

## КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ КУ-Лег01

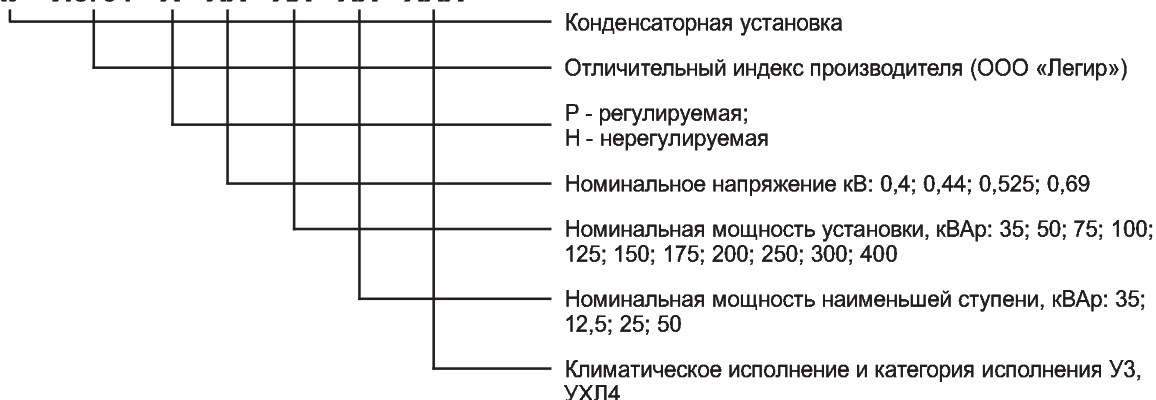
### НАЗНАЧЕНИЕ

Конденсаторные установки (КУ) предназначены для компенсации реактивной мощности в сетях электроснабжения промышленных предприятий с номинальным напряжением 0,4 кВ.

Конденсаторная установка типа КУ служит для:

- повышения коэффициента мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий;
- автоматического регулирования режимов компенсации реактивной мощности для поддержания заданного  $\cos\phi$  в избранной заказчиком зоне регулирования.

### КУ - Лег01 - X - XX - XX - XX - XXX



СТРУКТУРА УСЛОВНОГО  
ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Для заказа конденсаторной установки на базе Prisma Plus необходимо добавить к условному обозначению в конце записи буквы PP.

Пример записи: КУ Лег01-H-0,4-300-25-УХЛ4 PP

### ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Номинальное напряжение, кВ	0,4
Номинальная мощность, кВАр	35-300
Номинальная мощность наименьшей ступени	5; 12,5; 25; 50
Количество ступеней регулирования	3 - 12
Регулируемое значение $\cos\phi$	0,8 - 1,0
Допустимый коэффициент искажения синусоидальности кривой тока THD, % не более	50
Рабочий диапазон температур, °С	от -40 до +40 - для нерегулируемых от -20 до +40 - для регулируемых
Степень защиты оболочек по ГОСТ 14254	IP31, IP54
Срок службы, лет не менее	25



### Конструкция

УК в зависимости от номинальной мощности изготавливаются в навесном или напольном исполнении.

Габаритные размеры в зависимости от типоминимала приведены в таблицах на стр. 54.

Компоновка секций выполнена по модульному принципу. Модуль представляет собой уголок из оцинкованной стали на передней панели, которой установлены выключатели – предохранители типа LTL JEAN MULLER, контакторы, шины для подключения. На задней полке установлены конденсаторы, антирезонансные фильтрующие дроссели.

Модули устанавливаются на направляющих друг над другом. Модули электрически связаны между собой посредством шин, установленных на передней панели.

Контролер реактивной мощности, измерительные приборы, вентилятор и рукоятка выключателя нагрузки установлены на передней двери. Задняя дверь съемная. Присоединение силовых кабелей осуществляется снизу.

### Установки конденсаторные нерегулируемые

ТИПО НОМИНАЛ	НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, В	МОЩНОСТЬ, КВАР	МАССА, КГ НЕ БОЛЕЕ	ГАБАРИТЫ (ШХВХГ), ММ
КУ Лер01-Н-0,4-40У3	400	40	40	400x700x270
КУ Лер01-Н-0,4-100У3	400	100	70	450x1000x450
КУ Лер01-Н-0,4-150У3	400	150	80	450x1200x450
КУ Лер01-Н-0,4-200У3	400	200	90	450x1400x450
КУ Лер01-Н-0,4-100У3	400	300	150	600x1400x600

### Установки конденсаторные регулируемые

ТИПО НОМИНАЛ	НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, В	МОЩНОСТЬ, КВАР	Мощность, ступени, кВАр	МАССА, КГ НЕ БОЛЕЕ	ГАБАРИТЫ (ШХВХГ), ММ
КУ Лер01-Р-0,4-35-5-У3	400	35	5	40	400x700x270
КУ Лер01-Р-0,4-50-12,5-У3	400	50	12,5	40	400x700x270
КУ Лер01-Р-0,4-75-12,5-У3	400	75	12,5	45	400x700x270
КУ Лер01-Р-0,4-100-25-У3	400	100	25	70	450x1000x45
КУ Лер01-Р-0,4-125-25-У3	400	125	25	80	450x1200x450
КУ Лер01-Р-0,4-150-25-У3	400	150	25	80	450x1200x450
КУ Лер01-Р-0,4-175-25-У3	400	175	25	80	450x1200x450
КУ Лер01-Р-0,4-200-50-У3	400	200	50	90	450x1400x450
КУ Лер01-Р-0,4-250-50-У3	400	250	50	115	450x1600x450
КУ Лер01-Р-0,4-300-50-У3	400	300	50	150	600x1800x650
КУ Лер01-Р-0,4-400-50-У3	400	400	50	200	600x2000x600

Как правило, электрические сети потребляют реактивную мощность индуктивного характера и для ее компенсации в цепь вводятся конденсаторы, которые, как известно, накапливают энергию в электрическом поле с отрицательным знаком по отношению к мощности индуктивного характера. В результате реактивная мощность локализуется в пределах индуктивности конденсатора, совершая колебательный процесс. При этом сеть разгружается от реактивных токов. Конденсаторы устанавливают как можно ближе к индуктивным потребителям.

До 80-85 % реактивной мощности потребляют асинхронные двигатели и трансформаторы. Остальные приходятся на преобразовательные установки, сварочные трансформаторы. Так, трансформатор ТМГ-1000/10/0.4 в зависимости от режима, холостой ход - номинальная нагрузка потребляет реактивную энергию от 25 до 70 кВАр соответственно. Асинхронный двигатель мощностью 10 кВт, 380 В при загрузке от 50 % до номинальной потребляет реактивную мощность от 3,9 до 5,85 кВАр. Реактивная мощность, подлежащая компенсации для трехфазных асинхронных двигателей и трансформаторов, приведена в таблице на стр. 55.



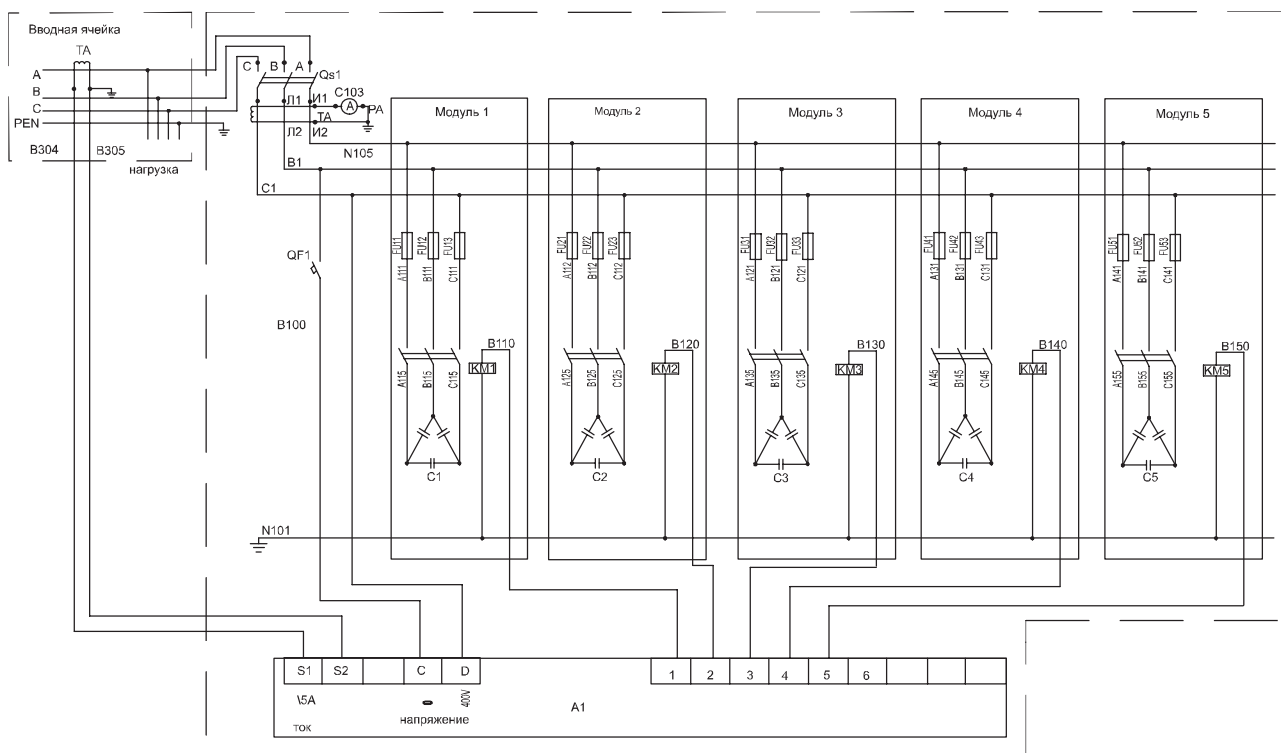
Реактивная мощность конденсаторов, необходимая для компенсации трехфазных асинхронных двигателей (примерные значения)

НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, КВТ	МОЩНОСТЬ КОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ, КВАР
22	9
30	11
37	12,5
45	14
55	18
75	25
90	27
110	33
132	38
160	44
200	53
250	63
280	70
355	86
400	97
450	107

Реактивная мощность конденсаторов, необходимая для компенсации трансформаторов напряжения (примерные значения)

НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ТРАНСФОРМАТОРА, КВТ	МОЩНОСТЬ КОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ, КВАР	
	НА ХОЛОСТОМ ХОДУ	ПОД НАГРУЗКОЙ
100	2,5	6,1
160	3,7	9,6
250	5,3	14,7
315	6,3	18,4
400	7,6	22,9
500	9,5	28,7
630	11,3	35,7
800	20	54,5
1000	23,9	72,4
1250	27,4	94,5
1600	31,9	126,2
2000	37,8	176
2500	50,1	200

Пример схемы электрической принципиальной конденсаторной установки

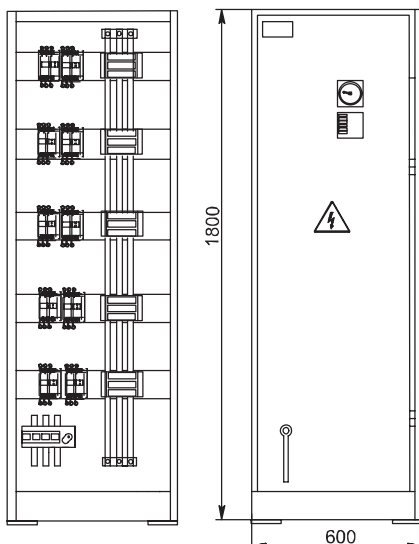




### Информация, необходимая для заказа

При заказе необходимо указать тип установки (регулируемая, нерегулируемая), модификацию, номинальное напряжение, номинальную мощность, номинальную мощность наименьшей ступени, количество ступеней регулирования, количественную оценку высших гармоник тока и напряжения или мощность и типы устройств, генерирующих высшие гармоники тока и напряжения в электросети.

Комплектация и необходимость установки принудительной вентиляции согласовывается с заказчиком.



Пример внешнего вида конденсаторной установки напольного исполнения КУ-Лег 01-Р-2-0,4 300-5-У3

### Пример записи при заказе

КУ Лег01-Н-0,4-150У3-IP31

КУ Лег01 - конденсаторная установка модификации Лег01;

Н - нерегулируемая;

0,4 - номинальное напряжение 0,4 кВ;

150 - номинальная реактивная мощность 150 кВАр;

У - климатическое исполнение (умеренный климат от +40 до -40 °С);

3 - категория размещения (для эксплуатации в закрытых помещениях);

IP - степень защиты (защита от попадания твердых тел диаметром > 2,5 мм, защиты от вертикальных капель воды).

### Справочная информация

Электрооборудование, использующее магнитное поле по принципу действия (трансформаторы, асинхронные двигатели, индукционные печи и т.д.), как и установки, использующее электрическое поле, потребляют энергию от генератора электрической энергии. Эта энергия, называемая реактивной периодически накапливаясь в индуктивностях и конденсаторах в виде магнитных и электрических полей, затем возвращается назад к генератору с частотой  $2f$  дважды за один период генератора.

Колебания энергии воспринимаются генератором в виде знакопеременной нагрузки, не вызывающей дополнительного расхода энергии, однако реактивный ток, проходя по проводам, вызывает их дополнительный нагрев и соответственно активные потери.

### Комплектация

Комплектуемые элементы, устанавливаемые в УК, отвечают требованиям по надежности, безопасности, и долговечности эксплуатации в зависимости от требований заказчика, состояния энергосети предприятия.

В качестве контроллеров компенсации реактивной мощности используются Prophi и Magic. Контроллер Prophi оборудован 16-битным процессором и снабжен дисплеем, отражающим многочисленные параметры, включая гармоники.

Благодаря развитой системе контроля параметров сети позволяет выявлять и выдавать сигнал тревоги в случаях:

- понижения напряжения;
- броска напряжения;
- низкого значения регистрируемого тока;
- слишком высокого значения регистрируемого тока;
- недостаточной мощности конденсатора;
- превышения допустимого уровня гармоник;
- перегрева.

Микропроцессорный регулятор Magic осуществляет оптимальное управление компенсацией реактивной мощности и используется в составе УК в сетях энергоснабжения со стабильными параметрами.

В качестве силовых конденсаторов используются конденсаторы, изготовленные по технологии МКК/МКР, специально разработанные для компенсации реактивной мощности. Особенности данных конденсаторов — самовосстановление и сохранение своих функций после пробоя, способность выдерживать высокий пусковой ток, длительный срок эксплуатации. При выборе конденсатора учитывается уровень гармоник тока.

Пускатели, устанавливаемые в УК, специально предназначены для переключения силовых конденсаторов с учетом высоких пусковых токов, избежания дребезжания контактов, увеличенного срока эксплуатации.

### **Расчет параметров конденсаторных установок. Реактивная мощность компенсации:**

Необходимая реактивная мощность компенсации в электросети предприятия определяется по замерам активной и реактивной мощности счетчиками учета. Современные электронные счетчики электрической энергии позволяют контролировать мгновенную, максимальную, усредненную за определенный период мощность. Для получения надежных данных о реактивной мощности измерения должны производиться в течение суток. Для выявления полной картины по потреблению реактивной энергии и гармоник в сети предприятия необходимо применение анализаторов качества электроэнергии. На практике при оценке степени компенсации реактивной мощности и расчетах пользуются коэффициентом реактивной мощности  $\text{tg}\varphi$ , более показательным по сравнению с коэффициентом мощности  $\cos\varphi$  и определяемым как отношением реактивной мощности к активной.

$\text{tg}\varphi = Q / P$  - где:

Q - реактивная мощность;

P - активная мощность;

$\varphi$  – угол сдвига между током и напряжением нагрузки.

Затем пересчитывают  $\text{tg}\varphi$  на  $\cos\varphi$ .

### **Выбор типа устройства компенсации реактивной мощности:**

При выборе типа устройства компенсации реактивной мощности (с автоматическим регулированием или нерегулируемое) рекомендуется пользоваться коэффициентом реактивной мощности  $\text{tg}\varphi$ . При соотношении  $\text{tg}\varphi < 15\%$  рекомендуется использовать нерегулируемые устройства компенсации реактивной мощности, при  $\text{tg}\varphi > 15\%$  регулируемые.

При выборе устройства компенсации реактивной мощности необходимо учитывать значение измеренного коэффициента искажения синусоидальности кривой тока  $K_i$ . В зависимости от значения коэффициента искажения следует выбирать различные типы конденсаторов. Конденсаторы стандартного типа могут выдерживать перегрузку по току до 30 %, чтобы выдержать суммарное воздействие токов гармоник и флуктуации напряжения.

В случае более значительных искажений кривой напряжения следует использовать специальные конденсаторы, рассчитанные на повышенное напряжение, которые могут выдерживать ток 1,43 In.

При значениях  $K_i > 10\%$  необходимо использовать оборудование с защитными реакторами.





**Определение требуемой мощности конденсаторной установки:**

**Пример расчета требуемой мощности конденсаторной установки:**

Показания счетчика активной энергии:  $E_{акт.} = 10800$  кВт·ч  
 Показания счетчика реактивной мощности:  $E_{реакт.} = 13200$  кВт·ч

Средняя активная мощность:  $P = \frac{E_{акт.}}{t} = \frac{10800}{24} = 450$  кВт

Средняя реактивная мощность:  $Q = \frac{E_{реакт.}}{t} = \frac{13200}{24} = 550$  кВА

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{450}{\sqrt{450^2 + 550^2}} = 0,633$$

**Реактивная мощность конденсаторной установки, требуемая для получения необходимого коэффициента мощности, определяется по формуле:**

$$Q_k = P \cdot K,$$

где  $Q_k$  - реактивная мощность конденсаторной установки;

$P$  - активная мощность потребителя;

$K$  - коэффициент выбираемый из таблицы на стр. 58.

**Коэффициент K выбирается исходя из:**

$\cos\varphi_1$  - коэффициента мощности электросети предприятия;

$\cos\varphi_2$  - коэффициент мощности требуемой энергоснабжающей организацией (например 0,92).

Из таблицы при  $\cos\varphi_1 = 0,633$  и  $\cos\varphi_2 = 0,92$ .

Находим коэффициент:  $K=0,907$ .

Тогда реактивная мощность конденсаторной установки:  $Q_k = P \cdot K = 450 \cdot 0,907 = 408$  кВАр.

ИСХОДНЫЙ КОЭФ. МОЩНОСТИ		КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕРАСЧЕТА, K									
$\cos\varphi_1$	$\tan\varphi_2$	$\cos\varphi_2$									
		0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1
0,20	4,899	3,879	4,017	4,149	4,279	4,415	4,473	4,536	4,607	4,696	4,899
0,25	3,873	2,853	2,991	3,123	3,253	3,389	3,447	3,510	3,581	3,360	3,873
0,30	3,180	2,160	2,298	2,430	2,560	2,695	2,754	2,817	2,888	2,977	3,180
0,35	2,676	1,656	1,795	1,926	2,057	2,192	2,250	2,312	2,385	2,473	2,676
0,40	2,291	1,271	1,409	1,541	1,672	1,807	1,865	1,928	2,000	2,088	2,291
0,45	1,985	0,964	1,103	1,235	1,365	1,500	1,559	1,622	1,693	1,781	1,985
0,50	1,732	0,712	0,850	0,982	1,112	1,248	1,306	1,369	1,440	1,529	1,732
0,55	1,518	0,498	0,637	0,768	0,899	1,034	1,092	1,156	1,227	1,315	1,518
0,60	1,333	0,313	0,451	0,583	0,714	0,849	0,907	0,970	1,042	1,130	1,333
0,65	1,169	0,149	0,287	0,419	0,549	0,685	0,743	0,806	0,877	0,966	1,169
0,70	1,020		0,138	0,270	0,400	0,536	0,594	0,657	0,729	0,817	1,020
0,75	0,882			0,132	0,262	0,398	0,456	0,519	0,590	0,679	0,882
0,80	0,750				0,130	0,266	0,324	0,387	0,458	0,547	0,750
0,85	0,620					0,135	0,194	0,257	0,328	0,417	0,620
0,90	0,484						0,058	0,121	0,193	0,281	0,484
0,95	0,329								0,037	0,128	0,329