

Об учете особенностей нагрузки, подключаемой к ИБП и ГУ

При выборе модели источника бесперебойного питания (ИБП) и генераторной установки (ГУ) в первую очередь руководствуются суммарной мощностью компонентов защищаемой системы и необходимым временем поддержания ее в автономном состоянии.

Знание суммарной мощности компонентов системы, заявленных в паспортах подключаемых приборов, к сожалению, не дает полной информации о том, на какую мощность должны быть рассчитаны ИБП и ГУ. Необходимая мощность ИБП и ГУ зависит, от характера подключаемой нагрузки, определяемой составом подключаемого оборудования.

Нередко в составе системы бесперебойного используют несколько ИБП, часть из которых находится в резерве на случай выхода из строя одного из основных ИБП. Коэффициент резервирования ($N_{рез}$) представляет собой отношение мощности всех ИБП к мощности ИБП необходимых для питания нагрузки.

Для вычисления необходимой номинальной мощности ИБП можно воспользоваться следующим выражением:

$$P_{UPS} = (1,15 \div 1,25) N_{рез} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{K_i} \times \frac{I_i^{start}}{I_i^{nom}} k_i^{\tau},$$

где: P_{UPS} – номинальная полная мощность ИБП, необходимых для обеспечения питания защищаемой системы (кВА, при коэффициенте мощности 0,7, 25°C),

1,15 ÷ 1,25 – коэффициент запаса мощности ИБП,

$N_{рез}$ – коэффициент резервирования,

n – количество токоприемников в защищаемой системе,

P_i – номинальная мощность i -го токоприемника (кВт),

K_i – коэффициент мощности i -го токоприемника,

I_i^{start} – пусковой ток i -го токоприемника (А),

I_i^{nom} – номинальный ток i -го токоприемника (А),

k_i^{τ} – коэффициент одновременности включения для i -го токоприемника.

При расчете мощности ГУ необходимо принимать во внимание как суммарную потребляемую нагрузкой мощность, так и рекомендации по минимально допустимому значению нагрузки для конкретной ГУ, обычно составляющему 30%. При длительной эксплуатации ГУ с меньшим значением нагрузки значительно уменьшается ресурс работы двигателя и требуются специальные мероприятия по техническому обслуживанию. Следует обращать внимание на способность ГУ работать при переменной нагрузке и перегрузках, вызванных подключением потребителей с высоким пусковым током. Необходимо учитывать способность конкретной ГУ работать с потребителями, имеющими высокий пик-фактор. В силу особенностей характеристик ГУ с двигателем внутреннего сгорания следует значение коэффициента запаса мощности в 1,3 – 1,5 раза. Большим, чем в случае расчета мощности ИБП.

Необходимую номинальную мощность ГУ (P_{GEN}) можно получить, зная необходимую номинальную мощность ИБП (P_{UPS}):

$$P_{GEN} = (1,3 \div 1,5) P_{UPS}.$$

При выборе ГУ для совместной работы с ИБП мощность ГУ должна составлять 200% мощности ИБП с 6-импульсным выпрямителем и 150% мощности ИБП с 12-импульсным выпрямителем или с 6-импульсным выпрямителем с гармоническим фильтром.

Особенности некоторых потребителей электроэнергии приведены в таблице 1.

Таблица 1

Особенности некоторых потребителей электроэнергии

Потребитель	Чувствительность к искажениям \sin	Пусковые токи	Длительность импульса пускового тока, сек.	Нелинейность (пик-фактор)	Коэффициент мощности
Лампы накаливания	Отсутствует	$(5 \div 10)I_{nom}$	$(0,05 \div 0,3)$		$K_{нагр}=1$
Электронагревательные приборы из сплавов нихром, фехраль, хромаль	Отсутствует	$(1,05 \div 1,1)I_{nom}$	$(0,5 \div 30)$		$K_{нагр}=1$
Люминесцентные лампы с пусковыми устройствами	Отсутствует	$(1,05 \div 1,1)I_{nom}$	$(0,1 \div 0,5)$	Возможен $3:1 \div 6:1$ для ламп с электронной регулирующей аппаратурой	$K_{нагр}=(0,5 \div 0,6)$
Компьютеры, мониторы и другие приборы с выпрямителем на входе блока питания	Отсутствует	До $10I_{nom}$	$(0,25 \div 0,5)$	$3:1 \div 6:1$	$K_{нагр}=(0,6 \div 0,8)$
Бытовая электроника, офисная техника и другие приборы с трансформатором на входе блока питания	Необходим ИБП с \sin напряжением	До $3I_{nom}$	$(0,25 \div 0,5)$		$K_{нагр}=(0,4 \div 0,6)$
Устройства с электродвигателями, в том числе холодильные установки и кондиционеры	Необходим ИБП с \sin напряжением	$(3 \div 5)I_{nom}$	$(1 \div 3)$	Возможен $3:1 \div 6:1$ для двигателей с электронной регулирующей аппаратурой	$K_{нагр}=\cos \varphi \approx 0,6$

Лампы накаливания и электронагревательные приборы.

Действие этих электроприборов основано на использовании видимого или теплового излучения проводника нагреваемого проходящим электрическим током. В качестве материала проводников обычно используют металлы и их сплавы. Нити накала ламп и проводники нагревателей разогреваются до высоких температур. Электрическое сопротивление разогретого проводника существенно выше сопротивления того же проводника при комнатной температуре. Например удельное электрическое сопротивление вольфрама, из которого изготавливают нити ламп накаливания, при 20°C составляет 5,5 мкОм*см, а при 1727°C – 55,7 мкОм*см, что примерно в десять раз больше. Чем больше рабочая температура нити, тем сильнее отличается её сопротивление в нагретом состоянии от сопротивления в холодном состоянии. Следовательно сетях с данными потребителями при одновременном включении возможны пусковые токи десятикратно превышающие номинальный. Длительность перегрузки будет определяться временем разогрева нитей ламп или выхода нагревателей на рабочую температуру.

Люминесцентные лампы с пусковыми устройствами

Пусковые устройства люминесцентных ламп содержат дроссели, а работающая люминесцентная лампа обладает нелинейным сопротивлением

Компьютеры, мониторы и другие приборы с выпрямителем на входе блока питания.

Блоки питания этих устройств обычно имеют на входе выпрямитель с фильтром в виде конденсатора емкостью 100 – 500 мкФ. При включении в сеть конденсатор фильтра заряжается до амплитудного значения питающего напряжения. При этом устройство потребляет от питающей сети ток, зависящий от ёмкости конденсатора фильтра и прямого сопротивления диодов выпрямителя. Длительность пускового импульса зависит от постоянной времени RC-цепи, образованной прямым сопротивлением диодов выпрямителя и емкостью конденсатора фильтра.

Мониторы с цветными электронно-лучевыми трубками имеют систему размагничивания, срабатывающую при включении в сеть. Затухающий импульс тока, потребляемый системой размагничивания может превышать номинальный потребляемый монитором ток в 5 - 10 раз. Длительность импульса размагничивания составляет несколько периодов, то есть при частоте питающей сети 50 Гц может достигать 0,25 – 0,5 с. Коэффициент мощности этих устройств обычно равен 0,6 – 0,7.

Бытовая электроника, офисная техника и другие приборы с трансформатором на входе блока питания.

Наличие трансформатора с сердечником из электротехнической стали или пермаллоя на входе блока питания определяет их чувствительность к несинусоидальности питающего напряжения. Инверторы многих ИБП вырабатывают напряжение симметричной прямоугольной формы с коэффициентом заполнения около 0,5 – ступенчато аппроксимированную синусоиду. При том же амплитудном и действующих значениях, что и у синусоидального, такое переменное напряжение вызывает насыщение сердечника трансформатора, а следовательно, снижение индуктивного сопротивления обмоток, увеличивает их разогрев, нередко приводящий к выходу из строя трансформатора и всего устройства. Для питания таких приборов необходимы ИБП с синусоидальным напряжением на выходе инвертора.

Устройства с электродвигателями, в том числе холодильные установки и кондиционеры.

Электродвигатели переменного тока представляют собой нагрузку с индуктивной составляющей. Несинусоидальность питающего напряжения может вызывать повышенный разогрев обмоток. Для питания таких потребителей необходимо применять ИБП с синусоидальным напряжением на выходе, а коэффициент мощности считать равным $\cos \varphi$.

Пускорегулирующая аппаратура электродвигателя (преобразователь частоты и др.) может создавать нелинейную нагрузку для ИБП сходную с компьютерной.

Часто электродвигатели применяют для приведения в движение устройств с большим пусковым моментом. Например, электродвигатели компрессоров холодильных установок при включении потребляют ток, превышающий номинальный в 3 – 5 раз. Длительность пускового импульса обычно составляет 2 – 3 секунды.

Учет реактивного характера нагрузки.

Реактивный характер нагрузки учитывают, используя коэффициент мощности нагрузки. Номинальную мощность ИБП указывают для коэффициента мощности нагрузки 0,7. Если предусматривается питать нагрузку с иным коэффициентом мощности, необходимо учитывать это при выборе ИБП. Пересчет мощности ИБП можно выполнить по формуле:

$$P_{UPS} = P_{nom} \frac{K_{UPS}}{K_{нагр}}, \text{ (кВА)}$$

где: P_{nom} - расчетная мощность нагрузки,

K_{UPS} - номинальный коэффициент мощности ИБП,

$K_{нагр}$ - коэффициент мощности нагрузки.

В таблице 2 рассмотрен пример выбора номинальной мощности ИБП SYNTHESIS.

Таблица 2

Пример выбора необходимой мощности ИБП SYNTHESIS по данным производителя.

Номинальная мощность ИБП, кВА, для коэффициента мощности 0,7 при 230В/50Гц/25°C	6,6	8,8	11	13,2	16,5	22
Коэффициент мощности	Результирующая номинальная мощность ИБП, кВт.					
Индуктивная нагрузка						
0,6	6,6	8,8	11	13,2	16,5	22
0,7	6,6	8,8	11	13,2	16,5	22
0,8	5,8	7,8	9,6	11,5	14,5	19,3
0,9	5,1	7	8,6	10,2	13	17
Активная нагрузка	4,6	6,2	7,7	9,2	11,6	15,4
Емкостная нагрузка						
0,9	5,1	7	8,6	10,2	13	17
0,8	5,8	7,8	9,6	11,5	14,5	19,3
0,7	6,6	8,8	11	13,2	16,5	22
0,6	6,6	8,8	11	13,2	16,5	22

Для принятия верного решения требуется знание полной электрической мощности нагрузки, ее активной и реактивной составляющей, пусковых токов компонентов нагрузки, и многих других параметров. При расчете необходимой мощности ИБП учитывают, что при длительной эксплуатации мощных ИБП в условиях распределенной сети потребителей, подключенной к его выходу, нельзя исключать возможность временных перегрузок от включения несанкционированной нагрузки. Необходимо иметь в виду, что для обеспечения устойчивой и безаварийной работы оборудования мощность ИБП выбирается с запасом 15-25% от расчетной мощности нагрузки. Для обеспечения резервирования параллельного комплекса ИБП необходимо, чтобы расчетная мощность нагрузки не превышала суммарной выходной мощности ИБП без учета резервирования.