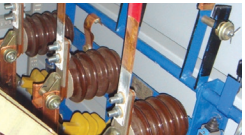
В ячейке ввода расположены трансформаторы тока и амперметры для индикации тока конденсаторной установки, а также разъединитель для создания видимого разрыва и обеспечения безопасного обслуживания установки. Ввод кабеля в ячейке осуществляется снизу.

В каждой из конденсаторных ячеек установок ВАРНЕТ-Н расположены трехфазные или группа из 3 однофазных конденсаторов, соединенных по схеме "треугольник", предохранители, которые служат для защиты каждой секции от токов короткого замыкания.

Конденсаторные ячейки установок серии ВАРНЕТ-А имеют аналогичную конструкцию и помимо предохранителей и конденсаторов комплектуются выключателем и реактором. Регулятор в ячейке ввода обеспечивает управление установкой в автоматизированном режиме.

Конденсаторные ячейки и ячейка ввода соединяются между собой системой сборных шин.

Таблица 2 Компоненты для установок компенсации реактивной мощности 6(10)кВ

Компоненты	Краткое описание	Тип установки	
		ВАРНЕТ-Н	ВАРНЕТ-А
	Высоковольтные конденсаторы Установки комплектуются конденсаторами однофазного или трехфазного исполнения в зависимости от номинального напряжения и мощности установки. Однофазные конденсаторы соединяются по схеме «треугольник».	+	+
	Устройство регулирования реактивной мощности Данное микропроцессорное устройство обеспечивает ступенчатое регулирование реактивной мощности в режиме реального времени без участия человека.	-	+
	Выключатель Высоковольтный вакуумный выключатель с большим коммутационным ресурсом предназначен для частых коммутаций одиночных и составных конденсаторных батарей.	-	+
	Токоограничивающий реактор Реактор с воздушным сердечником. Индуктивность реактора рассчитана на ограничение пусковых токов включения конденсаторных батарей в установках с автоматизированным регулированием реактивной мощности.	-	+
	Предохранители Предназначены для защиты конденсаторных батарей от внутренних и внешних коротких замыканий.	+	+
	Разъединитель Разъединитель с заземляющими ножами со стороны сборных шин конденсаторной установки.	+/-*	+/-*

Примечание: разъединитель может отсутствовать при размещении конденсаторной установки в пределах непосредственной видимости разрыва в ячейке КРУ(КСО), питающей конденсаторную установку и имеющей разъединитель с заземляющими ножами.

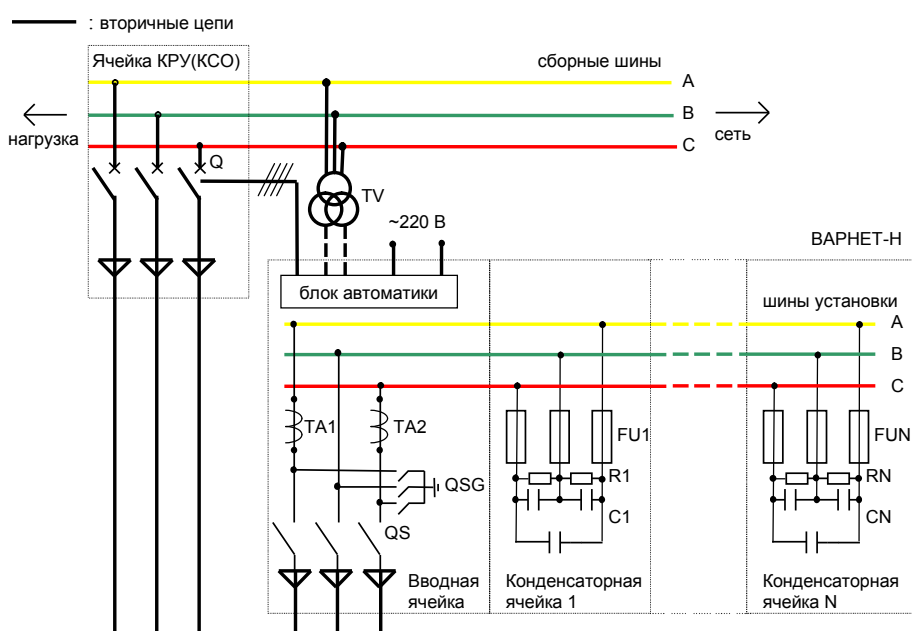
4.1. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК 6(10) КВ

Установки подключаются через внешний вакуумный выключатель Q, установленный в ячейке КРУ(КСО). Для организации блокировок установки с внешним выключателем необходимо завести цепи вспомогательных контактов выключателя. Питание схемы вторичной цепи

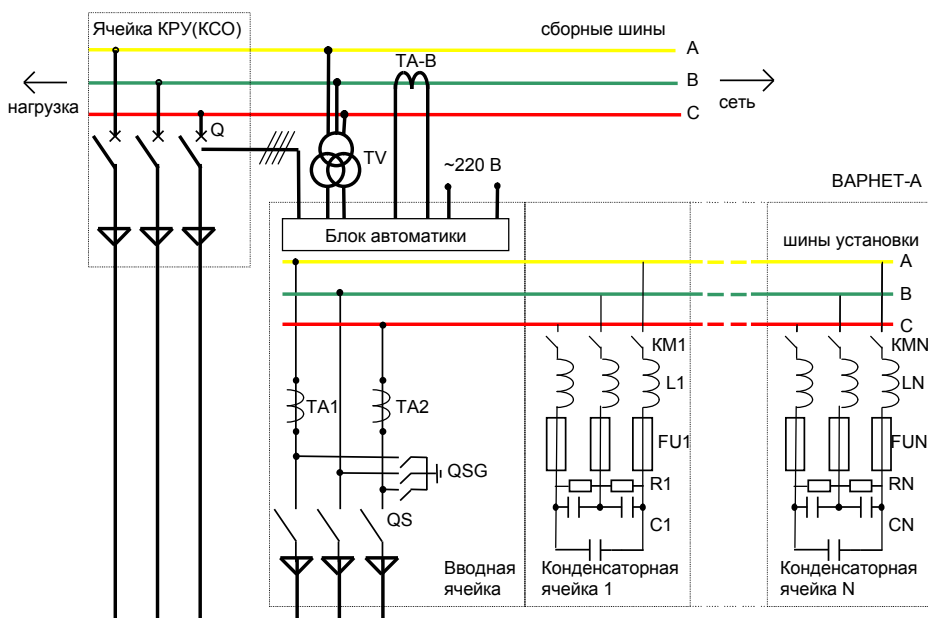
осуществляется от внешнего источника оперативного тока переменного напряжения 220В 50Гц.

В установках ВАРНЕТ-А для измерения необходимо присоединить цепи трансформатора напряжения TV и тока ТА.

1. Схема подключения установок ВАРНЕТ-Н



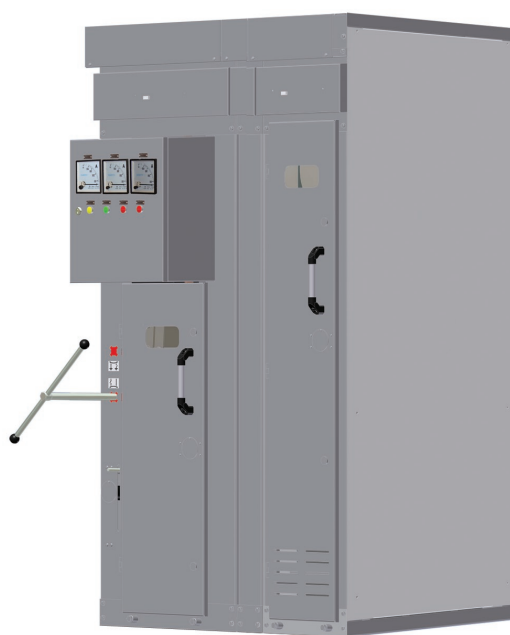
2. Схема подключения установок ВАРНЕТ-А



4.2. ВАРНЕТ-Н. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Конденсаторные установки серии ВАРНЕТ-Н предназначены для компенсации реактивной мощности потребителей с равномерным графиком электропотребления, в первую очередь высоковольтных асинхронных двигателей.

Номинальное напряжение, кВ	6,3	10,5
Номинальная мощность, квар	150 ... 6300	
Изменение емкости в зависимости от температуры, %/°C	2·10 ⁻⁴	
Уровень изоляции		
Номинальное напряжение изоляции, кВ	7,2	12
Испытательное напряжение (10 с), кВ	20	28
Испытание грозовым импульсом, кВ	60	75
Длительно допустимый ток	1,3I _н	
Длительно допустимое напряжение	1,1U _н (12 часов в сутки)	
Температурный диапазон		
Максимальная температура, °C	+45	
Минимальная температура, °C	-40	
Средняя температура в течение суток, °C	+40	
Удельные активные потери, Вт/квар	0,15	
Время разряда до 50 В, мин	5	



4.3. ВАРНЕТ-А. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Конденсаторные установки серии ВАРНЕТ-А предназначены для компенсации реактивной мощности потребителей различного назначения с переменным графиком электропотребления.

Номинальное напряжение, кВ	6,3	10,5
Номинальная мощность, квар	150 ... 5400	
Шаг регулирования, квар	75 ... 450	
Изменение емкости в зависимости от температуры, %/°С	2·10 ⁻⁴	
Уровень изоляции		
Номинальное напряжение изоляции, кВ	7,2	12
Испытательное напряжение (10 с), кВ	20	28
Испытание грозовым импульсом, кВ	60	75
Длительно допустимый ток	1,3I _н	
Длительно допустимое напряжение	1,1U _н (12 часов в сутки)	
Температурный диапазон		
Максимальная температура, °С	+45	
Минимальная температура, °С	-20	
Средняя температура в течение суток, °С	+40	
Удельные активные потери, Вт/квар	0,15	
Время разряда до 50 В, мин	5	



Примечание: габариты установок, а также мощность и количество ступеней регулирования предоставляются по заполненному опросному листу (приложение 3).

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

УОсмотр без отключения конденсаторов производить не реже одного раза в декаду.

Измерение емкости конденсатора производить в соответствии с руководством по эксплуатации через два месяца после ввода в эксплуатацию и далее не реже одного раза в год.

Осмотр конденсаторов в отключенном состоянии производить одновременно с измерением емкости. При этом проверить:

- исправность электрических контактных соединений. В случае ослабления контактных соединений подтянуть гайки;
- повышенная устойчивость к электрическим перегрузкам;
- отсутствие повреждений корпуса (отсутствие деформации мембраны конденсатора, отсутствие механических повреждений).

Снимать с эксплуатации конденсаторы, имеющие дефекты:

- пробой между выводами, уменьшение значения емкости (мощности) более 15% по сравнению со значением, измеренным до начала эксплуатации;
- повреждение корпуса.

Технический осмотр остальных элементов следует производить одновременно с осмотром конденсаторов в отключенном состоянии в следующем объеме:

- очистить от пыли и загрязнения;
- проверить целостность предохранителей (внешним осмотром);
- проверить надежность всех резьбовых соединений и особенно контактных зажимов контакторов;
- проверить визуально наличие провалов на контактах магнитных пускателей 400 В.

Неисправные элементы схемы заменить элементами того же типонаминала.

6. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Предприятие ООО «Брянский ЭТЗ» гарантирует сохранение технических характеристик изделия при соблюдении потребителем условий и правил хранения, транспортирования и эксплуатации в пределах нормированных ресурсов, установленных в РЭ и сопроводительной документации. Гарантийный срок эксплуатации с момента ввода в эксплуатацию 1 год. Гарантийные обязательства прекращаются:

- при истечении гарантийного срока эксплуатации;
- при выработке гарантийного ресурса;
- нарушении условий или правил хранения, транспортирования или эксплуатации.

Гарантийные обязательства не распространяются на следующие неисправности:

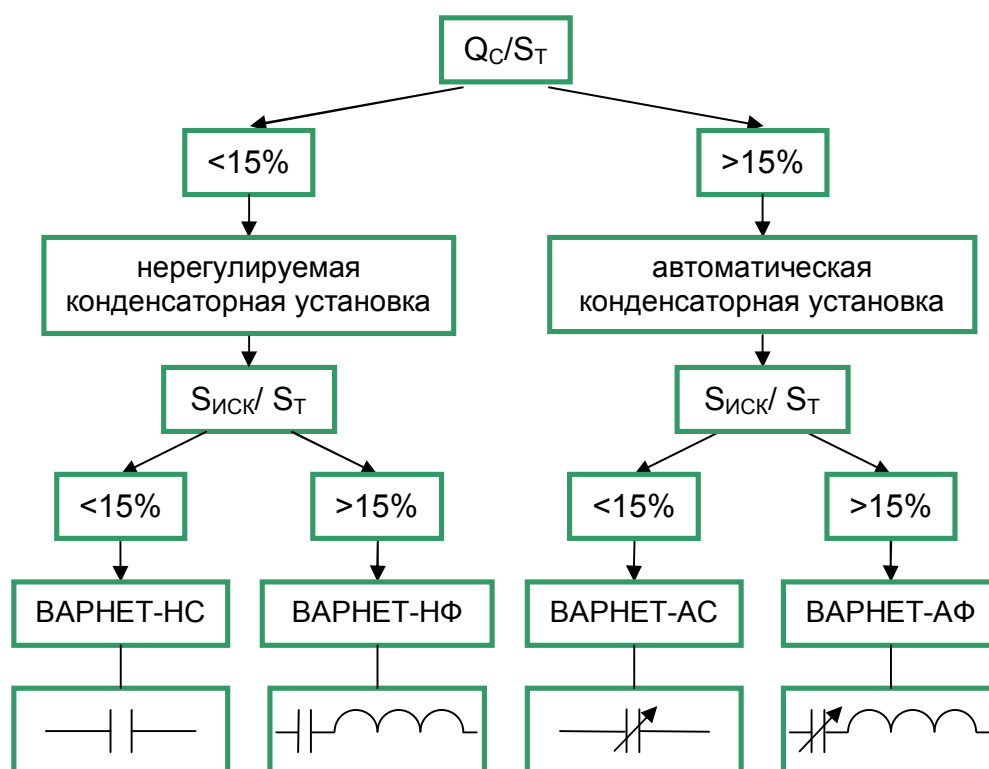
- механические повреждения, полученные в результате действий заказчика;
- при выработке гарантийного ресурса;
- повреждения, вызванные стихией, пожаром, животными.

Рекламации, претензии и предложения по улучшению качества продукции и услуг следует направлять в ближайшее региональное представительство предприятия ЗАО «ГК Таврида Электрик», реквизиты которых можно узнать на сайте www.tavrida.ru.

Срок эксплуатации установок серии ВАРНЕТ составляет 15 лет.

7. ВЫБОР ТИПА УКРМ ВАРНЕТ

Для правильного выбора типа конденсаторной установки необходимо воспользоваться приведенной ниже диаграммой.



$S_{иск}$ - мощность потребителей, являющихся источниками высших гармоник, кВА;
 S_T - номинальная мощность питающего трансформатора, кВА;
 Q_c - номинальная мощность конденсаторной установки, кВА.

Пример 1

При мощности питающего трансформатора $S_T=1000$ кВА требуется скомпенсировать 50 квар реактивной мощности двигательной нагрузки. В этом случае требуется установка ВАРНЕТ-НС-50-0,4.

Пример 2

При мощности питающего трансформатора $S_T=1000$ кВА требуется скомпенсировать 400 квар реактивной мощности на промышленном предприятии с переменным графиком электропотребления. В этом случае требуется установка ВАРНЕТ-АС-400-0,4.

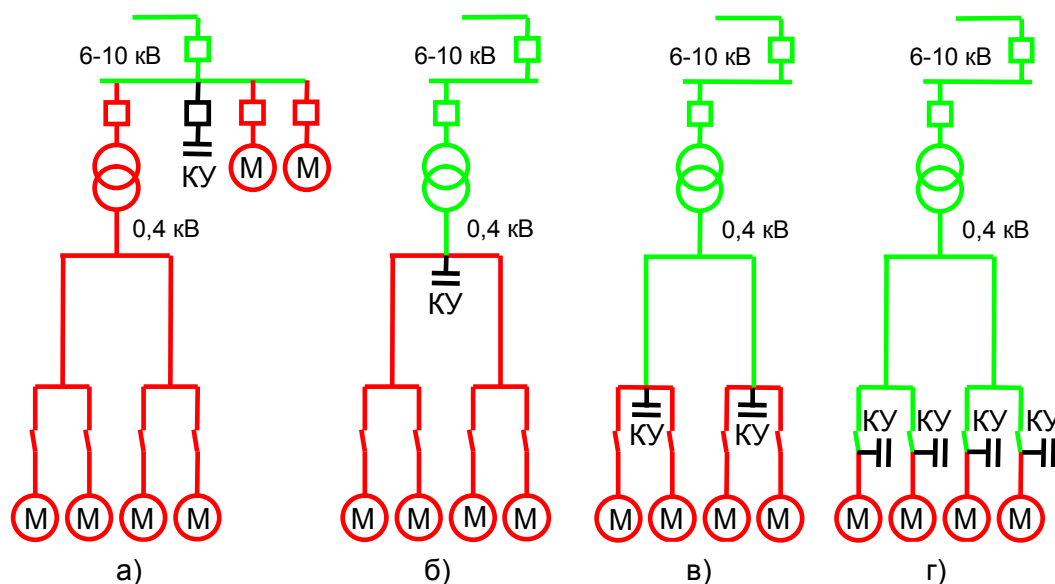
Пример 3

При мощности питающего трансформатора $S_T=1000$ кВА требуется скомпенсировать 400 квар реактивной мощности двигательной нагрузки. Один из двигателей мощностью 250 кВт подключен через частотный преобразователь. В этом случае требуется установка ВАРНЕТ-АФ-400-0,4.

Пример 4

При мощности питающего трансформатора $S_T=1000$ кВА требуется скомпенсировать реактивную мощность индукционной печи мощностью 750 кВА. В этом случае требуется обследование сети предприятия с целью выявления уровня высших гармоник тока и напряжения, создаваемых данным потребителем.

8. ВЫБОР МЕСТА УСТАНОВКИ УКРМ ВАРНЕТ



- а) централизованная на стороне высшего напряжения;
 б) централизованная на стороне низшего напряжения;
 в) групповая;
 г) индивидуальная

- часть сети, загруженная потоками реактивной мощности потребителя;
 — часть сети, разгруженная от потоков реактивной мощности потребителя.

Централизованная компенсация на стороне высшего напряжения (рис. 1а)

Данный вариант компенсации оказывается выгодным в случае равномерного или двухступенчатого суточного графика нагрузки предприятия. Возможно применение установок без регулирования реактивной мощности серии ВАРНЕТ-Н.

Также такой способ компенсации является единственным возможным при наличии на предприятии высоковольтных двигателей 6-10 кВ, принцип работы которых неизменно основан на потреблении реактивной мощности.

Установки серии ВАРНЕТ-А находят широкое применение при установке в центрах питания, когда нет возможности выделить потребителей с повышенным потреблением реактивной мощности, а нагрузка имеет переменный характер и требуется автоматическая компенсация.

Централизованная компенсация на стороне низшего напряжения (рис. 1б)

В случае переменного графика энергопотребления, что наблюдается при питании от шин подстанции 6-10 кВ разнородной нагрузки, обоснованным решением является установка устройств компенсации с автоматическим регулированием реактивной мощности. По сравнению с установкой на стороне высшего напряжения такой способ компенсации позволяет сократить активные потери и увеличить пропускную способность понижающего трансформатора в ТП-6(10)/0,4.

Групповая компенсация на стороне низшего напряжения (рис. 1в)

Если внутри самого предприятия можно выделить отдельные цеха с потреблением реактивной мощности, то появляется возможность осуществить групповую компенсацию. Преимущество такого способа заключается в дальнейшем снижении энергопотребления за счет разгрузки питающей сети 0,4 кВ от потоков реактивной мощности, а в случае если нагрузка однородна возможно применение более дешевых нерегулируемых конденсаторных установок.

Индивидуальная компенсация на стороне низшего напряжения (рис. 1г)

В данном случае рекомендуется применение нерегулируемых конденсаторных установок, которые присоединяются непосредственно у электроприемников. При этом обеспечивается максимальный эффект от их применения за счет разгрузки от потоков реактивной мощности всей распределительной сети промышленного предприятия. Преимущество индивидуальной компенсации заключается в отсутствии необходимости регулирования реактивной мощности конденсаторной установки. В то же время эффективность устройства компенсации напрямую зависит от режима работы электроприемника. В связи с этим индивидуальная компенсация находит применение для электроприемников большой мощности, работающих в длительном режиме.

Способ компенсации	Область применения	Эффект
Централизованная на стороне 6(10) кВ	Наличие на предприятии высоковольтных электродвигателей 6(10) кВ или равномерный график нагрузки	Возможность подключения к сборным шинам дополнительной мощности
Централизованная на стороне 0,4 кВ	В узлах нагрузки с широким диапазоном изменения реактивной мощности	Снижение активных потерь в трансформаторах 10/0,4 и подключение дополнительной мощности
Групповая на стороне 0,4 кВ	Группа однородных потребителей (отдельные цеха предприятий)	Снижение активных потерь в трансформаторах и питающих линиях
Индивидуальная на стороне 0,4 кВ	Единичный потребитель, коммутируемый отдельным выключателем	Снижение активных потерь во всей распределительной сети предприятия

Все описанные способы компенсации имеют свои достоинства и недостатки. С одной стороны приближение компенсирующих устройств к месту потребления реактивной мощности снижает затраты на электроэнергию, увеличивает пропускную способность сетей и улучшает качество напряжения; с другой стороны чем ближе к потребителю, тем больше требуется установок компенсации реактивной мощности. Также существует множество

других факторов, характерных только для данного конкретного предприятия. Таким образом, для правильного выбора варианта установки необходимо сопоставление инвестиций на конденсаторные установки и экономического эффекта от снижения активных потерь в сети предприятия. Критерием правильного выбора может служить минимальный срок окупаемости проекта.

9. РАСЧЕТ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ УКРМ ВАРНЕТ

Эффективность мероприятий по компенсации реактивной мощности определяется с одной стороны затратами на конденсаторные установки, с другой - эффектом от их внедрения, а именно снижением платы за потери в сети ниже точки балансового раздела и выше мест установки конденсаторных батарей.

Затраты на проведение мероприятий по компенсации реактивной мощности: $Z = C_1 + C_2 + \dots + C_N$

где C_i - стоимость одной конденсаторной установки;
N - количество конденсаторных установок.

Снижение платы за счет сокращения активных потерь в сети предприятия:

$$\Delta P_A = \frac{1}{100} (\Delta P_{T1} + \Delta P_{Л1} + \Delta P_{C1} - \Delta P_{T2} - \Delta P_{Л2} - \Delta P_{C2}) \cdot \Theta_A \cdot \Pi_A$$

где:

ΔP_{T1} , ΔP_{T2} - потери мощности в трансформаторе до и после установки устройств компенсации, %;

$\Delta P_{Л1}$, $\Delta P_{Л2}$ - потери мощности в линиях 6(10) кВ до и после установки устройств компенсации, %;

ΔP_{C1} , ΔP_{C2} - потери мощности в сети предприятия от точки учета до точки подключения конденсаторной установки до и после установки устройств компенсации, %;

Π_A - среднереализационный тариф на оплату активной энергии, руб/кВт·ч.

Для ориентировочных расчетов можно принимать:

- при установке устройств компенсации на стороне 6(10) кВ или на границе балансовой принадлежности сокращение активных потерь отсутствует: $\Delta P_A \cong 0$

- при централизованной компенсации и установке устройств компенсации в ТП 6(10)/0,4 в случае если граница балансовой принадлежности проходит по стороне 6(10) кВ:

$$\Delta P_A \cong 0,01 \cdot \Theta_A \cdot \Pi_A$$

- при групповой и индивидуальной компенсации и установке устройств компенсации в сети 0,4 кВ предприятия в случае если граница балансовой принадлежности проходит по стороне 0,4 кВ в ТП 6(10)/0,4 кВ:

$$\Delta P_A \cong 0,01 \cdot \Theta_A \cdot \Pi_A$$

- при групповой и индивидуальной компенсации и установке устройств компенсации в сети 0,4 кВ предприятия в случае если граница балансовой принадлежности проходит по стороне 6(10) кВ:

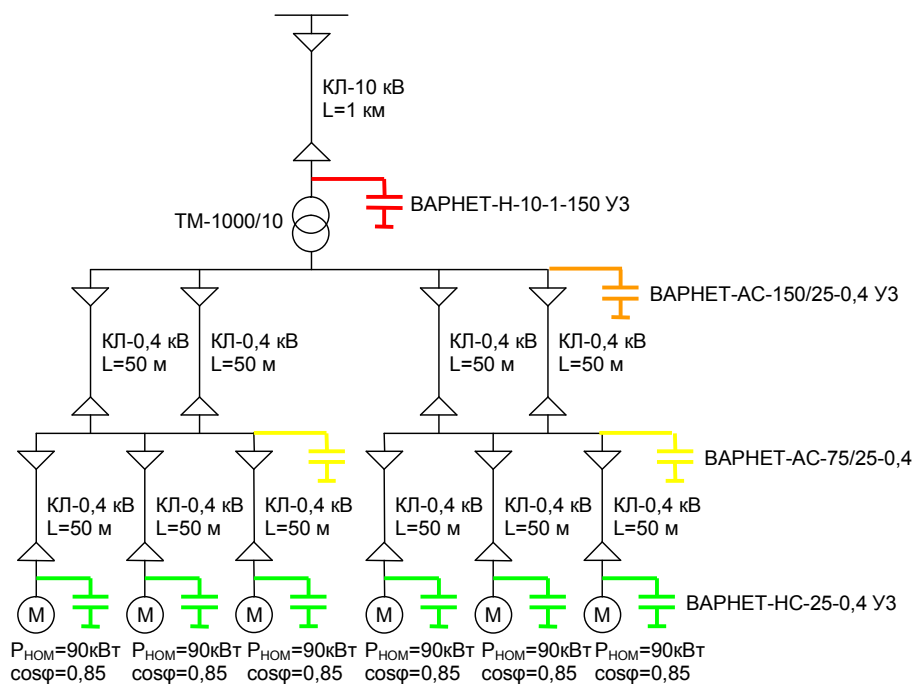
$$\Delta P_A \cong 0,02 \cdot \Theta_A \cdot \Pi_A$$

Срок окупаемости мероприятий по компенсации реактивной мощности:

$$T = \frac{3}{\Delta P_A}$$

Кроме того, готовятся к выходу методические указания, регламентирующие скидки и надбавки за превышение потребления реактивной мощности. За повышенное потребление или генерацию в сеть реактивной мощности в договора электроснабжения будет вводиться повышающий коэффициент к тарифу на оплату активной мощности, а в случае потребления мощности в установленных пределах будет применяться понижающий коэффициент. Введение коэффициентов к тарифу позволит привлекать потребителей к участию в регулировании реактивной мощности.

9.1. ПРИМЕР РАСЧЕТА



В данном примере эффект от компенсации реактивной мощности достигается за счет:

- снижения активных потерь в сети предприятия на 1,42%;
- увеличения пропускной способности линии 10 кВ и снижения загрузки ПС-10/0,4 на 11%;

На приведенном выше примере можно посчитать ежегодную экономию денежных средств от внедрения на предприятии конденсаторной установки. Для этого зададимся следующими исходными данными:

годовое потребление электроэнергии:

$$\mathcal{E}_A = 2 \text{ млн. кВт} \cdot \text{ч}$$

среднереализационный тариф на оплату электроэнергии:

$$\Pi_A = 150 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч}$$

Экономия денежных средств за счет сокращения потребления активной мощности:

$$\Delta \Pi_A = \frac{\Delta P_{\%}}{100} \cdot \mathcal{E}_A \cdot \Pi_A = \frac{1,42}{100} \cdot 2.000.000 \cdot 1,5 = 42600 \text{ руб.}$$

Затраты на УКРМ ВАРНЕТ: 3 = 37758 руб.

В случае индивидуальной компенсации срок окупаемости конденсаторной установки составит:

$$T = \frac{3}{\Delta \Pi_A} = \frac{37758}{42600} = 0,9 \text{ лет.}$$

Аналогичный расчет можно сделать для групповой и централизованной компенсации. Результаты расчетов сведены в таблицу 4.

Способ компенсации	Увеличение пропускной способности, %	Сокращение потерь активной мощности, %	Затраты на УКРМ ВАРНЕТ, руб	Срок окупаемости, лет
Централизованная компенсация на стороне 10 кВ	10,9	0,15	172400	38,3
Централизованная компенсация на стороне 0,4 кВ	11,2	0,44	74767	5,7
Групповая компенсация	11,2	0,87	86069	3,3
Индивидуальная компенсация	11,4	1,42	37758	0,9

В случае большого количества потребителей расчет срока окупаемости, выбор мощности и рекомендации по месту установки компенсирующих устройств осуществляется по заполненному опросному листу (приложение

4). Если известна мощность нагрузки и ее номинальный коэффициент мощности можно воспользоваться номограммой (приложение 5). для расчета мощности УКРМ ВАРНЕТ в случае индивидуальной компенсации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

УТВЕРЖДЕН

Приказом Минпромэнерго России
От «22» февраля 2007 г. №49

ПОРЯДОК

расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договоры энергоснабжения)

I. Общие положения

1. Настоящий Порядок расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договоры энергоснабжения) в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации от 31 августа 2006 г. № 530 «Об утверждении правил функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики» и от 27 декабря 2004 г. № 861 «Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, № 37, ст. 3876, 2004, № 52, ст. 5525) устанавливает требования к расчету значений соотношения потребления активной и реактивной мощности, определяемых при заключении договоров об оказании услуг по передаче электрической энергии (договоры энергоснабжения) в отношении потребителей электрической энергии, присоединенная мощность энергопринимающих устройств которых более 150 кВт (за исключением граждан-потребителей, использующих электрическую энергию для бытового потребления, и приравненных к ним в соответствии с нормативными правовыми актами в области государственного регулирования тарифов групп (категорий) потребителей (покупателей), в том числе многоквартирных домов, садоводческих, огороднических, дачных и прочих некоммерческих объединений граждан).

2. Значения соотношения потребления активной и реактивной мощностей ($\text{tg}\varphi$) определяются в виде предельных значений коэффициента реактивной мощности, потребляемой в часы больших суточных нагрузок электрической сети, соблюдение которых обеспечивается покупателями электрической энергии (мощности) – потребителями услуг по передаче электрической энергии (далее – потребители) посредством соблюдения режимов потребления электрической энергии (мощности) либо использования устройств

компенсации реактивной мощности. При этом значение коэффициента реактивной мощности, генерируемой в часы малых суточных нагрузок электрической сети, устанавливается равным нулю.

3. В случае участия потребителя по соглашению с сетевой организацией в регулировании реактивной мощности в часы больших и (или) малых нагрузок электрической сети, в договоре энергоснабжения определяются также диапазоны значений коэффициентов реактивной мощности, устанавливаемые отдельно для часов больших ($\text{tg}\varphi_{\text{б}}$) и (или) малых ($\text{tg}\varphi_{\text{м}}$) нагрузок электрической сети и применяемые в периоды участия потребителя в регулировании реактивной мощности.

II. Общие требования к расчету

4. Сумма часов, составляющих определяемые соответствующими договорами периоды больших и малых нагрузок, должна быть равна 24 часам. Если иное не определено договором, часами больших нагрузок считается период с 7 ч. 00 мин. до 23 ч. 00 мин., а часами малых нагрузок – с 23 ч. 00 мин. до 7 ч. 00 мин.

5. Значения коэффициентов реактивной мощности определяются отдельно для каждой точки присоединения к электрической сети в отношении всех потребителей, за исключением потребителей, получающих электрическую энергию по нескольким линиям напряжением 6–20 кВ от одной подстанции или электростанции, для которых эти значения рассчитываются в виде суммарных величин.

III. Расчет коэффициентов реактивной мощности

6. Для потребителей, присоединенных к сетям напряжением 220 кВ и выше, а также к сетям 110 кВ (154 кВ), в случаях, когда они оказывают существенное влияние на электроэнергетические режимы работы энергосистем (энергорайонов, энергоузлов), предельное значение коэффициента реактивной мощности, потребляемой в часы больших суточных нагрузок электрической сети, а также диапазоны коэффициента реактивной мощности, применяемые в периоды участия потребителя в регулировании реактивной мощности, определяют на основе расчетов режимов работы электрической сети в указанные периоды, выполняемых как для нормальной, так и для ремонтной схем сети.

7. Предельные значения коэффициента реактивной мощности, потребляемой в часы больших суточных нагрузок электрической сети, для потребителей, присоединенных к сетям напряжением ниже 220 кВ, определяются в соответствии с приложением к настоящему Порядку.

Приложение

к Порядку расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договоры энергоснабжения)

Таблица 5. Предельные значения коэффициента реактивной мощности:

Положение точки присоединения потребителя к электрической сети	$\text{tg}\varphi$
Напряжением 110 кВ (154 кВ)	0,5
Напряжением 35 кВ (60 кВ)	0,4
Напряжением 6–20 кВ	0,4
Напряжением 0,4 кВ	0,35

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Опросный лист на заказ установок компенсации реактивной мощности серии VARHET 400 В

Тип установки		Климатическое исполнение	
☐ - нерегулируемая стандартная (НС)		☐ - внутренняя (УЗ)	
☐ - нерегулируемая с фильтром (НФ)		☐ - наружная (УХЛ1)	
☐ - автоматическая стандартная (АС)			
☐ - автоматическая с фильтром (АФ)			
☐ - тиристорная стандартная (ТС)			
☐ - тиристорная с фильтром (ТФ)			
Ввод кабеля			
☐ - сверху			
☐ - снизу			

Номинальная мощность, квар	Количество, шт	Шаг регулирования, квар

Тип встроенного коммутационного аппарата		Тип трансформатора тока	
☐ - не требуется		☐ - не требуется	
☐ - разъединитель		☐ - проходной трансформатор тока:	
☐ - рубильник		Номинальный первичный ток, А	
☐ - размыкатель с плавкими вставками		Размер окна (АхВ), мм	
☐ - автоматический выключатель			

Состав нагрузки (двигатели, электродуговые печи, тиристорные преобразователи)

Дополнительные требования

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Опросный лист на заказ установок компенсации реактивной мощности серии VARHET 6(10) кВ

Тип установки			
☐ - VARHET-Н		☐ - без разъединителя	
☐ - VARHET-А		☐ - с разъединителем	
☐ - внутренняя (УЗ)		☐ - вводная ячейка слева	
☐ - наружная (УХЛ1)		☐ - вводная ячейка справа	
		☐ - вводная ячейка отсутствует	

Номинальная мощность, квар	Номинальное напряжение, кВ	Количество, шт	Шаг регулирования, квар

Состав нагрузки (двигатели, электродуговые печи, тиристорные преобразователи)

Дополнительные требования

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Опросный лист для выбора типа, мощности и мест установки конденсаторных батарей ВАРНЕТ в сети предприятия

Бланк-заказ (заполняет заказчик)

Общие сведения

Тариф на оплату активной энергии, коп./кВт*ч

Тариф на оплату реактивной энергии, коп./квар*ч

Годовое потребление электроэнергии, млн.кВт*ч

№ присоединения	Линии			
	Марка	U _{ном} , кВ	Сечение, мм ²	Длина, м

№ присоединения	Трансформаторы			
	Тип	U _{номвн*} , кВ	U _{номнн*} , кВ	Мощность, кВА

№ присоединения	Нагрузка (двигатели, преобразователи и пр.)				
	Тип	U _{ном} , кВ	P _{ном} , кВт	КПД, %	cos φ

Заказчик расчетов:

ФИО и подпись ответственного лица:

Название организации

подпись

ФИО

подпись

Для выполнения расчетов обязательно предоставление однолинейной схемы системы электроснабжения (СЭС) предприятия

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Выбор мощности конденсаторной установки

Необходимая мощность конденсаторной установки определяется по формуле: $Q_c = P \cdot k$,

k – коэффициент, определяемый по таблице.

$\cos\varphi_1$ – исходный коэффициент мощности;

$\cos\varphi_2$ – требуемый коэффициент мощности.

$\cos\varphi_1 \backslash \cos\varphi_2$	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
0,65	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919	0,966	1,027	1,169
0,66	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888	0,935	0,996	1,138
0,67	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108
0,68	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828	0,875	0,936	1,078
0,69	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,907	1,049
0,70	0,536	0,565	0,594	0,625	0,657	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020
0,71	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741	0,789	0,849	0,992
0,72	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821	0,964
0,73	0,452	0,481	0,510	0,541	0,573	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936
0,74	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658	0,706	0,766	0,909
0,75	0,398	0,426	0,456	0,487	0,519	0,553	0,590	0,631	0,679	0,739	0,882
0,76	0,371	0,400	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,605	0,652	0,713	0,855
0,77	0,344	0,373	0,403	0,433	0,466	0,500	0,537	0,578	0,626	0,686	0,829
0,78	0,318	0,347	0,376	0,407	0,439	0,474	0,511	0,552	0,599	0,660	0,802
0,79	0,292	0,320	0,350	0,381	0,413	0,447	0,484	0,525	0,573	0,634	0,776
0,80	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608	0,750
0,81	0,240	0,268	0,298	0,329	0,361	0,395	0,432	0,473	0,521	0,581	0,724
0,82	0,214	0,242	0,272	0,303	0,335	0,369	0,406	0,447	0,495	0,556	0,698
0,83	0,188	0,216	0,246	0,277	0,309	0,343	0,380	0,421	0,469	0,530	0,672
0,84	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646
0,85	0,135	0,164	0,194	0,225	0,257	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620
0,86	0,109	0,138	0,167	0,198	0,230	0,265	0,302	0,343	0,390	0,451	0,593
0,87	0,082	0,111	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567
0,88	0,055	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540
0,89	0,028	0,057	0,086	0,117	0,149	0,184	0,221	0,262	0,309	0,370	0,512
0,90	-	0,029	0,058	0,089	0,121	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484

В случае наличия данных о $\operatorname{tg}\varphi$, расчет мощности установки производится по формуле: $Q_c = P \cdot (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$,

$\operatorname{tg}\varphi_1$ – исходный коэффициент мощности;

$\operatorname{tg}\varphi_2$ – требуемый коэффициент мощности.



Г Р У П П А К О М П А Н И Й
ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ

Группа Компаний «Энерготехмонтаж» (ГК «ЭТМ»)
Почтовый адрес: 109 052, г. Москва, ул.
Нижегородская, д. 70, корп. 2
Отдел продаж: 109 428, г. Москва, 1-й
Институтский пр., д. 1
Тел./Факс: +7(499) 4000-780; 170-79-97; 174-85-81
E-Mail: Info@gk-etm.ru; Energoteh03@mail.ru
Web: www.e-tmm.ru

ИННОВАЦИИ • КОМПЕТЕНТНОСТЬ • СЕРВИС

