

Турдумаматов Бейшеналы, Алымырзаев Дастан -
магистранты,
Дьячков Юрий Анатольевич – преподаватель,
Ошский технологический университет
E-mail: beish@ mail.ru

СИСТЕМА АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В статье даны краткие сведения об автономных системах энергоснабжения, пути выбора наилучшего источника энергии, достоинства и недостатки автономного электроснабжения, а также рассмотрены разные виды альтернативных источников энергии.

Ключевые слова: Энергия, мощность, автономное электроснабжение, коэффициент использования, альтернативные источники, энергетика, преобразование, возобновляемые источники, накопители энергии, линии электропередачи, потребление.

Turdumamatov Beishenaly, Alymyrzaev Dastan - graduate
students, Dyachkov Yuri Anatolyevich - lecturer,
Osh Technological University

AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEM USING DIFFERENT ENERGY SOURCES

The article provides brief information about autonomous power supply systems, ways of choosing the best energy source, advantages and disadvantages of autonomous power supply, and also considers various types of alternative energy sources.

Key words: Energy, power, autonomous power supply, utilization rate, alternative sources, energy, transformation, renewable sources, energy storage, transmission lines, consumption.

Произошедшие за последние годы инновации в части развития и применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для малой и распределенной энергетики широко обсуждаются применительно к внедрению в большую энергетику. Наряду с появлением новых источников ВИЭ (ветровые, фотоэлектрические, солнечные, гидро-и биогазовые установки и др.) возникает целый спектр вопросов, связанных с их применением и, в частности, вопросы объединения указанных устройств на переменном или постоянном токе, применения накопителя электроэнергии (НЭЭ), управления, мониторинга и др.

В настоящей работе рассматриваются системы автономного энергоснабжения с точки зрения выбора вида тока и системы управления разнородными источниками генерации с учетом требований по качеству электроэнергии и видам оборудования. Обычно вид тока в цепи нагрузки определяется типом генератора и видом нагрузки.

Для перспективных автономных необслуживаемых энергосистем с применением ВИЭ целесообразно вообще отказаться от применения ДЭС.

В виде примера на рис.1 приведена однолинейная схема автономной энергосистемы на мощность нагрузки 5 кВт с использованием ветроэлектрических установок - ВЭУ, фотоэлектрических установок - ФЭУ, накопителей электроэнергии -

НЭЭ на базе ТЭ воздушно-водородного цикла с длительным хранением энергии, НЭЭ на базе АБ для покрытия пиков мощности, которая может работать на переменном токе.

Принимаются следующие обозначения: Р – разъединители, В – выключатели, И – инверторы напряжения, ТЭ – топливные элементы, АБП - автономный бесперебойный блок питания, СУ -система управления, ТК - телеканал. Кроме того, Е1÷Е4 - э.д.с. четырех установок ВЭУ, каждая мощностью по 40 кВт, Е5 ÷ Е6–э.д.с. двух установок ФЭУ, каждая мощностью по 10 кВт, Е7 –э.д.с, топливных элементов ТЭ мощностью 10 кВт, Е8 –э.д.с. аккумуляторной батареи АБ, входящей в состав АБП мощностью 10 кВт.

Имея в виду усредненный коэффициент использования мощности (КИУМ) для ВЭУ, равный 30%, получаем выдаваемую за год мощность ВЭУ 50 кВт, для ФЭУ можно принять КИУМ 50% и выдаваемая мощность составит 10 кВт. Более реалистичные оценки обычно делаются с учетом карт ветровых нагрузок и инсоляции для определенных регионов.

Рассматриваемые распределенные системы энергоснабжения на постоянном токе обладают абсолютной устойчивостью, управляемостью, резервируемостью; отсутствием необходимости синхронизации и синфазирования при вводе источников; снижением или отсутствием расхода топлива для «горячего» резерва за счет НЭЭ, полной автоматизацией и мониторингом, присутствием «умным сетям», высокой экологичностью.

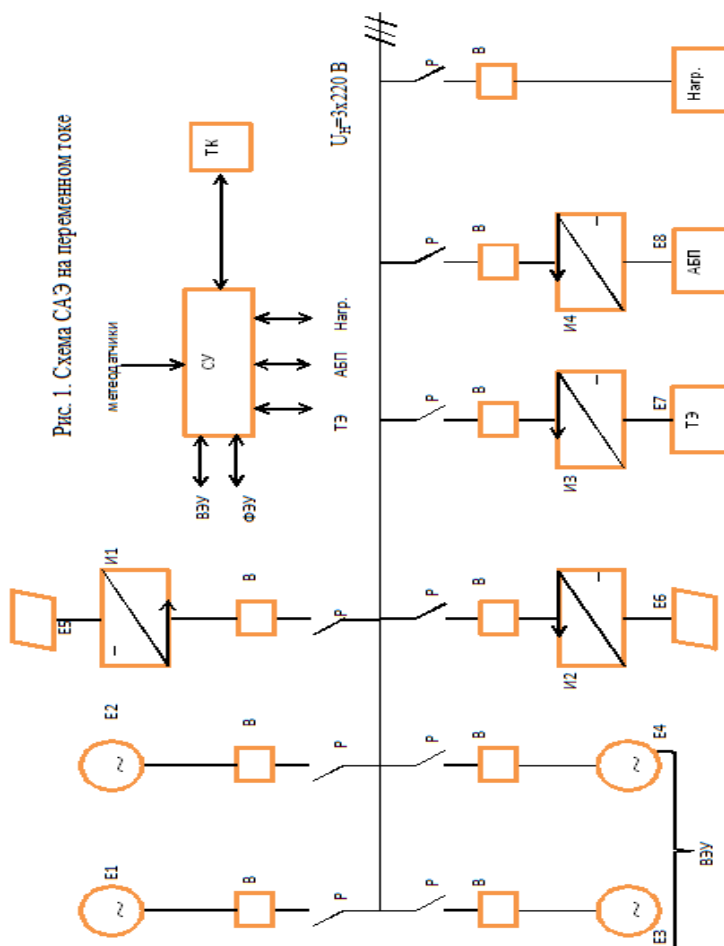


Рис. 1. Схема САЭ на переменном токе.

Требования к системе - выбор альтернативного источника энергии.

Нестабильно подающееся напряжение, перебои питания или регулярные отключения тоже могут вынудить владельцев недвижимости задуматься о получении энергии из альтернативных источников.

Устройство автономной электросистемы позволит обеспечить энергией частные постройки, не подключенные к централизованным электрическим сетям. Сооружение дополнительных мини и микроэлектростанций поможет сократить энергетические расходы дач, домов и крестьянско-фермерских хозяйств, снабжаемых электричеством. Но для того чтобы воспользоваться этим надо точно знать, как сделать автономное электроснабжение этих объектов.

Мы рассмотрим информации об устройстве независимых систем энергоснабжения.

В нашей статье рассмотрены варианты устройства автономных энергетических систем, приведены и оценены все возможные источники получения энергии. Подробно изложены принципы сооружения и действия автономного электроснабжения.

Чтобы автономный комплекс корректно работал и производил объем энергии, полностью покрывающий потребности всех домашних электроустройств и предметов бытовой техники, перед монтажом оборудования проводят предварительный расчет общей мощности имеющихся в наличии электропотребителей.

К числу электропотребителей относятся такие агрегаты, как:

- электрическое освещение;
- холодильная техника;
- крупно- и мелкогабаритные бытовые приборы;

Базовую мощность узнают из сопроводительных документов, выданных производителем и прилагающихся к каждому агрегату.

Этот показатель у всех разный, но любые приборы и устройства одинаково требуют стабильной подачи электроэнергии с определенной частотой электропотока и без перепадов напряжения.

Автономная электрическая система позволяет круглогодично обеспечивать необходимый уровень комфорта в домах и хозяйствах, расположенных далеко от центральных коммуникационных систем (ВЛЭП, КЛЭП, РУ питающих п/ст и КТП) отвечающих за поставку энергоресурса. Данные о мощности приборов суммируют и таким способом выясняют, сколько реальных киловатт - часов должна бесперебойно вырабатывать в день автономная энергосистема. Рекомендуем повысить полученное число на 15-30%, чтобы в будущем иметь запас на увеличение потребления энергии (расширение хозяйства и пополнение энергопотребителей).

Наличие в частном доме комплекса автономного электроснабжения обеспечивает владельцу полную свободу действий. У него в распоряжении всегда будет нужный ресурс, независимо от того, какую цену установит на электричество государство.

В настоящее время для потребителей отдалённых от внешних сетей целесообразно применять системы автономного электроснабжения, представляющие совокупность источников, в том числе возобновляемых, и преобразователей электроэнергии, обеспечивающих бесперебойное электроснабжение потребителей [2].

Состав системы автономного электроснабжения с использованием разнородными источниками должен состоят из нижеследующих элементов:

- 1) источники электроэнергии - (газо-, бензо-, дизель электростанция, а также солнечные или ветроэлектростанции);
- 2) система преобразования электроэнергии - (инверторы - служащие для преобразования постоянного тока в переменный ток (напряжение 220/380 В), а также выполняющие функции зарядных устройств - для аккумуляторных батарей);
- 3) - блок коммутации, система автоматического управления и контроля за параметрами электроэнергии системы;
- 4) - аккумуляторные батареи;

- 5) – ввод для подключения внешней сети;
- б) – стабилизаторы параметров электроэнергии.

При работе от внешней электрической сети (рис.2) происходит заряд аккумуляторных батарей (АБ) системы через инвертор (И). После отключения внешней сети инвертор мгновенно, за время, не превышающее 0,02 с переключается на питание от АБ. Блок коммутации (БК) контролирует состояние АБ и при их разряде через систему

автоматического управления включает генератор электроэнергии (Г).

После выхода на режим генератора БК переключает нагрузку на него, а инвертор выполняет функции зарядного устройства АБ.

После заряда батарей, либо при не нормальной работе генератора, БК переключает питание нагрузки через инвертор, генератор в этом режиме выключается.

Преимуществом данной системы является неограниченное время работы (допустимое время работы генератора обычно до 12 часов, аккумуляторных батарей в зависимости от ёмкости батарей и мощности потребителей). Ограничением является ёмкость бака привода генератора и моторесурс непрерывной работы электромеханического генератора электроэнергии.

Значительно повышаются показатели надёжности системы автономного электроснабжения при использовании модульного принципа построения основных её функциональных узлов [1].

Кроме того, повысить КПД системы автономного электроснабжения можно за счёт применения в конструкции статических преобразователей

трансформаторов с вращающимся магнитным полем [3,4]. Для улучшения массы САЭ, что важно для транспортных систем необходимо в составе статических преобразователей применять звенья с промежуточным высокочастотным преобразованием электроэнергии.

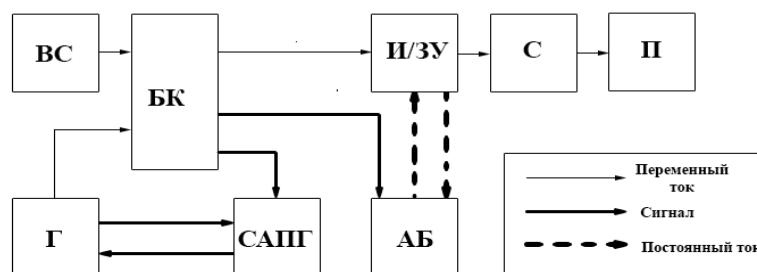


Рис. 2. Система автономного электроснабжения.

(ВС – внешняя сеть; Г – генератор; САПГ - система автоматического пуска генератора); БК – блок коммутации; И/ЗУ– инвертор/зарядное устройство; АБ – аккумуляторные батареи; С – стабилизатор; П –потребитель)

На следующем этапе определяют основные технические характеристики будущей энергосистемы. Эти параметры напрямую зависят от ее назначения. Собираясь сделать резервный источник, подключающийся только в определенный момент, когда недоступно получение электричества через централизованные коммуникации, устанавливают предполагаемое время работы автономного оборудования, и на основании этих данных вычисляют нужную для нормального функционирования системы мощность автономного источника энергии.

Для проектирования систем электроснабжения необходимо знание максимального значения электрической нагрузки объекта, которую называют расчетной.

Расчетная нагрузка — наибольшее из средних значений полной мощности за промежуток времени 0,5 ч, которое возникает на вводе к потребителю или в питающей сети в расчетном году с разной вероятностью.

Расчетную максимальную нагрузку на вводе в объект определяют по графику электрической нагрузки. Это зависимость полной (S), активной (P) или реактивной мощности от времени.

Графики нагрузок бывают суточными и годовыми. В большинстве случаев в разные периоды года графики нагрузки значительно различаются, особенно в районах, где меняется длительность светового дня, например в северных широтах.

При расчетах ограничиваются двумя характерными *суточными графиками* зимнего и летнего дней.

Если на систему автономного электроснабжения планируют возложить все электрообеспечение в жилом помещении и хозяйственных постройках, заранее четко высчитывают примерное дневное и вечернее потребление.

В качестве примера рассчитаем потребность в электропитании типичного сельского дома (табл. 1). Потребность электроэнергии зависит от мощности бытовых приборов и продолжительности их работы. В таблице приведено примерное суточное электропотребление сельского домика.

Таблица 1
Потребность в электропитании типичного сельского дома

№	Нагрузка, Вт	Установленная мощность электроприемников, (Вт)	Длительность работы электроприемников (час в сутки)	Расход электроэнергии (Вт*час)
1	Освещение (лампы энергосберегающие с $P=15$ Вт)	15		
1.1	Столовая - 2 шт	30	2	60
1.2	Кухня - 2 шт	30	2	60
1.3	Спальня - 1 шт.	15	1	15
2	Телевизор	30	3	90
3	Холодильник	150	24	1300
4	Радио	10	2	20
5	Стиральная машина	900-1200	1	900-1200
	Итого	Руст = 1165-1465 Вт		2385-2685 Вт*час

Этот расчет определяется из требования обеспечения минимума «комфортного быта» и составил 71,5 -80,5 кВт час в месяц. В этом случае с учетом КПД достаточно применить автономную электростанцию мощностью 1,5 кВт.

Максимальная потребность сельского жителя составляет 110-120 кВт*час в месяц. В этом случае достаточно применить автономную электростанцию мощностью 3,5-4 кВт (Учитывая коэффициент одновременности, использования электроприемников).

Резкие колебания тока и напряжения в сети, даже при таком большом диапазоне работы, очень негативно влияют на работу электроприемников и часто выводят их из строя.

Установлено, что электрическая нагрузка изменяется по нормальному закону распределения, закону Гаусса, описываемому уравнением функций распределения

$$F(S) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-s}^s e^{-\frac{(S-M)^2}{2\sigma^2}} dS, \quad (1)$$

где S -единичная мощность приемника; σ – средноквадратическое отклонение мощности преемника от математического ожидания; e -основание натурального логарифма; M - математическое ожидание (средняя величина) мощности.

По графику нагрузки объекта можно найти расчетную нагрузку, для этого берут участок, где наибольшая нагрузка в течение не менее получаса. В тех случаях, когда максимум нагрузки длится менее получаса, определяют эквивалентную мощность:

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots t_n}}, \quad (2)$$

где P_1, P_2, \dots, P_n –наибольшие нагрузки; t_1, t_2, \dots, t_n – продолжительность действия нагрузок.

Если в течение расчетного периода электрифицируемый объект намечено газифицировать с использованием природного газа, то полученную по номограмме электрическую нагрузку уменьшают на 20%.

Для вновь электрифицируемых населенных пунктов, а также при отсутствии сведений об электропотреблении расчетные нагрузки, (кВт) на вводе в жилой дом принимают по нижеприведенным данным.

Таблица 2

При отсутствии сведений об электропотреблении расчетные нагрузки, (кВт)
на вводе в жилой дом

Населенный пункт	Газифици- рованный	Негазифици- рованный
Старая застройка (более 60 % домов построено более 20 лет назад)	1,5	1,8
Преимущественно новая застройка	1,8	2,2
Город, поселок городского типа, поселок при крупных сельскохозяйственных комплексах и т. д. с благоустроенными квартирами	4,0	5,0

При наличии бытовых кондиционеров расчетные нагрузки жилых домов увеличивают на 1 кВт.

Электрические нагрузки, как правило, рассчитывают отдельно для режимов дневного и вечернего максимумов. В случаях, когда известен только один какой-либо режим нагрузок, для расчета другого используют коэффициенты дневного и вечернего максимумов k_d и k_v :

Таблица 3

Дневная и вечерняя электрические нагрузки на вводе жилого дома

Жилой дом	$k_{д,о.е}$	$k_{в,о.е}$
С электроплитами и водонагревателями	0,6	1,0
С электроплитами	0,6	1,0
Без электроплит	0,3...0,4	1,0

Полная дневная и вечерняя электрические нагрузки на вводе жилого дома

$$S_d = P_d / \cos \varphi \text{ и } S_v = P_v / \cos \varphi. \quad (3)$$

Таблица 4

Значения $\cos \varphi$ для различных видов нагрузки и потребителей

Вид нагрузки потребителей и потребители	$\cos \varphi$

Производственная	0.8
Коммунально-бытовая	0.9
Животноводческие комплексы (без электрообогрева)	0.75

Выводы. По результатам исследований по данной теме можно сделать следующие выводы:

- Рассмотренные системы АЭС с использованием-ВЭУ, ФЭУ, накопителей электроэнергии - НЭЭ на базе ТЭ воздушно-водородного цикла с длительным хранением энергии, НЭЭ на базе АБ для покрытия пиков мощности, которая может работать на переменном токе можно применять для электроснабжения потребителей малой мощности отдаленных от магистральных ЛЭП.
- Рассмотрены возможные области использования разнородных источников энергии для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей небольшой мощности.
- Рассчитаны фактическая установленная мощность, необходимая для полноценной работы освещения, оборудования и бытовой техники фермерского домика.
- Правильно рассчитанная и корректно смонтированная система позволит забыть о всех проблемах с электроснабжением потребителей малой мощности отдаленных от магистральных ЛЭП и больше никогда не зависеть от того, какие цены на ресурс и ограничения на потребление выставит государственная энергокомпания.

Литература:

1. **Белей, В.Ф.** Выбор ветроустановок на основе опыта эксплуатации ветропарка Калининградской области [Текст] // Электрика 2003 № 2 Стр.120
2. **Быстрицкий, Г.Ф.** Основы энергетики. [Текст] / М., "КноРус" 2012. 3 изд., Стр.350.
3. **Григораш, О.В.** Модульные системы гарантированного электроснабжения. [Текст] / С.В. Божко, Д.А. Нормов // Краснодар. 2015. С. 306.
4. **Григораш, О.В.** Автономные источники электроэнергии: состояние и перспективы. [Текст] / С.В. Божко, А.Ю. Попов // КноРус"2 2012. С.174.
5. **Григораш, О.В.** Преобразователи электрической энергии на базе трансформаторов с вращающимся магнитным полем для систем автономного электроснабжения. Промышленная энергетика. [Текст] // 1997. № 7. С.21-26.