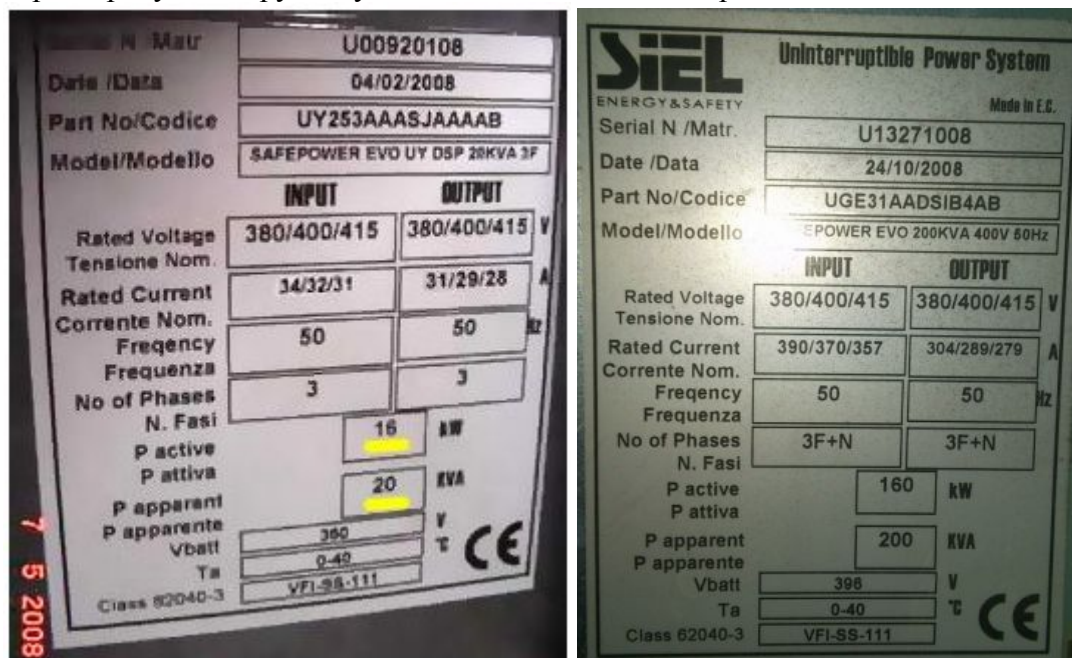


Полная(S), Активная(P), Реактивная мощность(Q), коэффициент мощности (P.F.).

Подскажите, ради Бога, почему мощность ИБП указывается в ВольтАмперах, а не в привычных для всех Киловаттах. Это сильно напрягает. Ведь все уже давно привыкли к киловаттам. Да и мощность всех приборов в основном указана в кВт.
Алексей. 21 июнь 2007

В тех. данных любого ИБП указаны полная мощность [кВА] и активная мощность [кВт] – они характеризуют нагрузочную способность ИБП – см рис. ниже:



Мощность не всех приборов указана в Вт. Например:

- мощность трансформаторов указывается в ВА:

<http://www.mstator.ru/products/sonstige/powertransf> (трансформаторы ТП: см приложение)

http://metz.by/download_files/catalog/transform/tsgl_tszgl_tszglf.pdf (трансформаторы ТСГЛ: см приложение)

- мощность конденсаторов указывается в Варах:

<http://www.elcod.spb.ru/catalog/k78-39.pdf> (конденсаторы К78-39: см приложение)

<http://www.kvar.su/produkcija/25-nizkogo-napraygeniya-vbi> (конденсаторы УК: см приложение)

- примеры других нагрузок - см приложение ниже.

Мощностные характеристики нагрузки можно точно задать одним единственным параметром (активная мощность в Вт) только для случая постоянного тока, так как в цепи постоянного тока существует единственный тип сопротивления – активное сопротивление.

Мощностные характеристики нагрузки для случая переменного тока невозможно точно задать одним единственным параметром, так как в цепи переменного тока существует два разных типа сопротивления – активное и реактивное. Поэтому только два параметра - активная мощность и реактивная мощность точно характеризуют нагрузку.

Принцип действия активного и реактивного сопротивлений совершенно различный:

Активное сопротивление – необратимо преобразует электрическую энергию в другие виды энергии (тепловую, световую и т.д.) – примеры: лампа накаливания, электронагреватель (параграф 39, Физика 11 класс В.А. Касьянов М.: Дрофа, 2007)

Реактивное сопротивление – попеременно накапливает энергию, затем выдаёт её обратно в сеть – примеры: конденсатор, катушка индуктивности (параграф 40,41, Физика 11 класс В.А. Касьянов М.: Дрофа, 2007)

Дальше в любом учебнике по электротехнике Вы можете прочитать, что активная мощность

(рассеиваемая на активном сопротивлении) измеряется в Ваттах, а реактивная мощность (циркулирующая через реактивное сопротивление) измеряется в Варах; так же для характеристики мощности нагрузки используют ещё два параметра: полную мощность и коэффициент мощности. Все эти 4 параметра

- (
- [1] активная мощность: обознач. P , единица измер.: Ватт
 - [2] реактивная мощность: обознач. Q , единица измер.: ВАр [ВольтАмпер реактивный]
 - [3] полная мощность: обознач. S , единица измер.: ВА [ВольтАмпер]
 - [4] коэффициент мощности: обознач. k или $\cos\Phi$, единица измер.: безразмерный от 0 до 1, так же может быть дан в процентах 0...100%.
-)

связаны соотношениями:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\cos\Phi = k = P/S \quad (k - \text{коэффициент мощности (КМ) или Power Factor (PF)})$$

$$\left\{ \text{так же тангенс диэлектрических потерь } \operatorname{tg}\delta = \frac{P}{Q} \text{ (используется в расчётах конденсаторов, диэлектриков)} \right\}$$

поэтому в электротехнике для характеристики мощности задаются любые два из этих четырёх параметров так как остальные могут быть найдены из этих двух.

Например электромоторы, лампы (разрядные) - в тех. данных указаны P [кВт] и $\cos\Phi$:

http://www.mez.by/dvigatel/air_table2.shtml (двигатели АИР: см приложение)

<http://www.mscom.ru/katalog.php?num=38> (лампы ДРЛ: см приложение)

(примеры тех. данных разных нагрузок см приложение ниже)

То же и с источниками питания – их мощность (нагрузочная способность) характеризуется одним параметром для источников питания постоянного тока – активная мощность (Вт), и двумя параметрами для ист. питания переменного тока - обычно эти два параметра – полная мощность (ВА) и активная (Вт), как и в случае ДГУ и ИБП.

Большинство офисной и бытовой техники, близки по характеристикам к активной нагрузке (реактивное сопротивление отсутствует или мало, коэффициент мощности нагрузки равен 0,8...1,0). В этом случае при расчёте нагрузки используется значение мощности нагрузки в Ваттах и значение мощности ИБП в Ваттах.

Если нагрузка не активная, например – компьютеры с БП без APFC, лазерный принтер, холодильник, кондиционер, электромотор (например погружной насос или мотор в составе станка, задвижки и др.), газоразрядные лампы с обычным балластом, установки рентген/ЯМР и др. медицинское оборудование и другое – во всех этих случаях при расчёте используются все данные: все данные нагрузки и все выходные данные ибп: кВА, кВт, перегрузочные характеристики, пусковые/пиковые токи и др.

См. учебники по электротехнике, например:

1. Евдокимов Ф. Е. Теоретические основы электротехники. - М.: Издательский центр "Академия", 2004.
2. Немцов М. В. Электротехника и электроника. - М.: Издательский центр "Академия", 2007.
3. Частоедов Л. А. Электротехника. - М.: Высшая школа, 1989.

Так же см. AC power, Power factor, Electrical resistance, Reactance <http://en.wikipedia.org> (перевод: <http://electron287.narod.ru/pages/page1.html>)

Приложение:

Пример 1 - мощность трансформаторов указывается в ВА (ВольтАмперax):

<http://www.mstator.ru/products/sonstige/powertransf> (трансформаторы ТП:)

ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ НОМИНАЛЬНОЙ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 25, 30, 40, 50, 60 ВА

Типономинал:	Номинальная выходная мощность, ВА	Максимально допустимый ток нагрузки, А	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
67111.064	25	1,6	150x50x40	1,0
67111.064-01	30	2,0	160x50x40	1,2
67111.064-02	40	2,6	170x50x40	1,3
67111.064-03	50	3,2	185x50x40	1,5
67111.064-04	60	4,0	225x50x40	2,0

http://metz.by/download_files/catalog/transform/tsgl_tszgl_tszglf.pdf (трансформаторы ТСГЛ:)

Технические характеристики трансформаторов

Электрические и шумовые характеристики трансформаторов ТСГЛ, ТСЗГЛ, ТСЗГЛФ.

Номинальные напряжения: ВН – 10 (6)кВ, НН – 0,4 кВ; схема и группа соединения обмоток – У/У_к-0, Д/У_к-11.

Номинальная мощность, кВ·А	Потери, Вт		Напряжение к.з. при 75°C, %	Корректированный уровень звуковой мощности, дБА
	х.х.	к.з.		
100	540	1250	4,0	60
160	650	2200	4,0	62
250	900	3000	5,5	65
400	1200	3900	5,5	68
630	1650	5730	5,5	71
1000	2150	8400	6,0	74
		8800	8,0	

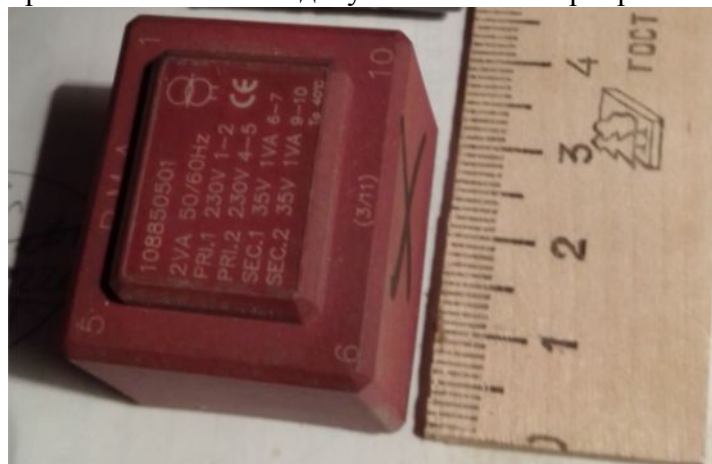
<http://www.gstransformers.com/products/voltage-regulators.html> (ЛАТР/лабораторные автотрансформаторы TDGC2:)

TDGC2 Specifications

Model	Rating Power (kVA)	Phase	Frequency (Hz)	Input Voltage (V)	Output Voltage (V)	Output Current (A)
TDGC2-0.5	0.5	1	50	220	0~250	2
TDGC2-1	1	1	50	220	0~250	4
TDGC2-2	2	1	50	220	0~250	8
TDGC2-3	3	1	50	220	0~250	12
TDGC2-5	5	1	50	220	0~250	20
TDGC2-10	10	1	50	220	0~250	40
TDGC2-20	20	1	50	220	0~250	80



Ниже - примеры трансформаторов малой мощности с мощностью указанной в Вольт-Амперах. Среди них попался и трансформатор промаркированный в Ваттах -но это скорее исключение, которое может попасться для малых трансформаторов. Большинство производителей, а для трансф. большой мощности практически все - по документам/тх и маркировкам указывают полную мощность в Вольт-Амперах.





Ниже - трансформатор мощного ИБП (мощность указана в кВА):



Пример 2 - мощность конденсаторов указывается в ВАрах (ВольтАмперах реактивных):

<http://www.elcod.spb.ru/catalog/k78-39.pdf> (конденсаторы К78-39:)

К78-39 МЕТАЛЛОПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ
ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

METALLIZED POLYPROPYLENE FILM POWER FACTOR CAPACITORS

Технические условия: РАЯЦ.673635.005ТУ

Specifications: РАЯЦ.673635.005ТУ

Номинальная емкость 128...800мкФ
Номинальное переменное напряжение (эффективное), частотой 50...60Гц 400; 500; 660В; 1000В

Capacitance range Cr 128...800μF
AC voltage range Vr (rms), with frequency 50...60Hz 400V; 500V; 660V; 1000V

Допускаемое отклонение емкости ±10%

Tolerance on Cr ±10%

Тангенс угла потерь при f = 50 Гц ≤ 0,005

Loss factor tg δ at f=50 Hz ≤ 0.005

Номинальная мощность 10...60кВар

Power range Qr 10...60 kVar

<http://www.kvar.su/produkcija/25-nizkogo-napraygeniya-vbi> (конденсаторы УК:)

Типономинал конденсаторной установки	Номинальное значение			Кол-во конденсаторов	Коли-во кабельных вводов	(длина и ширина и высота), мм	Масса, кг, не более
	Напряжение, кВ	Мощность установки, квар	Мощность одного конденсатора, квар				
УК1-0,4-20 УЗ	0,4	20	20	1	1	440x140x276	11
УК1-0,4-50 УЗ		50	50			440x140x396	17
УК1-0,4-75 УЗ		75	75			440x140x516	22
УК2-0,4-100 УЗ		100	50	2	2	440x350x446	39
УК2-0,4-120 УЗ		120	60			440x350x486	43
УК2-0,4-150 УЗ		150	75			440x350x566	49
УК3-0,4-150 УЗ			50			440x560x446	59

Ниже пример конденсатора АС фильтра ИБП с указанной номинальной реактивной мощностью:



Пример 3

Для таких нагрузок как электромоторы, лампы (разрядные), компьютерные блоки питания, комбинированные нагрузки и др. - в тех. данных указаны $P[\text{кВт}]$ и $\cos\Phi$ (активная мощность и коэффициент мощности) или $S[\text{кВА}]$ и $\cos\Phi$ (полная мощность и коэффициент мощности):
http://www.mez.by/dvigatel/air_table2.shtml (двигатели АИР:)

Тип	Электрические параметры								Масса, кг
	P, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	КПД, %	$\cos j$	I_n/I_n	M_n/M_n	M_{max}/M_n	M_{min}/M_n	
АИР56А2	0,18	2730	65,0	0,78	5,0	2,2	2,2	1,8	3,5
АИР56В2	0,25	2700	66,0	0,79	5,0	2,2	2,2	1,8	3,8
АИР56А4	0,12	1350	58,0	0,66	5,0	2,2	2,2	1,8	3,6
АИР56В4	0,18	1350	60,0	0,68	5,0	2,2	2,2	1,8	4,2

http://www.weiku.com/products/10359463/Stainless_Steel_cutting_machine.html (комбинированная нагрузка - станок плазменной резки стали / Inverter Plasma cutter (LGK160) (IGBT):)

Input power Voltage(V.HZ)	380V±15% ,50/60HZ
No-load Voltage(V)	300
Rated Input Power Capacity(KVA)	<u>30</u>
Output Current Adjustment Range(A)	30-160
Rated Output Voltage(V)	144
Duty Cycle(%)	60
No-load Consumption(W)	100
Efficiency	85%
Arc-starting	Non-Contact
Power Factor(COS)	<u>0.93</u>
Protection Class	IP21S

<http://www.mscom.ru/katalog.php?num=38> (лампы ДРЛ:)

Наименование	Наличие ИЗУ	Мощность лампы, Вт	Ток, А	Макс. норм. t обмотки в раб. режиме	Перегрев обмотки, °C	Потери мощности, Вт, не более	Коэффициент мощности, не менее	Габаритные размеры	Масса, кг
1И80ДРЛ44-015УХЛ1		80	0.8	120	65	12	0.52	105x102x112	1.70
1И125ДРЛ44-016УХЛ1		125	1.15	120	65	15	0.55	105x102x125	2.20
1И250ДРЛ44-017УХЛ1		400	3.25	120	65	25	0.59	132x134x150	4.90

<http://www.silverstonetek.com.tw/product.php?pid=365&area=en> (блок питания ПК:)

Model No.	SST-ZM1350
Max. DC Output	1350W (<u>Peak 1500W</u>)
Input Voltage	90V~264V
Input Frequency Range	50Hz ~ 60Hz
PFC	Active PFC. (<u>PF>0.95</u> at Full Load)
Efficiency	85%~89% @20% to 100% loading (115Vac) 88%~91% @20% to 100% loading (230Vac)
MTBF	100,000 hours at 25°C (at Full Load)
Operating temperature	5°C ~ 50°C @1350W continuous 60°C @1080W continuous

Дополнение 1

Если нагрузка имеет высокий коэффициент мощности (0,8...1,0), то её свойства приближаются к активной нагрузке. Такая нагрузка является идеальной как для линии так и для источников электроэнергии, т.к. не порождает реактивных токов и мощностей в системе.

Если нагрузка имеет низкий коэффициент мощности (менее 0,8..0,9), то в линии питания циркулируют большие реактивные токи (и мощности). Это паразитное явление приводит к повышению потерь в проводах линии (нагрев и др.), нарушению режима работы источников(генераторов) и трансформаторов сети и др. проблемам.

Поэтому во многих странах приняты стандарты нормирующие коэффициент мощности оборудования.

Дополнение 2

Оборудование однонагрузочное (например БП ПК) и многосоставное (комбинированное) (например фрезерный пром. станок имеющий в составе несколько моторов, ПК, освещение, конвейер и др.) имеют низкие коэффициенты мощности (менее 0,8) внутренних агрегатов (например выпрямитель БП ПК или электромотор имеют коэфф. мощн. 0,6..0,8), поэтому в настоящее время большинство производителей техники стараются оснастить производимое ими оборудование входным блоком корректора коэффициента мощности. В этом случае входной коэфф. мощности равен 0,9...1,0, что соответствует стандартам нормирующим коэффициент мощности оборудования.

Дополнение 3

Важное дополнение относительно номинальной мощности и относительно коэффициента мощности ИБП и стабилизаторов напряжения.

Положение дел на момент до 2010-2020гг:

Нагрузочная способность ИБП и ДГУ обычно нормирована на стандартную промышленную нагрузку - нагрузка с коэфф. мощности 0.8 с индуктивным характером -это самая распространённая пром. нагрузка на заводах и разных предприятиях.

Например в инструкции и в ТХ ИБП указано: ИБП 100 кВА / 80 кВт или ИБП 100кВА PF08 или ИБП 80кВт PF08 или в ТХ указано "ИБП 100кВА, выходной коэффициент мощности 0,8 " или в ТХ указано "Inverer output nominal power 100kVA @ PF0.8 Inductive" или ИБП 100кВА коэфф. мощности нагрузки 0,8 -> это означает, что устройство может питать смешанную (активно-реактивную) нагрузку максимальной мощности 100 кВА с индуктивным коэффициентом мощности 0.8. Кроме того в большинстве случаев это также означает (это определяется кривой дерейтинга), что ИБП может питать чисто-активную нагрузку максимальной мощности 80 кВт.

Если же пользователь имеет нагрузку с другим коэффициентом мощности - например печи индукционного нагрева, газоразрядные лампы, на некоторых заводах попадает оборудование с мощными диодно-конденсаторными выпрямителями и т.п. нагрузки с PF не равным 0,8 - то, либо надо брать ИБП с запасом какой порекомендует производитель ИБП, либо использовать кривую дерейтинга для точного расчёта загрузки ИБП (для точного подбора ИБП). Кривая дерейтинга (кривая снижения номинальной мощности)- зависимость номинальной мощности ИБП [в Вольт*Амперах] от коэфф. мощности нагрузки. Таким образом в рекламных материалах и в ТХ ИБП обычно указана одна точка кривой дерейтинга соответствующая наиболее распространённой нагрузке - обычно это индукт. нагрузка с PF=0,8.

Положение дел на момент начиная с 2010-2020гг:

Всё больше производителей стараются нормировать ИБП на нагрузку не как раньше на нагрузку с PF=0,8 а стараются нормировать ИБП на другую точку кривой дерейтинга: точку нагрузки с PF=0,9 или с PF=1,0 (или другими словами "ИБП имеет выходной коэфф. мощности 0,9...или ИБП имеет выходной коэфф. мощности 1,0"). Например во всех документах указывается - ИБП 100кВА PF=1 или ИБП 100кВт PF=1 или ИБП 100кВА/100кВт или "UPS 100kVA. Specification: Power rating PF=1, kVA=kW".

В промышленных стабилизаторах напряжения дело обстоит иначе. Имеются ввиду стабилизаторы на базе трансформаторов и автотрансформаторов 50Гц будь то с электронным или электродинамическим переключением обмоток. Для стабилизатора коэффициент мощности нагрузки безразличен.

Пример соответствующей информации в руководствах итальянских стабилизаторов:

to 100%.		ciascuna fase riferita al neutro.	
The stabiliser is not influenced by the load power factor and does not generate any noticeable harmonic distortions in the output voltage.		Lo stabilizzatore può operare con un intervallo di variazione del carico da 0 al 100%. Lo stabilizzatore non è influenzato dal fattore di potenza del carico e non introduce distorsioni armoniche apprezzabili sulla	
The stabilisation is reached by means of			
Accuracy [%]	±1		
Frequency [Hz]	50/60 ±5%		
Admitted load variation [%]	0 to 100		
Load power factor	any		
Harmonic distortion [%]	<0,2		
Efficiency [%]	approx. 97		

(Если кого то интересует почему так происходит, он может обратиться к любому курсу ТОЭ [например Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники] где выводится формула комплексного коэффициента преобразования трансформатора - коэфф. преобразования не зависит от коэффициента

мощности нагрузки. Тот факт что в стабилизаторе не один а большее число трансф/автотрансф -ничего не меняет.)

Например, стабилизатор напряжения 100 кВА. Это означает, что устройство может питать активную нагрузку ($100\text{кВА}=100\text{кВт}$ $\text{PF}=1,0$), чисто реактивную ($100\text{кВА}=100\text{кВАр}$ $\text{PF}=0,0$) и смешанную (пример $100\text{кВА}/70\text{кВт}$ $\text{PF}=0,7$) с любым коэффициентом мощности емкостного или индуктивного характера. (Тем не менее некоторые производители игнорируя законы электротехники пишут в ТХ стабилизаторов коэффициент мощности нагрузки например $\text{PF}=0,7$ -это не имеет под собой технического основания)

У некоторых типов стабилизаторов допустимая мощность нагрузки равна номинальной во всем диапазоне входного напряжения например Oberon. А у некоторых стабилизаторов допустимая мощность нагрузки меньше номинальной на концах рабочего диапазона входного напряжения (или, другими словами, -номинальная мощность стаб-ра снижается).

Снижение номинальной мощности для случая когда вх. напряжение подходит к границам входного сетевого диапазона ИБП-НЕ ХАРАКТЕРНО ДЛЯ БОЛЬШИНСТВА ИБП но у ИБП имеет место обратный эффект -мощность нагрузочная равна номиналу, но сужается входной диапазон при росте нагрузки -это встречается у некоторых ИБП особенно у тех которые имеют очень широкие входные диапазоны напряжения -например диапазон работы от сети без перехода на АКБ (фазное напр.) равен $110\text{--}300\text{Vac}$ при нагрузке 0-50%, и равен $176\text{--}276\text{Vac}$ при нагрузке 50-100%. (для стабилизаторов в отличии от ИБП это обычно невозможно так как диапазон вх. напр жестко задан имеющимися трансформаторами)

((Обратите внимание, всё что сказано выше по ИБП и стабилизаторам справедливо только для линейной нагрузки (при незначительных высших гармоник тока). При больших гармонических искажениях тока нагрузки (высокий КНИ тока (THDI)) выходная мощность стабилизатора (или ИБП) снижается, например мощные газоразрядные УФ лампы с простыми балластами имеют очень плохие показатели - $\text{THDI} > 30\%$ что требует выбора системы питания с запасом по мощности (так же могут потребоваться измерения анализатором сети, например к-фактора, в случае стабилизатора может потребоваться стабилизатор с трансформаторами рассчитанными на повышенные значения к-фактора). Это замечание про плохой THDI нагрузки - это очень редкие (обычно связанные с редкими научными/промышленными устройствами) случаи и к большинству пользователей (к большинству известных типов нагрузок) это не относится)))

Дополнение 4

Наглядные примеры чистой активной и чистой реактивной нагрузки:

1 К сети переменного тока 220VAC подключена лампа накаливания 100Вт – везде в цепи есть ток проводимости (через проводники проводов и вольфрамовый волосок лампы). Характеристики нагрузки: (лампы): мощность $S=P\approx 100\text{ВА}=100\text{Вт}$, $\text{PF}=1 \Rightarrow$ вся электр. мощность активная значит она целиком поглощается в лампе -превращается в мощность тепла и света.

2 К сети переменного тока 220VAC подключен неполярный конденсатор 7мкФ 450Вольт – в цепи проводов есть ток проводимости, внутри конденсатора идёт ток смещения (через диэлектрик). Характеристики нагрузки: (конденсатора): мощность $S=Q\approx 100\text{ВА}=100\text{ВАр}$, $\text{PF}=0 \Rightarrow$ вся электр. мощность реактивная значит она постоянно циркулирует от источника к нагрузке и обратно, опять к нагрузке и т.д. и т.д..

Замечание: ток в цепи одинаков в обоих примерах 1 и 2 и равен примерно $0,5\text{А}$ мпер.

Дополнение 5

Для обозначения преобладающего реактивного сопротивления (индуктивное либо ёмкостное) коэффициенту мощности приписывается знак:

+(плюс) если суммарное реактивное сопротивление является индуктивным (пример: $\text{PF}=+0,5$). Фаза тока отстаёт от фазы напряжения на угол Φ . (L отставание, lagging)

-(минус) если суммарное реактивное сопротивление является ёмкостным (пример: $\text{PF}=-0,5$). Фаза тока опережает фазу напряжения на угол Φ . (C опережение, leading)

(in a Capacitor the I (current) leads Voltage, I (current) lags behind Voltage in an inductor L.)

Дополнение 6

В различных областях техники мощность может быть полезной или паразитной НЕЗАВИСИМО от того активная она или реактивная. Например необходимо различать активную полезную мощность рассеиваемую на рабочей нагрузке и активную паразитную мощность рассеиваемую в линии

электропередачи. Так например в электротехнике при расчете активной и реактивной мощности наиболее часто активная мощность это полезная мощность передаваемая в нагрузку и является реальной (не мнимой) величиной. А в электронике при расчёте конденсаторов или при расчёте самих линий передач активная мощность это паразитная мощность теряемая на разогрев конденсатора (или линии) и является мнимой величиной. Причём деление на мнимые и немнимые величины производится только для удобства расчётов. На самом деле все физические величины конечно реальные.

Дополнительные вопросы

Вопрос 1. Почему во всех учебниках электротехники при расчете цепей переменного тока, используют мнимые числа/величины (например - реактивная мощность, реактивное сопротивление и др.), которые не существуют в реальности?

Ответ: Да, все отдельные величины в окружающем мире - действительные. В том числе температура, реактивное сопротивление, и тд. Использование мнимых (комплексных) чисел это только математический приём облегчающий вычисления. В результате вычисления получается обязательно действительное число. Пример - реактивная мощность нагрузки(конденсатора) 20кВАр - это реальный поток энергии то есть реальные Ватты (Джоули в секунду) которые циркулируют в цепи источник-нагрузка, но чтоб отличить эти Ватты от Ваттов безвозвратно поглощаемых нагрузкой, эти "циркулирующие Ватты" решили называть ВольтАмперами реактивными. [6]

Замечание: Раньше в физике использовались одиночные величины и при расчете все математические величины соответствовали реальным величинам окружающего мира. Например, расстояние равно скорость умножить на время ($S=v*t$). Затем с развитием Физики то есть с изучением все более сложных объектов (свет, волны, переменный эл. ток, атом, космос и т.п.) появилось такое большое число физических величин, что рассчитывать каждую в отдельности стало невозможно. Это проблема не только ручного вычисления но и проблема составления программ для ЭВМ. Для решения этой проблемы близкие одиночные величины стали объединять в более сложные (включающие 2 и более одиночных величин), подчиняющиеся известным в математике законам преобразования, причем для разных типов величин могут годиться только свои определённые типы преобразования. Так появились скалярные(одиночные) величины (температура и др.), векторные и комплексные сдвоенные (импеданс и др.), более сложные комплексные (кватернионы), векторные строенные (вектор магнитного поля и др.), многомерные векторы и более сложные величины- матрицы и тензоры (тензор диэлектрической проницаемости и др.). В электротехнике используются разные типы величин, например: скалярная величина -удельное сопротивление проводника, тензоры магнитной (диэлектрической) проницаемости магнетика (диэлектрика), а так же следующие мнимые (комплексные) сдвоенные величины:

1_ полное сопротивление (импеданс) $Z=R+iX$

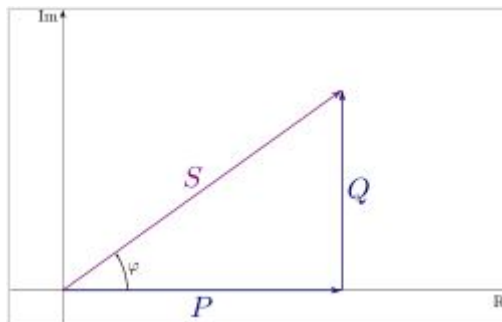
2_ полная мощность $S=P+iQ$

3_ диэлектрическая проницаемость $\epsilon=\epsilon'+i\epsilon''$

4_ магнитная проницаемость $\mu=\mu'+i\mu''$

и др.

Вопрос 2. На странице http://en.wikipedia.org/wiki/Complex_power показаны S P Q Ф на комплексной то есть мнимой/несуществующей плоскости. Какое отношение это все имеет к реальности?



Ответ: Проводить расчеты с реальными синусоидами сложно поэтому для упрощения вычислений используют векторное (комплексное) представление как на рис. выше. Но это не значит что показанные на рисунке S P Q не имеют отношения к реальности. Реальные величины S P Q могут быть представлены и в обычном виде, на основе измерений синусоидальных сигналов многолучевым осциллографом. Величины S P Q Ф I U в цепи переменного тока "источник-нагрузка" зависят от нагрузки. Ниже показан пример [5] реальных синусоидальных сигналов S P Q и Ф для случая нагрузки состоящей из последовательносоединённых активного и реактивного(индуктивного) сопротивлений.

На рис. 15 показаны кривые тока, напряжения и мгновенных мощностей для электрической цепи, состоящей из индуктивности L и электрического сопротивления r , при угле сдвига между напряжением и током $\varphi = 60^\circ$ [27]. Из рисунка и из формулы (4.40) следует, что активная мощность p , не принимает отрицательных значений, и ее мгновенные значения колеблются с амплитудой $P = rI^2$ и двойной частотой относительно среднего значения $P = rI^2$.

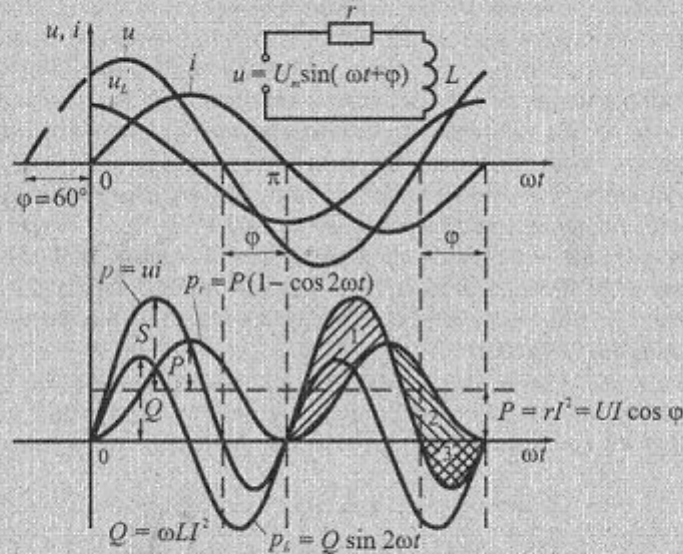


Рис. 15. Мгновенная мощность электрической цепи rL с источником синусоидального напряжения u .

u — мгновенное напряжение источника; i — мгновенный ток в электрической цепи; $\varphi = 60^\circ$ — угол между напряжением u и током i ; u_L — мгновенное напряжение на индуктивности L ; $p = ui$ — мгновенная мощность; p_r — мгновенная активная мощность; p_L — мгновенная индуктивная мощность; $P = UI \cos \varphi$ — активная мощность; $Q = \omega LI^2$ — реактивная мощность; S — полная мощность.

1 — область, в которой мощность источника больше потребляемой мощности ($p > p_r$).

2 — область, в которой потребляемая мощность больше мощности источника ($p_r > p$).

3 — область, в которой энергия, запасенная в магнитном поле катушки, возвращается источнику.

Вопрос 3. Ну у меня тут нагрузка есть и мне её мощность надо измерить. Имеются токовые клещи и мультиметр. Измерен ток нагрузки и он равен 10А, и напряжение на нагрузке 225В (50Гц). Чтоб найти мощность моей нагрузки по формуле $P=I \cdot U$ перемножаем и получаем мощность нагрузки в Вт: $10A \cdot 225V = 2250W$. Правильно?

Ответ: задача некорректная так как для вычисления активной мощности нужно ещё знать или измерить коэфф. мощности нагрузки (или точно знать тип нагрузки), а эти данные отсутствуют в условии.

Поэтому и решение возможно неправильное - на самом деле вы получили(рассчитали) полную мощность нагрузки $S = 10A \cdot 225V = 2250VA$. Поэтому ваш ответ ($S = P = 10A \cdot 225V = 2250VA = 2250W$) будет справедлив только если ваша нагрузка чисто активная (например **электронагреватель $PF=1,0$**), тогда действительно вольтампер равен ватту и вы правильно посчитали мощность в Вт. Для всех других типов нагрузок - нет (например это может быть электромотор с характеристиками $PF=0,6$, $P=1350W$, $S=2250VA$ или катушка индуктивности с характеристиками $PF=0$, $P=0W$, $S=Q=2250VA=2250Var$). Для измерения всех характеристик любой произвольной нагрузки необходимо использовать ваттметр, анализатор сети и тп, например АРРА137 (также многие счётчики включая механические старые позволяют правильно оценить мощности в системе АС):



Вопрос 4. Почитали, посмотрели, всё равно непонятно насчёт вопроса заданного в начале.

Ответ: возможно не все помнят или изучали электротехнику, поэтому давайте попробуем исходный вопрос превратить в похожий вопрос из обычной школы - вот ответьте:

Вопрос:

Каждый школьник знает что Ньютон умножить на метр равно Джоуль. Так же и в системе СИ Джоуль равен Ньютону на метр: $Дж = Н \cdot м$.

https://ru.wikipedia.org/wiki/Момент_силы

ца

4

бке

Момент силы

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Момент силы (синонимы: **крутящий момент**, **вращательный момент**, **вертящий момент**, **вращающий момент**) — векторная физическая величина, равная векторному произведению радиус-вектора, проведённого от оси вращения к точке приложения силы и вектора этой силы. Характеризует вращательное действие силы на твёрдое тело.

Момент силы

$$\vec{M} = [\vec{r} \times \vec{F}]$$

Размерность

$$L^2MT^{-2}$$

Единицы измерения

СИ

$$Н \cdot м$$

[править | править]

Подскажите, ради Бога, почему момент силы указывается в "Ньютон умножить на метр", а не в привычных для всех Джоулях. Это сильно напрягает. Ведь все уже давно привыкли к Джоулям. Да и работа(энергия) развиваемая домкратами и рычагами часто указывается в Джоулях.

www.esbk.ru/products_info/ed/101_ed_as_obprom/elektrodivigatel_air_80a4.html

Технические характеристики электродвигателя АИР 80А4 (АДМ 80А4)

Двигатель	Мощность, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	Номинальный ток при напряжении 220/380В, А	Номинальный крутящий момент, Н*м	КПД, %	Cos φ	Ипуск/Ином	Мпуск/Мном	Ммакс/Мном	Ммин/Мном
АИР80А4*	1,1	1420	5,0 / 2,9	7,40	75,0	0,77	5,0	2,2	2,4	1,7

* Приведены значения для электродвигателей производства ОАО «Могилёвский завод «Электродвигатель»

Здесь должны указывать "Джоули" а не "Н*м"

Например иностранцы так делают - вместо "Ньютон на метр" пишут "Джоуль":



jack, screwjack Joules



Engineering Mechanics - Страница 166 - Результат из Google Книги

<https://books.google.ru/books> - Перевести эту страницу

Dr. I.S. Gujral - 2012

Derive expressions for finding effort for raising a weight using a screw jack ... [Ans. 605.1 N; 56.52 %; 342.02 N; Workdone = 1210.2 Nm or joules] An effort of ...

Engineering Mechanics - Страница 139 - Результат из Google Книги

<https://books.google.ru/books> - Перевести эту страницу

S. S. Bhavikatti, K. G. Rajashekarappa - 1994 - Makine Mühendisliği

Pulley used to lift water from a well and screw jacks used to lift motor car are some of the common ... pulley block, inclined plane, simple screw jack, differential screw jack and winch crab. ... One N-m work is also known as one Joule (J).

Вопрос 5. А поточнее?

Ответ: Поточнее ответ на исходный вопрос выглядит так - причина того, что одна и та же единица СИ имеет разные названия в Физике как то [Ватт] акт. мощность, [ВольтАмпер] полная мощность, [ВАр] реакт. мощность (или [Нм] момент силы и [Дж] энергия) в том, что в Физике эти физические параметры равны что-то умножить на что-то (например Энергия равна сила умножить на перемещение), а

умножение для векторных величин в физике бывает не менее трёх видов

-умножение модулей векторов

-умножение скалярное

-умножение векторное

По разному умножаем - разные физ. величины получаем. А в системе СИ только один тип умножения - модуль на модуль (Поэтому Полная мощность[ВА], Активная мощность[Вт] и Реактивная мощность[ВАр] вынесены не в основные, а в дополнительные разделы СИ).

Кроме того, сами умножаемые величины могут быть разными -например тело представляющее собой куб (каждое ребро которого равно 1 метр) имеет координату (например северной широты) 1 метр, и это тело прошло путь 1 метр, перемещение тела в пространстве также равно 1 метр : все 4 величины похожи и измеряются в метрах: ширина куба $x_1=1$ метр, координата куба $x_2=1$ метр, путь пройденный телом в пространстве $x_4=1$ метр, перемещение тела в пространстве $x_3=1$ метр, -но тем не менее все эти 4 величины разные и невзаимозаменяемые, так $(x_1)^3$ равно объёму куба, а $(x_2)^3$ и $(x_3)^3$, $(x_4)^3$ не равны объёму куба (или могут только случайно совпасть по значению; так длина бревна в метрах может совпасть с электрической ёмкостью Земли в Фарадах -связи нет, это случайное совпадение).

Есть и другие причины в технике почему кажущиеся одинаковыми величины называют и обозначают по разному (и имеют единицы измерения разные), и наоборот разные величины могут меряться в одних и тех же единицах измерения.

В случае с "Джоулями" и "Ньютон на метр": в формуле Работы ($Дж=Н*м$) $Q=F*x$: x -это перемещение тела под действием силы F ; в формуле Моменты Силы ($Н*м=Н*м$) $M=F*x$: x -это плечо силы F , а не перемещение; перемещение и длина рычага (плечо силы) это разные невзаимозаменяемые величины хоть и меряются обе в одних и тех же единицах - в метрах.

Вот пример разбора путаницы с "Джоулями" и "Ньютон на метр"ами в английской википедии:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Torque>

joul 1 из 9

Units [\[edit \]](#)

Torque has the dimension of force times distance, symbolically L^2MT^{-2} . Official SI literature suggests using the unit newton metre (N·m), or, joule per radian (J/rad).^[9] The unit *newton metre* is properly denoted N·m rather

Вопрос 7. Всё что вы пишете вроде согласуется с большинством источников и учебников по электротехнике. А вот я прочитал в статье [из [18] Широков, 1972, с. 318.] https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная_частица как работает обычный трансформатор и вот там сказано:

Процесс обмена виртуальными фотонами между обмотками **электрического трансформатора**. Электроэнергия передаётся из одной обмотки трансформатора в другую виртуальными фотонами с энергией $\hbar\omega$ (ω — частота переменного тока) и с длиной волны порядка размеров зазора между обмотками трансформатора. Импульс волн такой длины на несколько порядков превышает импульс свободной волны частотой $\omega=50\text{Гц}$, так как свободная волна такой частоты имеет длину волны порядка 1000 км.^[18]

Выходит не все физические величины реальные а есть и виртуальные?

Ответ: вот когда студенты во всех ВУЗАХ России так будут отвечать преподавателю на вопрос "Как работает трансформатор, и, кроме того, можно будет всем купить (как теперь мультиметр) приборы для измерения количественных и других параметров виртуальных частиц, вот тогда и я вам отвечу.

Вопрос 7. Зачем вы морочите людям голову?

Ответ: Не ошибается никто тот кто ничего не делает

По всем ошибкам и замечаниям просьба сообщать на tech@n-power.ru.

[5]. Теория и расчёт трансформаторов малой мощности Ю.Н.Стародубцев /РадиоСофт Москва 2005г./
rev d25d5r4feb2013

[6]. Международная система единиц, СИ, см напр. ГОСТ 8.417-2002. ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИН.

rev v1 r01nov17 v2 r09dec19 v3 мотор АИР v4 плечо силы
v5 140921 плеч / грамм /вопрос3/ f->P(cosΦ) ибп стаб PF1
v6 150921 вых. коэфф. мощн.
0 ст 7 дополн PQS v7 200222 __фото конд. трансф.