

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

**В.П. Пантелеев, И.А. Аккозиев,
И.И. Галанина, Д. Сулайманова**

**ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ
ЖИЛИЩНОГО КОМПЛЕКСА
ОТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Справочно-методическое пособие

Бишкек 2009

УДК 620.9:644.1:502.174.3 (075)

Рецензенты: В.А. Юриков, канд. техн. наук, профессор
П.И. Пахомов, докт. техн. наук, профессор
Рекомендовано к изданию кафедрой
«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Пантелеев В. П.

П 16 Энергообеспечение жилищного комплекса от альтернативных источников энергии: Справочно-методическое пособие / В.П. Пантелеев, И. А. Аккозиев, И. И. Галанина, Д. Сулайманова. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2009. – 212 с.

В учебном пособии изложены современные подходы и методы расчета основных энергетических потенциалов нетрадиционных источников энергии, перспективных для Кыргызстана видов возобновляемых источников энергии, в том числе малой энергетики, ветровой, солнечной энергетики на основе использования солнечных фотоэлектрических и водонагревательных установок, геотермальной энергетики с использованием тепловых насосов и биологических газовых установок.

Учены особенности применения и использования современных энергоустановок и электрооборудования на базе возобновляемых источников энергии, работа этого оборудования в системе электроснабжения на локального или автономного потребителя (децентрализованная система электроснабжения).

Представленные в пособии материалы в основном предназначены для использования в учебном процессе студентами КРСУ, обучающихся по специальности «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», а также инженерам и менеджерам, специализирующимся в области менеджмента и практической эксплуатации энергоустановок на базе НВИЭ. Кроме того, они могут быть полезны для оценки современного состояния и перспектив использования возобновляемых источников энергии при организации и проведении школы-семинара по повышению квалификации инженерно-технических работников энергетических специальностей.

В пособии разработана примерная программа проведения курсов повышения квалификации на базе кафедры «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» КРСУ с использованием оборудования лаборатории «Нетрадиционной энергетики».

© КРСУ, 2009 г.

ВВЕДЕНИЕ

Альтернативная энергетика в настоящее время представляет собой развивающийся быстрыми темпами сектор энергетического рынка с огромными возможностями для дальнейшего роста. Так, например, мировое производство солнечных фотоэлектросистем за шесть лет (с 1999 по 2005 г.) выросло с 202 до 1656 МВт/год (8,2 раза), а в 2006 году превысило 2 ГВт (по данным совещания Минэнерго РФ «Законодательное обеспечение развития фотоэнергетики России»). По прогнозу Еврокомиссии установленная мощность фотоэнергосистем к 2030 г. увеличится до 140 ГВт. Данных по Кыргызстану нет. Интерес к фотоэлектронике обусловлен радикальным снижением удельной стоимости одного киловатта мощности солнечных фотоэлектрических установок (СФЭУ). (За последние 20 лет – в 7 раз.)

Постоянный рост цен на органическое топливо, уменьшение его запасов и, наконец, угроза глобального потепления диктуют необходимость максимального использования местных возобновляемых источников энергии и, в первую очередь, геотермальных энергетических ресурсов Кыргызской Республики для тепло- и энергоснабжения, как небольших поселков, так и городов.

Сегодня практически во всех странах мира, где имеются запасы геотермального теплоносителя с температурой более 30°C, активно развивается геотермальная тепло- и электроэнергетика.

По данным Международной геотермальной ассоциации к началу 2005 г. установленная мощность всех геотермальных электростанций (ГеоЭС), т.е. предприятий, производящих электрическую энергию, составила более 10 ГВт, а мощность геотермальных тепловых станций (ГеоТС) достигла 20 ГВт, что на 46,3 и 42,7% больше, чем в 1995 году. Эффективность ГеоЭС определяется стоимостью отпускаемой электроэнергии, топливная составляющая которой равна нулю, и поэтому ГеоЭС во многих конкретных случаях, особенно при большой стоимости доставки органического топлива, может оказаться более рентабельной, чем ТЭС.

Запасы твердого и жидкого топлива на планете находятся в ограниченном количестве и по прогнозам к середине XXI века запасы нефти и газа будут близки к истощению. Кроме того, увеличивающийся выброс двуокси углерода оказывает вредное влияние на окружающую среду, что ведет к уменьшению продолжительности жизни людей. Цен-

трализованная система электроснабжения требует больших капитальных вложений.

Нарушение экологии от использования традиционных источников энергии (уголь, газ, нефть), создание больших водохранилищ на крупных гидроэлектростанциях (ГЭС), вредное воздействие на окружающую среду тепловых электростанций (ТЭС), высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) указывает на необходимость более активного использования экологически чистых возобновляемых источников энергии, таких как, например, микроГЭС, ветроЭС, фотоЭС.

Благодаря научно-техническому прогрессу электрическую и тепловую энергию можно добывать сегодня локально посредством возобновляемых источников энергии, не оказывая вредного влияния на окружающую среду и не используя энергию твердого и жидкого топлива.

Программой школы-семинара предусматривается проведение практических занятий со слушателями семинара по вопросам эффективного использования промышленных установок солнечной, ветровой, геотермальной и гидравлической энергетики. Занятия проводятся на базе лабораторного и учебного оборудования кафедры «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» Кыргызско-Российского Славянского университета с привлечением всех заинтересованных специалистов, имеющих теоретическую и практическую подготовку в области эксплуатации систем энергообеспечения и теплофикации жилищного комплекса.

ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

1.1. Солнечная энергетика

Одним из важнейших направлений успешного использования солнечной энергии в Кыргызстане является разработка системы электроснабжения и теплофикации для локальных потребителей малой мощности на базе **фотозлектроустановок** (ФЭУ) и солнечных водонагревательных установок (СВНУ). Солнечное излучение (СИ) на поверхность Земли зависит от многих факторов: широты и долготы местности, ее географических и климатических особенностей, состояния атмосферы, высоты Солнца над горизонтом, размещения приемника СИ на земле по отношению к Солнцу и т.д.

Измерение составляющих СИ ($R_{\text{пр}}$ – прямое излучение; $R_{\text{д}}$ – диффузное или рассеянное; $R_{\text{отр}}$ – отраженное; $R_{\Sigma} = R_{\text{пр}} + R_{\text{д}} + R_{\text{отр}}$ – суммарное излучение) на земле производится на актинометрических станциях.

Солнечное излучение на земле используется с помощью солнечных энергетических установок, которое можно классифицировать по следующим признакам:

- по виду преобразования солнечной энергии в другие виды энергии – тепло или электричество;
- по концентрированию энергии – с концентраторами и без концентраторов;
- по технической сложности – простые (нагрев воды, сушилки, нагревательные печи, опреснители и т.п.) и сложные.

Указанные выше различные классификационные признаки солнечных энергетических установок (СЭУ) существенно влияют на их технико-экономические показатели и проблемы их реализации.

1.1.1. Солнечные фотозлектрические установки (СФЭУ) относятся к установкам прямого преобразования СИ в электрическую энергию и находят все более широкое применение как источники энергии для средних и малых автономных потребителей, а иногда и для больших солнечных электростанций, работающих в энергосистемах параллельно с традиционными ТЭС, ГЭС и АЭС. Наибольшее распространение получают СФЭУ на основе кремния трех видов: монокристаллического, поликристаллического и аморфного.

КПД СФЭУ промышленного производства составляет:

- для монокристаллических – 15 – 18% (до 24% на опытных образцах);
- для поликристаллических – 12 – 14% (до 16% на опытных образцах);
- для аморфных – 8 – 10% (до 14% на опытных образцах). Эти данные приведены для однослойного фотоэлемента (ФЭ). Сегодня уже исследуются двух- и трехслойные ФЭ, которые позволяют использовать большую часть солнечного спектра по длине волны СИ. Для двухслойного ФЭ на опытных образцах получен КПД=30%, а для трехслойного ФЭ – 35–40%.

Наконец, в последние годы появился весьма перспективный конкурент для кремния в СФЭУ – арсенид галлия. Установки на его основе даже в однослойном исполнении имеют КПД до 30% при гораздо более слабой зависимости его КПД от температуры. Известно, что во время работы СФЭУ поверхности их сильно нагреваются, что приводит к снижению их энергетических характеристик и требует дополнительных затрат на охлаждение ФЭ. По экспертным оценкам мощность СФЭУ в мире в 2005 г. составила 1,4 ГВт, а в 2010 г. превысит 5,4 ГВт. Технические и экономические характеристики СФЭУ, выпускаемые в России, приведены в [6].

СФЭУ целесообразно использовать в качестве резервного источника питания потребителей в комплекте с силовыми *инверторами* и *аккумуляторами* электрической энергии, в качестве которых используются химические источники тока.

Для использования СФЭУ в качестве источника электрической энергии необходимо произвести расчет ресурсов солнечной энергии в заданной точке установки ее принимающей площадки. Практически все разработанные в настоящее время в мире методы расчета ресурсов солнечной энергии на земной поверхности базируются на следующем методическом приеме. В качестве количественной меры оценки ресурсов солнечной энергии (СЭ) принимается СЭ, падающая на неподвижную горизонтальную приемную площадку (ПП), как в точке А, с координатами широты ϕ и долготы ψ , так и заданной территории площадью S , км². Далее полученные данные для горизонтальной ПП пересчитываются по эмпирическим формулам, предлагаемым разными авторами, на произвольно ориентированную ПП с учетом различных факторов, влияющих на приход СЭ. В связи с этим особое значение приобретают методы расчета прихода СЭ на горизонтальную ПП, в соответствии с которыми и определяются сегодня валовые ресурсы (потенциал) солнечной энергии на земной поверхности. Метод расчета приведен в [3].

Под валовым потенциалом солнечной энергии или солнечного излучения $E_{\text{ВАЛ}}^G$, кВт·ч/(м²·год), в заданной точке земной поверхности А(φ,ψ) обычно понимается среднегодовое значение СЭ, поступающей на горизонтальную приемную площадку площадью 1 м² за период, равный одному календарному году.

Месячные и годовые валовые потенциалы суммарной солнечной энергии в кВт·ч/м² приведены в табл. 1 по г. Бишкек для различного наклона поверхностей СФЭУ и при слежении ПП СФЭУ за Солнцем.

Таблица 1

Бишкек, широта 43°	Горизонтальная панель	Вертикальная панель	Наклон панели 35°	Вращение вокруг полярной оси
Январь	37	65,8	62,0	76,0
Февраль	55,2	76,5	80,2	99,1
Март	84,0	81,1	103,5	129,9
Апрель	116,6	80,0	125,0	160,1
Май	167,1	86,9	163,0	222,1
Июнь	199,0	86,2	184,9	269,3
Июль	206,8	95,7	198,1	289,0
Август	185,0	113,6	197,0	284,0
Сентябрь	130,1	119,0	161,6	222,0
Октябрь	95,4	130,0	141,7	185,8
Ноябрь	54,2	97,6	92,8	117,2
Декабрь	34,7	67,6	61,7	75,6
Год	1365,1	1099,9	1571,4	2129,9

Количество солнечной энергии, поступающей на горизонтальную поверхность Земли, сильно зависит от широты местности. Это хорошо иллюстрируется таблицей 1 [3] «Среднемесячное дневное поступление суммарной солнечной энергии на поверхность Земли, МДж/м² в день». Отношение среднемесячных приходов солнечного излучения в июне и декабре с увеличением широты возрастает. На широте 50° с.ш. оно равно 13.

1.1.2. Этапы расчета фотоэлектрической системы (ФЭС)

Фотоэлектрические системы могут быть автономными (рис. 1а) или работающими параллельно с централизованной сетью электроснабжающей организации (рис. 1б).

Автономные фотоэлектрические системы (АФЭС) используются там, где нет сетей централизованного электроснабжения. Для обеспечения энергией в темное время суток или в периоды без яркого солнечного света необходима аккумуляторная батарея.

АФЭС часто используются для электроснабжения отдельных домов. Малые системы позволяют питать базовую нагрузку (освещение и иногда телевизор или радио). Более мощные системы могут также пи-

тать водяной насос, радиостанцию, холодильник, электроинструмент и т.п. Система состоит из солнечной панели, контроллера, аккумуляторной батареи, кабелей, электрической нагрузки и поддерживающей структуры.

Конфигурация автономной ФЭС приведена на рис. 1а.

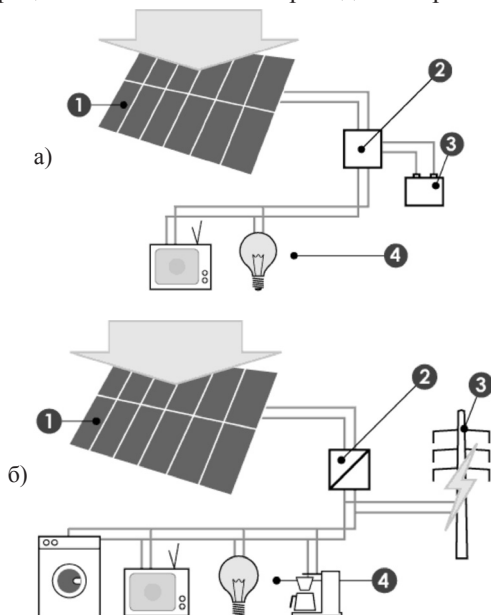


Рис. 1: а – конфигурация автономной фотоэлектрической системы:
1 – солнечные панели; 2 – контроллер; 3 – АБ; 4 – нагрузка;
б – конфигурация соединенной с сетью фотоэлектрической системы:
1 – солнечные панели; 2 – инвертор; 3 – сеть; 4 – нагрузка.

ФЭС, работающая совместно с централизованной сетью электроснабжения. Для согласования работы автономной ФЭС с централизованной сетью служит инвертор.

Инвертор используется для соединения фотоэлектрических панелей с сетью. Существуют также так называемые АС-модули, в которых инвертор встроен на задней части модуля. Солнечные панели могут быть установлены на крыше здания под оптимальным углом наклона с помощью поддерживающей структуры или алюминиевой рамы. Простые системы с АС-модулями и заводскими поддерживающими структурами выпускаются все в более крупных масштабах. Такая конфигурация ФЭС приведена на рис. 1б.

Расчет ФЭС состоит из 4-х основных этапов:

1. Определение нагрузки и потребляемой энергии. Построение суточного графика нагрузок.
2. Определение значений необходимой мощности инвертора и емкости аккумуляторной батареи.
3. Определение необходимого количества фотоэлектрических модулей солнечной батареи исходя из данных по приходу солнечной энергии в месте установки ФЭС (табл.1).
4. Расчет стоимости системы.

После выполнения 4-го этапа, если стоимость системы недопустимо велика, можно рассмотреть следующие варианты уменьшения стоимости системы автономного электроснабжения:

- уменьшение потребляемой энергии за счет замены существующей нагрузки на более экономичные энергетические приборы, а также исключение тепловой, «фантомной» и необязательной нагрузки;
- замену нагрузки переменного тока на нагрузку постоянного тока. В этом случае можно выиграть на отсутствии потерь в инверторе (от 10 до 40%). Однако нужно учитывать особенности построения низковольтных систем постоянного тока;
- введение в систему электроснабжения дополнительного генератора электроэнергии: ветроустановки, дизельного генератора, или бензогенератора;
- смириться с тем, что электроэнергия будет не всегда. И чем больше будет мощность системы отличаться от потребляемой мощности, тем более вероятны будут периоды отсутствия электроэнергии.

1.1.3. Расчет автономной ФЭС. Определение нагрузок энергопотребления

Составляется список устройств – потребителей электроэнергии, которые будут питаться от ФЭС. Определяется потребляемая мощность во время их работы. Большинство устройств имеют маркировку, на которой указана номинальная потребляемая мощность в ваттах или киловаттах. Если указан потребляемый ток и номинальное напряжение, то их произведение даст полную потребляемую мощность. Потребляемую мощность можно определить по каталогу для типовой бытовой техники.

Типичная потребляемая мощность бытовой нагрузки приведена в табл. 2.

Таблица 2

Нагрузка	Мощность, Вт	Нагрузка	Мощность, Вт	Нагрузка	Мощность, Вт
Кофемолка	200	Бритва	15	Люминесцент. лампа экв. 40 Вт лампы накаливания	11
Кофеварка	800	Ноутбук	50	Люминесцент. лампа, экв. 60 Вт лампы накаливания	16
Гостер	800–1500	Компьютер	80–150	Люминесцент. лампа, экв. 75 Вт лампы накаливания	20
Блендер	300	Принтер	100	Люминесцент. лампа, экв. 100 Вт лампы накаливания	30
Микроволн. печь	600–1500	Эл. печатная машинка	80–200	Компактные люминесцент. лампы 20 Вт	22
Электроплит.	1200	TV 25" цветной	150	1/4" Дрель эл.	250
Стиральная машина авт.	500	TV 19" цветной	70	1/2" Дрель эл.	750
Стиральная машина руч.	300	TV 12" черно-белый	20	1" Дрель эл.	1000
Пылесос	200–700	Видеомагнито-фон	40	9" Болгарка	1200
Ручной пылесос	100	CD-плеер	35	3" Шлифов. машинка	1000
Эл. швейная машина	100	Радио стерео	10–30	12" Цепная пила	1100
Утюг	1000	Радиочасы	1,0	14" Ленточная пила	1100
Электросушилка вещь.	400	Спутниковая антенна	30	7-1/4" Дисковая пила	900
Газовая суш. для вещей	300	Радиопередатчик СВ	5	8-1/4" Дисковая пила	1400
Центробеж. насос воды	250–500	Электрические часы	3	Холодильник с морозильной камерой 20cf (15 hours)	540
Вентилятор потолочный	10–50	Лампы накаливания 100 Вт	100	Холодильник с морозильной камерой 16cf (13 hours)	475
Настольный вентилятор	10–25	Компактные люминесцент. лампы 25 Вт	28	Sun Frost 12cf DC (7 hours)	70
Электроодеяло	400	Лампы накаливания на пост. токе 50 Вт	50	Freezer 14cf DC (15 hours)	440
Сушилка	1000	Галогеновые лампы 40 Вт	40	Freezer 14cf DC (14 hours)	350

После этого нужно заполнить графы табл. 3 и 4.

Эти таблицы используются для определения общей суточной потребляемой энергии. Строится график суточной нагрузки ФЭС.

1.1.4. Расчет нагрузки переменного тока

Таблица 3

Нагрузка переменного тока	Ватт	×	Часов/сутки	=	Вт·ч/сутки
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
			Всего		
*Сушилка электр.	1000	×	2 часа 30 мин		1000×2,5=2500

* нижняя строка показана в качестве примера заполнения табл. 3.

1. Перечислить в табл. 3 всю нагрузку *переменного тока*, ее номинальную мощность и число часов работы в сутки. Умножить мощность на число часов работы для каждого потребителя. Сложить получившиеся значения для определения суммарной потребляемой энергии переменного тока в сутки, данные занести в табл. 3.
2. Подсчитать, сколько потребуется энергии *постоянного тока* от аккумулятора. Для этого нужно умножить получившееся значение п.1 на коэффициент $k=1,2$, учитывающий потери в инверторе.
3. Определить значение входного напряжения инвертора по характеристикам выбранного инвертора. Обычно это 12 В, 24 В, 36 В или 48 В.
4. Разделить значение п.2 на значение п.3, получится число Ампер-часов в сутки, требуемое для покрытия нагрузки переменного тока. Например, $\frac{2500 \cdot 1,2}{12} = 250 \text{ А} \cdot \text{ч}$.

1.1.5. Расчет нагрузки постоянного тока

Таблица 4

Нагрузка постоянного тока	Ватт	×	Часов/сутки	=	Вт·ч/сутки
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
		×		=	
			Всего		
*Дрель электр.	250	×	1,5		250×1,5=375

* нижняя строка взята в качестве примера.

5. Записать данные нагрузки постоянного тока в табл. 4.
6. Определить напряжение в системе постоянного тока. Обычно это так, как в п.3.
7. Определить требуемое количество А·ч (ампер-часов) в сутки для нагрузки постоянного тока (разделить значение п.5 на значение п.6. Например, $\frac{375}{12} = 31,25 A \cdot ч$.
8. Сложить значение п.4 и п.7 для определения суммарной требуемой емкости аккумуляторной батареи. Это будет количество А·ч (ампер-часов), потребляемых в сутки от аккумуляторной батареи. Например, $250 + 31,25 = 281,25 A \cdot ч$.

1.1.6. Оптимизация электрических нагрузок

На этом этапе важно проанализировать нагрузку и попытаться максимально уменьшить потребляемую мощность. Это важно для любой системы, но особенно важно для системы электроснабжения жилого дома, так как экономия может быть очень существенной. Сначала необходимо определить большую и изменяемую нагрузку (например, насосы для воды, наружное освещение, холодильники переменного тока, стиральные машины, электронагревательные приборы и т.п.) и попытаться исключить ее из нагрузки системы, или заменить другими аналогичными моделями, работающими на газе или от постоянного тока.

Начальная стоимость приборов постоянного тока обычно выше (потому что они выпускаются не в таком массовом количестве), чем таких же приборов переменного тока, но этим можно уменьшить потери в инверторе. Более того, зачастую приборы постоянного тока более эффективны, чем приборы переменного тока. Во многих бытовых приборах (особенно электронных) переменный ток преобразуется в постоянный, что ведет к потерям энергии в блоках питания приборов.

Можно попробовать заменить лампы накаливания люминесцентными лампами везде, где это возможно. Люминесцентные лампы обеспечивают такой же уровень освещенности, что и обычные лампы накаливания, но при этом потребляют в 4–5 раз меньше электроэнергии. Срок их службы также примерно в 8 раз больше.

Если есть нагрузка, которую нельзя исключить, рассматривается вариант, при котором можно будет включать ее только в солнечные периоды, или только летом. Пересмотреть список нагрузки и пересчитать данные.

1.1.7. Определение состава и размера аккумуляторной батареи (АБ)

Выбрать *тип аккумуляторной батареи*, которая будет использована в системе.

Рекомендуется использовать герметичные необслуживаемые гелевые или щелочные аккумуляторы, которые обладают самыми лучшими эксплуатационно-экономическими параметрами.

Определить, сколько энергии нужно получить от аккумуляторной батареи. Часто это определяется количеством дней, в течение которых АБ будет питать нагрузку самостоятельно без подзарядки. Дополнительно к этому параметру нужно учитывать характер работы системы электроснабжения. Например, если устанавливается система для загородного дома, который посещается только в выходные дни, то лучше установить АБ большей емкости, потому что она может заряжаться в течение всей недели, а отдавать энергию только в выходные дни, во время Вашего посещения.

С другой стороны, если добавляются фотоэлектрические модули к уже существующей системе электроснабжения на базе дизель- или бензогенератора, батарея может иметь меньшую емкость, чем расчетная, потому что этот генератор может быть использован для подзарядки АБ в любое время.

После определения требуемой емкости АБ можно переходить к рассмотрению следующих очень важных параметров.

1. Определить максимальное число последовательных «дней без солнца» (т.е. когда солнечной энергии недостаточно для заряда АБ и работы нагрузки из-за непогоды или облачности). Также за этот параметр можно принять выбранное количество дней, в течение которых АБ будет питать нагрузку самостоятельно без подзарядки.
2. Умножить суточное потребление в А·ч (ампер-часах) (см. п. 8 разд. 1.1.5 расчета потребляемой энергии) на количество дней, определенных в предыдущем пункте.
3. Задать величину глубины допустимого разряда АБ. Учсть, что чем больше глубина разряда, тем быстрее АБ выйдут из строя. Рекомендуется допускать значение глубины разряда от 20 до 30%. Это значит, что можно использовать при этом 20–30% разряда от значения номинальной емкости АБ, т.е. принять коэффициент 0,2–0,3 в расчете и выборе АБ. Ни при каких обстоятельствах разряд батареи не должен превышать 80%!
4. Разделить значение п. 2 на значение п. 3.
5. Выбрать коэффициент из табл. 5, который учитывает температуру окружающей среды в помещении, где установлены АБ. Обычно это средняя температура в зимнее время. Этот коэффициент учитывает уменьшение емкости АБ при понижении температуры.

Таблица 5

Температурный коэффициент для аккумуляторной батареи

Температура в градусах		Коэффициент
Фаренгейта	Цельсия	
80F	26,7C	1,00
70F	21,2C	1,04
60F	15,6C	1,11
50F	10,0C	1,19
40F	4,4C	1,30
30F	-1,1C	1,40
20F	-6,7C	1,59

6. Умножить значение п. 4 на коэффициент п. 5 и получить общую требуемую емкость АБ.
7. Разделить это значение на номинальную емкость выбранной аккумуляторной батареи. Округлить полученное значение до ближайшего большего целого. Это будет количество батарей, которые будут соединены параллельно.
8. Разделить номинальное напряжение постоянного тока системы (12, 24, 36 или 48 В) на номинальное напряжение выбранной аккумуляторной батареи (обычно 2, 6 или 12 В). Округлить полученное значение до ближайшего большего целого и получить значение последовательно соединенных батарей.
9. Умножить значение п. 7 на значение п. 8 для того, чтобы подсчитать требуемое количество аккумуляторных батарей.

1.1.8. Определение количества пиковых *солнце – часов* в день для точки А(φ,ψ) места установки ФЭС

Факторы, влияющие на то, как много солнечной энергии будет принимать ФЭС:

- когда будет использоваться ФЭС? Летом? Зимой? Круглый год?
- типичные погодные условия данной местности;
- будет ли ФЭС ориентироваться постоянно на Солнце;
- расположение и угол наклона фотоэлектрических модулей.

Для определения среднемесячного прихода солнечной радиации можно воспользоваться данными табл. 1 прихода солнечной радиации для г. Бишкек. Выработка электроэнергии солнечной фотоэлектрической батареей (СБ) зависит от угла падения солнечных лучей на СБ. Максимум бывает при угле 90°. При отклонении от этого угла все большее количество лучей отражается, а не поглощается СБ.

Зимой приход радиации значительно меньше из-за того, что дни короче, облачных дней больше, Солнце стоит ниже на небосклоне. Если использовать ФЭС только летом – принять в расчетах летние

значения, если круглый год – принять значения для зимы. Для надежного электроснабжения выбирать из среднемесячных значений наименьшее для периода, в течение которого будет использоваться ФЭС (табл. 8).

Выбранное среднемесячное значение для текущего месяца нужно разделить на число дней в месяце и получить дневное число «пиковых» солнце-часов, которое будет использоваться для расчета ФЭС.

1.1.9. Расчет солнечной фотоэлектрической батареи

Выберите модуль из каталога табл. 6 или 7.

Солнечный модуль выполнен в виде панели, заключенной в каркас из алюминиевого профиля. Панель представляет собой фотоэлектрический генератор, состоящий из стеклянной плиты, с тыльной стороны которой, между двумя слоями герметизирующей (ламинирующей) пленки, размещены солнечные элементы, электрически соединенные между собой металлическими шинами. Нижний слой герметизирующей пленки защищен от внешних воздействий слоем защитной пленки. К внутренней стороне корпуса модуля прикреплен блок терминалов, под крышкой которого размещены электрические контакты, предназначенные для подключения модуля.

Модули производятся из псевдоквадратных монокремниевых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), покрытых антиотражающим покрытием. Оригинальная технология обеспечивает оптимальный режим зарядки при высоких температурах, а также при низком уровне освещенности.

Данные модули выпускаются в 2-х вариантах исполнения с обычным стеклом и со специальным текстурированным закаленным стеклом (серия MSW). При использовании специального стекла практически отсутствуют потери в стекле, которые составляют около 15% при использовании обычного стекла. При этом мощность модулей одинакового размера отличается примерно на 15–20%. Цена модулей с закаленным стеклом выше за счет более дорогого стекла, а также за счет того, что обычно для таких модулей используются солнечные элементы с более высоким КПД.

Рабочее напряжение фотоэлектрических модулей обычно 12 В или 24 В. На заказ возможно изготовление маломощных модулей (примерно до 50 Вт) с рабочим напряжением 6 В. Модули имеют невысокую стоимость по сравнению с аналогичными модулями других производителей. Ресурс каркасных солнечных модулей составляет более 20 лет. Гарантийный срок 10 лет.

Таблица 6

Обычные фотоэлектрические модули (ФЭМ)

Тип ФЭМ	P_p Вт	I_p , А	U_p , В	U_H , В	I_{K3} , А	U_{XX} , В	Длина, мм	Шири- на, мм	Высо- та, мм	Мас- са, кг
ФЭМ 5-12	5	0,3	17	12	0,4	21,6	305	208	28	1,1
ФЭМ 11-12	11	0,64	17	12	0,8	21,6	410	360	28	1,8
ФЭМ 12-12	12	0,7	17	12	0,9	21,6			28	1,8
ФЭМ 16-12	16	0,94	17	12		21,6			28	2
ФЭМ 21-12	21	1,24	17	12		21,6	572	428	28	3
ФЭМ 24-12	24	1,41	17	12		21,6	572	428	28	3
ФЭМ 30-12	30	1,76	17	24	2,1	21,6			28	3,7
ФЭМ 40-12	40	2,35	17	12	2,8	21,6	1065	415	28	4
ФЭМ 60-12	60	3,5	17	20	4,2	21,6	1185	550	28	7,7
ФЭМ 65-12	65	3,82	17	20	4,3	21,6	1185	550	28	7,7

В настоящее время выпускаются также **солнечные батареи** с обычным стеклом мощностью от 5 до 80Вт. Текущий ассортимент модулей представлен в табл. 6. Там же приведены их параметры. Такие модули обычно поставляются для внутрисерийского рынка, так как они дешевле в расчете за пиковый ватт мощности. По эксплуатационным параметрам (срок службы, надежность) эти солнечные батареи не отличаются от модулей серии MSW. Выберите эти модули из табл. 7 или 7а.

Таблица 7

Солнечные фотоэлектрические модули в алюминиевой рамке

ID	P_p Вт	I_p , А	U_p , В	U_H , В	I_{K3} , А	U_{XX} , В	Длина мм	Ши- рина мм	Высо- та мм	Масса Кг
msw6 12	6	0,36	17	12	0,4	21,6	303	218	38	1,1
msw12 12	12	0,71	17	12	0,78	21,6	421	282	38	1,8
msw24 12	24	1,41	17	12	1,58	21,6	552	415	38	3,0
msw38 12	38	2,24	17	12	2,51	21,4	630	534	38	4,5
msw40 12	40	2,35	17	12	2,76	21,6	644	600	38	4,1
msw75 12	75	4,41	17	12	5,19	21,6	1185	550	38	7,7
msw80 24	80	2,36	34	24	2,71	43,2	1212	600	38	11,7
msw120 12	120	7,06	17	12	8,4	21,6	1411	691	38	11,7
msw200 20	200	7,14	28	20	8,2	36	1640	960	38	15

Модули на закаленном стекле с рамкой из анодированного алюминия высотой 38 или 42 мм. В основном такие модули экспортируются. Параметры этих модулей приведены ниже. Такие **солнечные батареи** производства «Солнечного ветра» обычно бывают двусторонними. Многие позиции всегда бывают в наличии, некоторые нужно изготавливать под заказ. К заказным позициям относятся модули MSW мощностью менее 40 Вт и более 150 Вт. Информация по этим модулям дана в табл. 7.

Таблица 7а

Артикул	Мощность, Вт	Напряжение, В		Сила тока, А	Размеры, мм	Вес, кг	Цена, руб.
		пороговое	рабочее	рабочая			
ТСМ-5	5	21,5	17,0	0,30	425*200*27	1,20	2300
ТСМ-10	10			0,60	425*230*27	2,10	3200
ТСМ-20	20			1,20	496*450*27	3,90	5753
ТСМ-25	25			1,50	496*450*27	5,60	7000
ТСМ-40	40			2,40	960*450*27	5,70	8900
ТСМ-50	50			2,95	960*450*27	5,70	10000
ТСМ-75	75			4,50	1119*540*27	6,10	12640
ТСМ-110	110			6,30	1305*655*27	12,50	19000
ТСМ-150	150			8,70	1570*806*27	19,00	25000

Двусторонние солнечные элементы ламинируются в стекло с низким содержанием железа при помощи этиленвинилацетатной (EVA) пленки на передней поверхности и полиэтиленэтерфталата (PET) на задней поверхности. Каркас изготавливается из анодированного алюминиевого сплава.

Далее необходимо определить общее количество модулей, необходимых для ФЭС.

Ток в точке максимальной мощности I_{mpp} может быть определен из спецификаций модулей, а также можно определить I_{mpp} поделив номинальную мощность модуля на напряжение в точке максимальной мощности U_{mpp} (обычно 17–17,5 В для 12-вольтового модуля).

1. Умножить значение п.8 (разд. 1.1.5) на коэффициент 1,2 для учета потерь на заряд–разряд АБ.
2. Разделить полученное значение на среднее число «пиковых» солнце-часов в местности установки ФЭС, получится ток, который должна генерировать СБ.
3. Для определения числа модулей, соединенных параллельно разделить значение п.2 на I_{mpp} модуля. Округлить полученное число до ближайшего большего целого.
4. Для определения числа модулей, соединенных последовательно, разделить напряжение постоянного тока системы (обычно 12, 24, 36 или 48 В) на номинальное напряжение модуля (обычно 12 или 24 В).
5. Общее количество требуемых фотоэлектрических модулей равно произведению значений п.3 и п.4.

1.1.10. Расчет стоимости ФЭС

Для расчета стоимости фотоэлектрической системы электроснабжения нужно сложить стоимости СБ, АБ, инвертора, контроллера заряда АБ и соединительной арматуры (провода, выключатели, предохранители и т.п.)

Стоимость СБ равна произведению значения п. 5 (разд. 1.1.9) на стоимость одного модуля. Стоимость АБ равна произведению значения п. 9 (разд. 1.1.7) на стоимость одной аккумуляторной батареи. Стоимость инвертора зависит от его мощности и типа. В Перечне 1 предлагаются инверторы мощностью 1 и 2 кВт с **синусоидальной формой выходного напряжения** и инверторы мощностью от 1 до 6кВт со **ступенчатой формой выходного напряжения**. Стоимость соединительной арматуры можно принять примерно равной 0,1–1% от стоимости ФЭС.

1.1.11. Пример расчета ФЭС на базе готовых фотоэлектрических систем

Примерный суточный график и блок-схема ФЭС представлены на рис. 2.

Система электроснабжения автономного дома на базе фотоэлектрической солнечной системы состоит из следующих компонентов:

1. Солнечной батареи необходимой мощности;
2. Контроллера заряда аккумуляторной батареи, который предотвращает губительные для батареи глубокий разряд и перезаряд;
3. Батареи аккумуляторов (АБ);
4. Инвертора, преобразующего постоянный ток в переменный;
5. Энергоэффективной нагрузки постоянного и переменного тока (суточный график энергообеспечения жилого дома приведен в табл. 8).
Чтобы чувствовать себя уверенно и комфортно семье из 3-х человек, проживающих в жилом загородном доме, расход электроэнергии должен быть не менее 2-х кВт·ч в сутки (по данным ЮНЕСКО).

Ниже приведено реальное потребление электроэнергии в сутки семьей из трех человек. Как видно из данных табл. 8 количество электроэнергии, вырабатываемой ФЭС за сутки, вполне хватает для обеспечения потребностей семьи из трех человек в освещении и других бытовых нуждах.

Таблица 8

Электропотребитель	Часы использования, ч	Подключенная мощность, Вт	Всего в сутки, кВт·ч
Освещение:			
Кухня	4	60	0,24
Гостиная	3,5	2 × 60	0,42
Спальня	3	60	0,18
Ванная	2	40	0,08
Туалет	1	40	0,04
Цветной ТВ	6	60	0,36
Компьютер	2	240	0,48
Насос	1,5	200	0,30
Холодильник	Круглосуточно	125	1,0
Всего в сутки 3,1 кВт·ч			

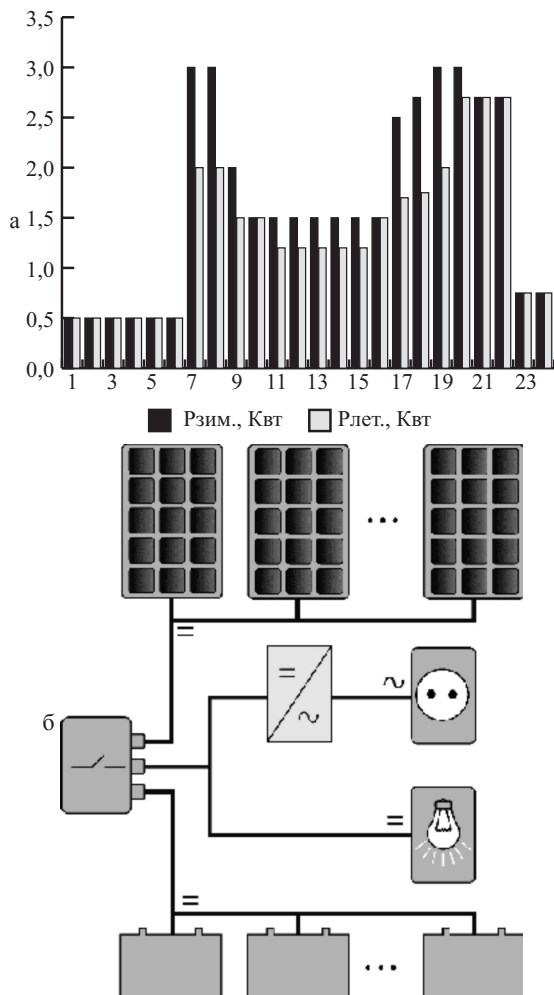


Рис. 2: а – примерный график суточного потребления электроэнергии в жилом доме; б – блок-схема фотоэлектрической системы.

Суточное потребление электрической энергии жилым домом определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{сут}} = \sum_{i=1}^{24} P_i \cdot t_i,$$

где P_i – мощность, потребляемая приемниками электроэнергии жилого дома за i -тый час суток, кВт; t_i – время потребления i -той мощности приемниками электроэнергии жилого дома, час. На рис. 2а приведен примерный график суточного потребления электроэнергии в доме.

Для обеспечения надежного электроснабжения необходим резервный источник электропитания (на рис. 2б не показан). В качестве такого источника может быть небольшой (2–6 кВт) бензо- или дизельэлектродгенератор. Введение такого резервного источника электроэнергии резко сокращает стоимость солнечной батареи из-за отсутствия необходимости рассчитывать ее на худшие возможные условия (несколько дней без солнца, эксплуатация зимой и т.п.). Кроме того, этот источник обеспечивает повышение надежности функционирования системы теплоснабжения и горячего водоснабжения жилого дома от солнечных водонагревательных установок (СВНУ), рассматриваемых ниже.

В этом случае в систему также вводится зарядное устройство для быстрого заряда (в течение нескольких часов) АБ от **жидкотопливного электрогенератора (ЖТЭГ)**. Возможно применение инвертора – **блока бесперебойного питания**, в котором возможность заряда АБ уже встроена.

На рис. 2б приведен вариант такой системы ФЭС для электроснабжения загородного жилого дома. Принимаются следующие исходные данные:

- суточное потребление энергии – 3,1 кВт·ч;
- приход солнечной радиации – 6,31 кВт·ч/м² в день (см. табл. 1 средний приход солнечной радиации для Кыргызстана летом);
- максимальная пиковая мощность нагрузки – 3 кВт (можно одновременно включить насос, стиральную машину и холодильник);
- для освещения используются только компактные люминесцентные лампы переменного тока;
- в пиковые часы (максимальная нагрузка, например, когда включены стиральная машина, электрокипятильник, утюг и т.п.) для предотвращения быстрого разряда АБ включается ЖТЭГ;
- ЖТЭГ также будет включаться при пасмурной погоде, если АБ разряжается до нижнего допустимого напряжения.

Если необходимо минимизировать время работы жидкотопливного электрогенератора с целью сохранения топлива, солнечная фотоэлектрическая система электроснабжения будет состоять из элементов со следующими параметрами:

- пиковая мощность солнечной батареи равна 1000 Вт;
- минимальная номинальная мощность инвертора (ББП) – 2 кВт с возможностью кратковременной нагрузки до 3 кВт, входное напряжение 24 или 48 В;
- аккумуляторная батарея общей емкостью 1000 А·ч (при напряжении 12 В);
- контроллер заряда на ток до 40–50 А (при напряжении 24 В);
- бензогенератор мощностью 3–4 кВт;
- зарядное устройство для заряда АБ от бензогенератора на ток до 150 А;
- кабели и коммутационная аппаратура (выключатели, автоматы, разъемы, электроштыты и т.п.).

Стоимость такой системы, при существующих ценах на комплектующие, будет около 7800 USD.

Если допустить увеличение времени работы ЖТЭГ, стоимость системы можно снизить за счет его более частого включения. В этом случае энергия от солнечной батареи будет использоваться для электроснабжения минимальной нагрузки – освещение, радио, телевизор, а ЖТЭГ будет включаться несколько раз в день (от 2 и более, в зависимости от выбранной емкости АБ). При этом начальная стоимость системы снижается как за счет уменьшения пиковой мощности солнечной батареи, так и за счет снижения емкости АБ. Такая оптимальная система для электроснабжения жилого дома может состоять из следующих компонентов:

- солнечной батареи с пиковой мощностью 300–320 Вт;
- инвертора (ББП) мощностью 2 кВт с возможностью кратковременной нагрузки до 3 кВт, входное напряжение 24 или 48 В;
- аккумуляторная батарея общей емкостью 400 А·ч (при напряжении 12 В);
- контроллер заряда на ток до 40–50 А (при напряжении 24 В);
- дизельгенератор мощностью 4–6 кВт;
- зарядное устройство для заряда АБ от бензогенератора на ток до 150 А;
- кабели и коммутационная аппаратура (выключатели, автоматы, разъемы, электроштыты и т.п.)

Стоимость такой системы (при существующих ценах на комплектующие) будет около 5500–6000 USD. При этом необходимо учитывать, что возрастут эксплуатационные расходы за счет большего расхода топлива для ЖТЭГ.

На основании приведенных суточных графиков электрических нагрузок, а также исходя из влияния продолжительности дня на электрическую нагрузку, определяется электрическая энергия за каждый месяц года, исходя из среднего значения за сутки и за целый год. Данные расчета сведены в табл. 9.

Таблица 9


Месяц	Количество дней в месяце	Суточная энергия, кВт·час	Энергия, потребляемая за месяц, кВт·час
1	31	3,1	96,1
2	28	2,65	74,2
3	31	2,54	78,74
4	30	2,41	72,3
5	31	3,09	95,79
6	30	2,16	64,8
7	31	2,16	66,96
8	31	2,16	66,96
9	30	2,46	73,8
10	31	2,7	83,7
11	30	2,58	77,4
12	31	2,6	80,6
Итого 931,35 кВт·час			







Для заряда и обслуживания аккумуляторной батареи можно выбрать блок бесперебойного питания нагрузки из приведенного ниже перечня 1. В этот БПП встроен контроллер заряда – разряда АБ и инвертор.

Перечень 1 инверторов – блоков бесперебойного питания электрических нагрузок от аккумуляторных батарей приводится ниже. В этот перечень включены БПП с чистой синусоидой переменного напряжения на выходе блока. БПП обеспечивают минимальное искажение синусоидального напряжения на нагрузке, что уменьшает дополнительный нагрев электроприемников вредными гармониками.




Перечень 1

Элементы электрооборудования ФЭС. Инверторы (БПП)

	Название оборудования	Вес, кг	Цена, руб.
	Блок бесперебойного питания «Синус-М» 1700 ВА	16,00	23.700

	Блок бесперебойного питания «Синус-М» 3000 ВА	16,00	39.000
	Блок бесперебойного питания «Синус-Т» 3000 ВА	22,00	49.500
	Блок бесперебойного питания «Синусоида» 1700 ВА	16,00	23.700
	Блок бесперебойного питания «Синусоида» 3000 ВА	20,00	39.000
	Блок бесперебойного питания «Синусоида» 5000 ВА	40,00	82.000
	Блок бесперебойного питания «Синусоида» 7000 ВА	60,00	100.000
	Блок бесперебойного питания «OutBack FX2012ET»	30,00	72.400

	<p>Блок бесперебойного питания «OutBack FX2024ET»</p>	<p>30,00</p>	<p>72.400</p>
	<p>Блок бесперебойного питания «OutBack FX2348ET»</p>	<p>30,00</p>	<p>75.200</p>
	<p>Блок бесперебойного питания «OutBack VFX 3024E-CE»</p>	<p>30,00</p>	<p>89.000</p>
	<p>Блок бесперебойного питания «OutBack VFX 3048E-CE»</p>	<p>30,00</p>	<p>89.000</p>
	<p>Блок бесперебойного питания «Trace SW 4548E»</p>	<p>63,00</p>	<p>103.000</p>
	<p>Блок бесперебойного питания «Xantrex SW 4548E»</p>	<p>63,00</p>	<p>132.000</p>

	Блок бесперебойного питания «Хантрек SW 3048Е»	50,00	116.000
	Инвертор «Синус 1,2» 1200 ВА	12,00	17.000
	Инвертор «Синус» 1700 ВА	15,00	18.500
	Инвертор «Синус» 3000 ВА	19,00	31.500
	Инвертор «Синус» 5000 ВА	40,00	74.000
	Инвертор «Синус» 7000 ВА	60,00	85.000
	Системный контролер «Outback MATE»	0,50	9.300

Если по условиям расчета подойдет комплектная ФЭС, приведенная ниже в перечне 2, то можно выбрать ее из этого перечня.

Примерный перечень 2 фотоэлектрических систем (ФЭС), предлагаемых для реализации построения блок схем фотоэлектрических систем, изображенных на рис. 2б, приведен ниже (цены указаны по состоянию на 01.01.08 г.):

**ФЭС 440–24/220
(108.500 руб.)**

Данная система предназначена для обеспечения электроснабжением небольшого загородного дома.

Фотоэлектрическая система состоит из:

- 4-х фотоэлектрических модулей мощностью 110 Вт каждый;
- 2-х аккумуляторных батарей емкостью по 200 А·ч;
- инвертора «Синус-1,2» со встроенным контроллером заряда аккумулятора (см. Перечень 1).

Технические характеристики:

- мощность фотоэлектрических модулей – 480 Вт;
- напряжение постоянного тока – 24 В;
- напряжение переменного тока – 220В 50 Гц;
- форма выходного напряжения – чистый синус;
- максимальный ток заряда – 20 А (опция – 40 А).

Инвертор позволяет запускать холодильник и питать любую нагрузку переменного тока мощностью до 1200 Вт. Для сохранения энергии АБ инвертор имеет «спящий» режим. Указанная цена учитывает 5% скидку на фотоэлектрические модули в системе. Возможна комплектация фотоэлектрическими модулями другой мощности (до 150 Вт).

ФЭС 600–24/220

(140.500 руб.)

Данная система предназначена для обеспечения электроснабжением небольшого загородного дома. Система состоит из:

- 4-х фотоэлектрических модулей мощностью 150 Вт каждый;
- 4-х аккумуляторных батарей емкостью по 200 А·ч;
- инвертора «Синус-2» со встроенным контроллером заряда.

Технические характеристики:

- мощность фотоэлектрических модулей – 480 Вт;
- напряжение постоянного тока – 48 В;
- напряжение переменного тока – 220 В 50 Гц;
- форма выходного напряжения – чистый синус;
- максимальный ток заряда – 20 А (опция – 40 А).

Инвертор позволяет запускать холодильник и питать любую нагрузку переменного тока мощностью до 3000 ВА. Для сохранения энергии АБ инвертор имеет «спящий» режим.

Указанная цена учитывает 5% скидку на фотоэлектрические модули в системе. Возможна комплектация фотоэлектрическими модулями другой мощности (100–150 Вт) и АБ меньшей емкости.

ФЭС 600–48/220

(173.500 руб.)

Данная система предназначена для обеспечения электроснабжением небольшого загородного дома. Система состоит из:

- 4-х фотоэлектрических модулей мощностью 150 Вт каждый;
- 4-х аккумуляторных батарей емкостью по 200 А·ч;
- инвертора «Синус-2» со встроенным контроллером заряда.

Технические характеристики:

мощность фотоэлектрических модулей – 480 Вт;

напряжение постоянного тока – 48 В;

напряжение переменного тока – 220В 50 Гц;

форма выходного напряжения – чистый синус;

максимальный ток заряда – 20А (опция – 40 А).

Инвертор позволяет запускать холодильник и питать любую нагрузку переменного тока мощностью до 3000 ВА. Для сохранения энергии АБ инвертор имеет «спящий» режим. Указанная цена учитывает 5% скидку на фотоэлектрические модули в системе. Возможна комплектация фотоэлектрическими модулями другой мощности (100–150 Вт) и АБ меньшей емкости.

1.2. Солнечные коллекторы

Солнечные коллекторы (СК) – это технические устройства, предназначенные для прямого преобразования СИ в тепловую энергию в системах теплоснабжения (СТС) для нагрева воздуха, воды или других жидкостей. СТС обычно принято разделять на пассивные и активные. Самыми простыми и дешевыми являются пассивные СТС, которые для сбора и распределения солнечной энергии используют специальным образом сконструированные архитектурные или строительные элементы здания или сооружения и не требуют дополнительного оборудования. В настоящем задании рассматриваются только активные СТС, которые используются в виде различного рода СВНУ.

1.2.1. Расчет и выбор элементов солнечной системы теплоснабжения (ССТ)

Солнечная система теплоснабжения включает в себя следующее основное оборудование:

- коллектор солнечной энергии;
- аккумулятор теплоты;
- теплообменники;
- насосы или вентиляторы;

- дополнительный (резервный) источник теплоты (топливный или электрический);
- устройства для управления работой системы.

Вследствие нестабильности поступления солнечной энергии системы солнечного отопления должны работать с дублером – резервным источником теплоты (котельная, теплосеть и т.п.), обеспечивающим 100% тепловой нагрузки.

В то же время солнечные водонагревательные установки сезонного действия могут быть запроектированы без дублера, если не предъявляются жесткие требования по бесперебойному снабжению горячей водой (пансионаты, летние душевые и т.п.).

При проектировании систем теплоснабжения с использованием солнечной энергии необходимо исходить из того, что экономически целесообразно покрывать за счет солнечной энергии лишь определенную долю $f_{\text{ГОД}}$ годовой тепловой нагрузки $Q_H^{\text{ГОД}}$, а остальную ее часть, а именно $(1 - f_{\text{ГОД}}) \cdot Q_H^{\text{ГОД}}$, должен обеспечивать резервный (дополнительный) источник энергии.

Величина $f_{\text{ГОД}}$ зависит от характеристик гелиосистемы и климатических данных, а также от стоимости системы и топлива, но обычно она не превышает 0,5, а для сезонных установок может достигать 0,75 и более (за сезон).

Месячная доля солнечной энергии в покрытии тепловой нагрузки теплоснабжения или степень замещения топлива определяется как

$$f_M = \frac{Q_C^M}{Q_H^M} = \frac{(Q_H^M - Q_D^M)}{Q_H^M} = 1 - \frac{Q_D^M}{Q_H^M} \quad [3].$$

где Q_H^M – месячная величина тепловой нагрузки;

Q_C^M – месячное количество теплоты, обеспечиваемое солнечной установкой;

Q_D^M – месячное количество теплоты, обеспечиваемое дополнительным источником энергии.

Годовая доля солнечной энергии (степень замещения топлива) в покрытии нагрузки имеет вид:

$$f_{\text{ГОД}} = \frac{\sum_1^{12} f \cdot Q_H^M}{\sum_1^{12} Q_H^M} \quad [3].$$

Экономия топлива (кг) за расчетный период

$$B = \frac{Q_C}{Q_T \cdot \eta_T} \quad [3],$$

где Q_T – теплота сгорания топлива, $\frac{МДж}{кг}$; $\eta_{ТГ}$ – КПД теплогенератора, равный 0,45–0,6 для индивидуальных установок и 0,6–0,8 для котлов на твердом, жидком и газообразном топливе.

Исходными данными для расчета гелиосистемы являются характеристики географического положения местности – широта φ , долгота l и высота H местности над уровнем моря, климатические данные – среднемесячное дневное количество суммарной R_{Σ} , и диффузной (рассеянной) R_d солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность и температура окружающего наружного воздуха, принимаемые по книге «Справочник по климату СССР».

Кроме того, по данным испытаний или по данным завода-изготовителя коллектора солнечной энергии, принимаются его характеристики – эффективный оптический КПД η_0 и коэффициент тепловых потерь K'_k , а также геометрические размеры одного модуля коллектора, число слоев остекления, вид теплоносителя. Для расчета гелиосистемы необходимо знать среднемесячные суточные значения тепловой нагрузки отопления или иметь данные для их расчета, знать температуры холодной T_{XB} и горячей $T_{ГВ}$ воды и суточное потребление горячей воды.

При проектировании систем солнечного теплоснабжения расход теплоносителя и объем аккумулятора теплоты выбирают в зависимости от вида теплоносителя в контуре солнечного коллектора (жидкость или воздух) и типа теплового аккумулятора (водяного).

Удельный расход ($м^3/с$) теплоносителя в СК на $1 м^2$ площади его поверхности для жидкостных систем равен $0,01 - 0,02 \frac{м^3}{с \cdot м^2}$.

Удельный объем ($\frac{м^3}{м^2}$) аккумулятора теплоты СК равен соответственно $0,05-0,15 \frac{м^3}{м^2}$.

Удельная площадь поверхности СК в зависимости от назначения системы принимается ориентировочно равной:

- для систем отопления отапливаемого помещения $0,33 - 0,5 \frac{м^3}{м^2}$;
- для систем горячего водоснабжения $1 - 2 \frac{м^2}{чел}$.
- Оптимальный угол наклона СК β_{opt} к горизонту принимается равным:
- для систем отопления – широте $\varphi+15^\circ$;
- для систем горячего водоснабжения круглогодичного действия – широте φ ;
- для СК сезонного действия – широте $\varphi-15^\circ$.

Экономия топлива, которая может быть достигнута в результате эксплуатации солнечной системы теплоснабжения, ориентировочно составляет 0,1–0,2 т у. т. на 1 м² площади поверхности солнечного коллектора.

Таблица 10

$T_B, ^\circ\text{C}$	– 10	– 4	0	2	7
$A/A_{\text{ПОЛ}}, \text{м}^2/\text{м}^2$	0,5–0,65	0,45–0,55	0,40–0,50	0,32–0,48	0,18–0,35

Ориентировочные значения отношения площади A , поверхности плоского СК, к площади $A_{\text{ПОЛ}}$ пола отапливаемых помещений здания в зависимости от средней температуры наружного воздуха T_B в зимние месяцы (декабрь – январь) приведены в табл. 10.

При применении СК большой площади в летний период возникает значительный избыток неиспользуемой солнечной энергии, а это крайне нежелательно. Поэтому лучше принять в предварительных расчетах площадь СК по второму пределу, а затем уточнить ее значение расчетом.

Тепловая мощность (Вт) плоского СК равна:

$$Q_K = A \cdot \left[I_K \cdot \eta'_0 - K'_K \cdot (T_{T^1} - T_B) \right] = G \cdot c_p \cdot (T_{T^2} - T_{T^1}), \quad [3],$$

где A – площадь поверхности СК, м²;

I_K – плотность потока солнечного излучения, поступающего на поверхность СК, Вт/м²;

η'_0 – эффективный оптический КПД солнечного коллектора;

K'_K – общий коэффициент тепловых потерь СК, Вт/(м² К);

T_{T^1} и T_{T^2} – температура теплоносителя на входе в СК и на выходе из него, °С;

T_B – температура наружного воздуха в зоне СК, °С;

G – массовый расход теплоносителя в СК, кг/сек;

c_p – удельная изобарная теплоемкость теплоносителя, кДж/кг (для воды $c_p = 4,19$ кДж/кг).

Удельная среднемесячная дневная тепловая производительность СК, МДж/(м²·день):

$$q_K = E_K \cdot \eta'_0 (1 - aP + bP^2), \quad [3],$$

где $E_K = R \cdot E$ – среднемесячное дневное количество *солнечной энергии*, поступающей на 1 м² площади поверхности СК, МДж/(м²·день);

E – среднемесячное дневное суммарное количество *солнечной энергии*, поступающей на горизонтальную поверхность, {МДж/(м²·дни)};

$R = \frac{E_K}{E}$ – отношение среднемесячных дневных количеств *солнечной энергии* (СЭ), поступающей на наклонную (коллекторную) и горизонтальную поверхности.

Данные по поступлению суммарной E и рассеянной E_p *солнечной энергии* на горизонтальную поверхность для основных городов приведены в [3], а более подробные данные содержатся в Справочнике по климату СССР.

Данные по поступлению СЭ [МДж/(м²·день)] по г. Бишкек приведены в табл. 11.

Таблица 11

Поз.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E	7,56	10,13	12,28	17,37	21,6	25,16	24,3	21,73	17,37	11,61	7,09	5,8
E_p	3,91	5,36	6,34	7,78	6,91	7,78	7,56	6,48	5,56	4,86	3,34	3,1
T_B	-5,6	-3,2	3,8	11,4	16,9	21,3	24,1	22,6	17,3	10,1	2,2	-2,9
$K_{\text{я}}$	0,57	0,55	0,48	0,52	0,55	0,61	0,61	0,61	0,61	0,57	0,49	0,50

1.2.2. Пример ориентировочного расчета солнечной системы горячего водоснабжения

Солнечная система горячего водоснабжения круглогодичного действия в г. Бишкеке с потреблением горячей воды в объеме 0,6 м³/день.

$V_{Г.В.} = 0,15 \cdot 4 \text{ чел.} = 0,6 \text{ м}^3/\text{день}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ при наклоне поверхности СК, равном широте местности, т.е. $\beta = 43^\circ$, с южной ориентацией СК. Температура $T_{Г.В.} = 45^\circ\text{C}$, холодной $T_{Х.В.} = 10^\circ\text{C}$.

Система солнечного нагрева воды с пассивной циркуляцией (рис.3) включает в себя:

- солнечные коллекторы;
- бак-аккумулятор (бойлер) с теплообменником;
- расширительный бак с мембраной;
- запорную арматуру (краны, вентили, клапаны);
- циркуляционные трубопроводы.

При круглогодичном действии системы выбирается двухконтурная система циркуляции горячей воды (в баке аккумулятора расположен дополнительный теплообменник).

Подпитка системы холодной водой производится из водопроводной сети в бак-аккумулятор горячей воды.

Тепловая нагрузка системы за год составит:

$$Q_H = 365 \cdot V_{Г.В.} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{Г.В.} - T_{Х.В.}) = 365 \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 4,19 \cdot (45^0 - 10^0) = 32,125 \text{ ГДж / год}$$

или

$$Q_H = 32,125 \cdot 278 = 8930 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год}$$

(1 МДж=0,278 кВт·ч; 1 ГДж=10³ МДж=278 кВт·ч).

Принимаем $f_{200} = 0,5$ (годовая доля солнечной энергии в замещении топлива). По табл. 1 определяется годовой приход солнечной энергии (МДж/м²·год) на СВНУ (сумма E по месяцам и году).

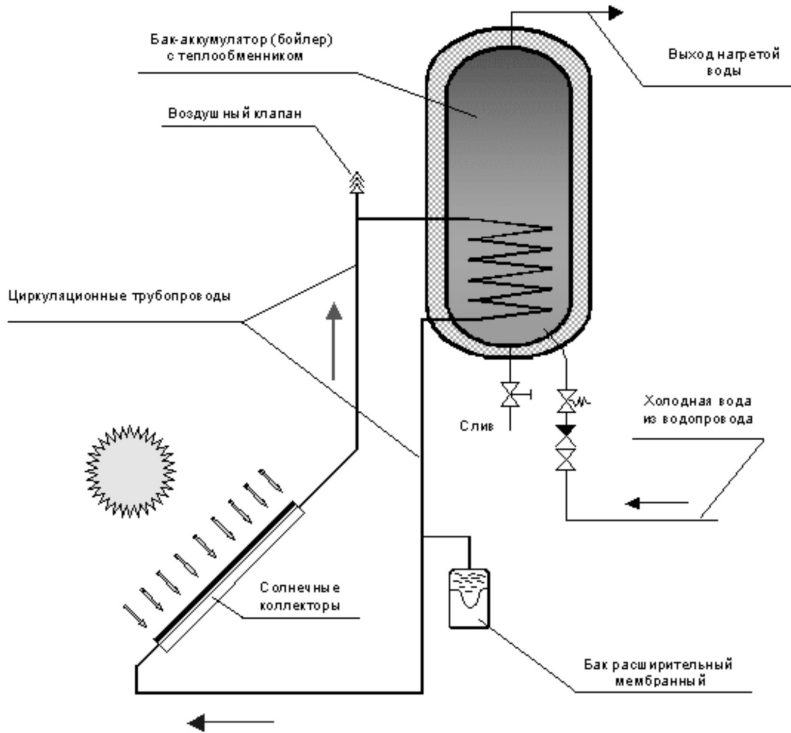


Рис. 3. Схема получения горячей воды от СК с пассивной циркуляцией.

Таблица 12.

Поз.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E	234	283,6	380,7	521,1	669,6	754,8	753,3	673,6	521,1	359,9	212,7	179,8
дни	31	28	31	30	31	30	31	31	31	31	30	31

Годовой приход солнечной энергии по г. Бишкек будет равен:

$$E = 5,6 \text{ ГДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Коэффициент пересчета $R=1,14$, тогда приход солнечной энергии на поверхность коллектора $E_K = 1,14 \cdot 5,6 = 6,38 \text{ ГДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. По кривой

$\theta=f(f_{\text{зод}})$ [4] находится $\theta=0,843$, при $f_{\text{зод}} = 0,5$ и тогда площадь поверхности солнечных коллекторов будет равна:

$$A_{\text{СК}}^{\Sigma}=0,843 \cdot 32,125/6,38=4,24 \text{ м}^2.$$

При использовании солнечных коллекторов типа СВНУ–150 (площадь солнечной панели 1,6 м²) необходимо:

$$m_{\text{ГВ}} = \frac{A_{\text{СК}}^{\Sigma}}{A_{\text{СК}}} = \frac{4,24}{1,6} = 2,66 \approx 3 \text{ панели};$$

объем бака-аккумулятора горячей воды будет равен:

$$V_{\text{АК}}=0,05 \cdot A_{\text{СК}}=0,05 \cdot 4,24=0,212 \text{ м}^3.$$

Возможно использование солнечных коллекторов другого типа российского или китайского производства, либо производства Германии. Ниже (табл. 13) приведены технические данные и геометрические характеристики СК высокой производительности и качества с высоким КПД типа TopSun F3/F3-Q:

- высокоэффективные коллекторы, протестированы на соответствие EN 12975;
- коллекторы пригодны для применения в любых погодных условиях;
- коллекторы изготовлены методом термоформ, с вмонтированным алюминиевым коллектором;
- имеют изоляцию Rockwool толщиной 60 мм, что обеспечивает отсутствие потерь тепла;
- коллекторы снабжены медным коллектором с особо чувствительным покрытием, обеспечивающим оптимальную производительность;
- коллекторы снабжены расширительными компенсаторами, позволяющими равномерно распределять нагрузку между несколькими коллекторами;
- защитное стекло имеет толщину 3,2 мм и соответствует всем существующим стандартам;
- одна система может состоять из 5 коллекторов, для этого предусмотрена сторона соединения и необходимые принадлежности;
- позволяют легко изменять угол наклона;
- легко монтируются в параллельную работу нескольких коллекторов;
- все коллекторы имеют гарантию 5 лет.

1.2.3. Общий вид солнечных коллекторов

Технические характеристики солнечных коллекторов приведены в табл. 13 с указанием геометрических размеров абсорберов в мм.

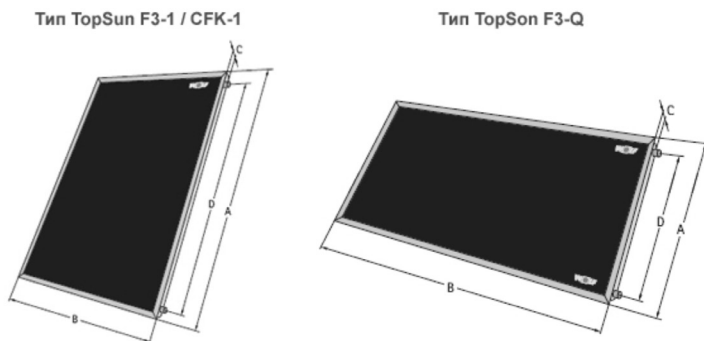


Рис. 4. Геометрические размеры солнечных коллекторов.

1.2.4. Технические характеристики солнечных коллекторов

Таблица 13

Тип солнечного коллектора	TopSun F3-1	TopSun F3-Q	CFK
Ширина, А мм	2099	1099	2099
Высота, В мм	1099	2099	1099
Глубина, С мм	110	110	110
Расстояние между патрубками, D мм	1900	900	1900
Подключение, G	3/4 ^{''}	3/4 ^{''}	3/4 ^{''}
Угол наклона	15–90°	15–90°	15–90°
Оптический КПД относительно площади поглотителя, %	82,1	81,9	71,2
Коэффициент тепловых потерь K1, Вт/(м ² K ²)	3,312	3,312	3,5
Коэффициент тепловых потерь K2, Вт/(м ² K ²)	0,0181	0,0181	0,0084
Максимальная температура, °С	198	198	196
Поглощение теплового излучения, %	93	93	95,2
Теплоемкость, ККл/(м ² К)	5,5	6,3	4,723
Максимальное давление, Бар	10	10	10
Общая площадь, м ²	2,3	2,3	2,3
Площадь поглотителя, м ²	2,0	2,0	2,0
Количество теплоносителя, л	1,7	1,9	1,1
Вес (пустой), кг	40	41	36
Рекомендованная пропускная способность (одного коллектора), л/час	30–90	30–90	90

1.2.5. Расчет систем солнечного теплоснабжения

Расчет систем солнечного теплоснабжения (ССТ) хорошо и подробно изложен в [4], где даны также рекомендации по расчету и выбору тепловых аккумулирующих материалов (ТАМ).

Относительная площадь солнцезащищенных поверхностей в различных климатических зонах может составлять от 10 до 100% площади отапливаемых помещений. При этом за счет использования солнечной энергии обеспечивается определенная доля f от 10 до 80% тепловой нагрузки отопления и соответственно уменьшается расход теплоты от теплового источника (котла). В случае же использования подвижной тепловой изоляции, закрывающей в ночное время лучепрозрачные поверхности солнечных коллекторов, теплопотери здания дома значительно снижаются, и эффективность гелиосистемы возрастает в 1,5–2 раза.

Наилучшая ориентация здания дома с солнечными коллекторами на крыше – южная, однако допускается отклонение фасада здания до 30° к востоку или западу.

Расчет солнечных установок включает в себя определение располагаемого количества солнечной энергии (см. выше расчет поступления солнечной энергии на поверхность СК).

1.2.6. Пример расчета системы солнечного теплоснабжения жилого дома

Для расчета системы солнечного теплоснабжения жилого дома используется схема системы теплоснабжения от солнечных коллекторов с активной циркуляцией теплоносителя в первичном контуре СК (рис. 4). Во вторичном контуре выход горячей воды из бака аккумулятора соединяется трубой с системой отопления жилого дома от резервного источника тепловой энергии (котельная или теплосеть) – прямая подача горячей воды в систему отопления. Труба слива из бака-аккумулятора СК соединяется с системой отопления жилого дома через трубу обратной подачи горячей воды из системы отопления в котел или теплосеть, чтобы обеспечить замкнутый цикл ССТ. Нагретая вода в СК поступает в систему отопления с помощью рециркуляционного насоса, тем самым, сокращая или полностью замещая топливную составляющую котельной установки дома.

Расчет теплового баланса жилого дома приводится ниже по укрупненным показателям расчета тепловых потерь (рис. 5).

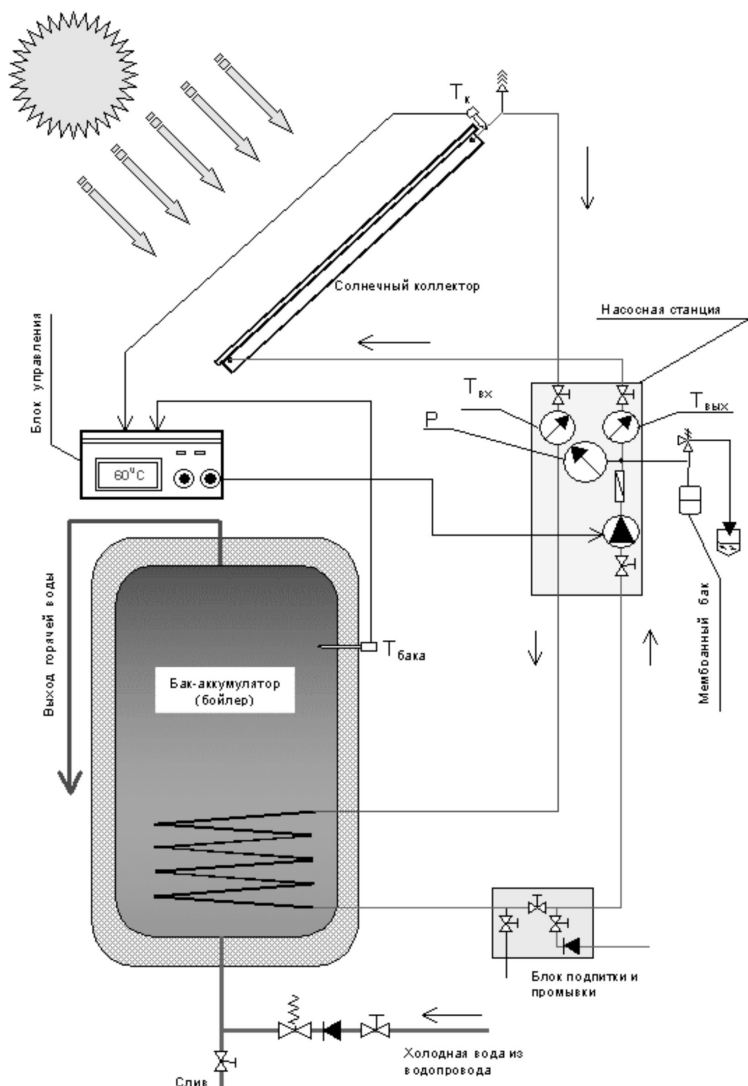


Рис. 5. Схема системы теплоснабжения от СК с активной циркуляцией.

1.2.7. Расчет тепловых потерь в жилом доме

Потери тепла в жилом доме происходят:

- за счет воздухообмена, включая инфильтрацию – 45% (поз.1);

- через наружные стены – 27% (поз.2);
- через оконные проемы – 22% (поз.3);
- через крышу – 4% (поз. 4);
- через пол – 2% (поз. 5).

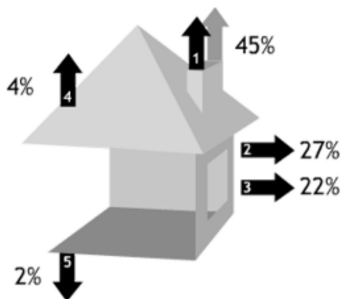


Рис. 6. Примерная структура теплового баланса жилого дома в холодный период.

Поступление тепла в жилой дом происходит:

- от системы отопления;
- от работающих электроприборов в доме;
- в процессе приготовления пищи;
- за счет солнечной радиации.

Расчет отопления жилого дома необходим для компенсации тепловых потерь, перечисленных выше.

Отопление следует проектировать для обеспечения в помещениях расчетной температуры воздуха, учитывая тепловой поток, регулярно поступающий от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, коммуникаций, материалов, людей и других источников. При этом тепловой поток, поступающий в комнаты и кухни жилых домов, следует принимать не менее чем 10 Вт на 1 м² пола.

Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур в этих помещениях равна 3°С и менее (СНиП 2.04.05–91).

Приближённый расчёт теплопотерь дома

Коэффициенты (K), учитывающие утечку тепла в доме приведены в табл. 14–20.

Величина теплопотерь определяется по эмпирической формуле:

$$Q_T = \text{Вт/м}^2 \cdot \text{м}^2 \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6 \cdot K7 = \text{Вт},$$

где Q_T – теплопотери дома; Вт/м^2 – удельная величина тепловых потерь (65–80 Вт/м^2), которая состоит из теплового потока через материа-

лы окон, стен и потолка, вентиляция и т.п.; m^2 – площадь помещения; К – коэффициенты теплопотерь конструкций дома.

Таблица 14

Окна	Тройной стеклопакет	Двойной стеклопакет	Обычное (двойное) остекление
К1	0,85	1,0	1,2

Таблица 15

Стены	Хорошая изоляция	Ж/бетон, кирпич (2), утеплитель (150 мм)	Плохая изоляция
К2	0,85	1,0	1,27

Таблица 16

Соотношение площадей окон и пола, %	10	11– 19	20	21– 29	30	31– 39	40	50
	К3	0,80	0,90	1,10				

Таблица 17

Температура снаружи помещения	до -10°	-10°	-15°	-20°	-25°	-30°	-35°
К4	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30

Таблица 18

Число стен, выходящих наружу	Одна	Две	Три	Четыре
	К5	1,0	1,11	1,22

Таблица 19

Тип помещения над рассчитываемым	Обогреваемое помещение	Теплый чердак	Холодный чердак
К6	0,82	0,91	1,00

Таблица 20

Высота помещения, м	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
К7	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20

Исходные данные для расчета:

Окна – Обычное (двойное) остекление (К1=1,2).

Стены – Хорошая теплоизоляция (К2=0,85).

Соотношение площадей окон и пола – 10% (К3=0,8).

Температура снаружи помещения – 10°C (К4=0,7).

Число стен, выходящих наружу – Четыре (К5=1,33).

Тип помещения над рассчитываемым – Обогреваемое помещение (К6=0,82).

Высота помещения – 2,5 м (К7=1,00).

Площадь помещения – 100 м².

Тогда:

$$Q_T = 80 \cdot 100 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,33 \cdot 0,82 \cdot 1,00 = 4983,6 \text{ Вт.}$$

1.2.8. Тепловая производительность котла для отопления дома

Тепловая производительность (мощность N_K) котла подбирается в зависимости от значения тепловых потерь здания, исходя из следующих расчетов:

$$N_K = (1,15 - 1,20) \cdot Q_T, \text{ кВт,}$$

где N_K – тепловая производительность (мощность) отопительного котла (кВт).

Коэффициент запаса 15–20% дается для того, чтобы перекрыть незапланированные тепловые потери и возможное отклонение от расчетного количества солнечных дней в холодные периоды отопительного сезона.

Таким образом, тепловая производительность отопительного котла окончательно будет равна:

$$N_K = 1,2 \cdot 4983,6 = 5980,32 \text{ Вт} = 5,983 \text{ кВт.}$$

Вследствие нестабильности поступления солнечной энергии, система солнечного отопления должна работать с дополнительным (резервным) источником энергии (котельная, теплосеть и т.п.), обеспечивающим 100% требуемой тепловой мощности.

Для систем солнечного отопления тепловой расчет рекомендуется выполнять для марта месяца при $\varphi = 43^\circ$ северной широты (г. Бишкек). В этом месяце вся тепловая нагрузка должна обеспечиваться за счет солнечной энергии. В остальные месяцы отопительного сезона система солнечного теплоснабжения будет только долей основного отопления.

Таким образом, по данным табл. 1, в марте месяце величина солнечной энергии равна 103,5 кВт·ч/(м²·месяц).

Величина месячной тепловой нагрузки, необходимой на компенсацию тепловых потерь жилого дома в марте будет равна:

$$Q_T^M = Q_T \cdot n_M \cdot h_C = 5,983 \cdot 31 \cdot 24 = 4451 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Величина годовой тепловой нагрузки при 6-ти месячном отопительном сезоне составит:

$$Q_T^{\text{ГОД}} = Q_T^M \cdot 6 = 26706 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Площадь солнечных коллекторов, необходимых для 100% покрытия тепловых потерь жилого дома в марте месяце будет равна:

$$A_{СК}^{\Sigma} = \frac{Q_T^M}{Q_{СК}^M} = \frac{4451}{103,5} = 43 \text{ м}^2.$$

Объем аккумуляторного бака принимаем равным:

$$V_{АБ}^{\Sigma} = 0,1 \cdot A_{СК}^{\Sigma} = 43 \cdot 0,1 = 4,3 \text{ м}^3.$$

При использовании солнечных коллекторов типа СВНУ–150 (площадь солнечной панели 1,6 м²) необходимо

$$m_{ССТ} = \frac{A_{СК}^{\Sigma}}{A_{СК}} = \frac{43}{1,6} = 27 \text{ панелей.}$$

Вместе с системой горячего водоснабжения жилого дома требуется 30 панелей СК при цене 1 м² солнечного коллектора вместе с монтажно-наладочными работами – 10800 сом., стоимость отопления и горячего водоснабжения от солнечных коллекторов составит:

$$C_{СК} = 48 \text{ м}^2 \cdot 10800 = 518400 \text{ сом,}$$

без стоимости резервного источника тепла – генератора тепла на жидком или газообразном топливе.

1.2.9. Солнечные коллекторы для отопления жилого дома

Таблица 21


Солнечные коллекторы с вакуумными трубками				
Тип	Вид	Размеры трубок (Ø, длина)	Кол. трубок	Цена
Высоко температурный вакуумный коллектор		47 × 1500 мм	10	€ 233.33
			20	€ 466.67
			24	€ 560.00
			30	€ 700.00
			36	€ 840.00
		58 × 1800 мм	10	€ 251.28
			20	€ 502.56
			24	€ 603.08
			30	€ 753.85

Таблица 22

Рабочая станция с блоком управления, насосом, расширительным баком				
Тип системы	Вид компонентов	Расшир. бак	Модель	Цена
100L		5 литров	100-WS	€ 310.26
150L		5 литров	150-WS	€ 310.26
200L		8 литров	200-WS	€ 324.36
250L		8 литров	250-WS	€ 324.36
300L		12 литров	300-WS	€ 338.46
500L		24 литра	500-WS	€ 352.56

Для отопления жилого дома можно использовать солнечные коллекторы с вакуумными трубками, приведенные в табл. 21. Эти коллек-

торы обладают более высоким КПД, и температурой нагрева воды. Кроме того, эти СК имеют в своем составе солярные регуляторы типа SWS, с помощью которых можно контролировать весь технологический процесс нагрева и распределения нагретой воды к потребителю.

Рабочие станции для систем водонагрева

Солнечная рабочая станция – сердце солярной системы, действующей для нагрева воды. Станция служит для обеспечения циркуляции и регуляции протекания теплообменной жидкости. С ее помощью контролируется температура и давление в системе, присоединяется расширительный бак и легко доливается или заменяется теплообменная жидкость.

Перечень насосных узлов:

Солнечная рабочая станция SWS–1.

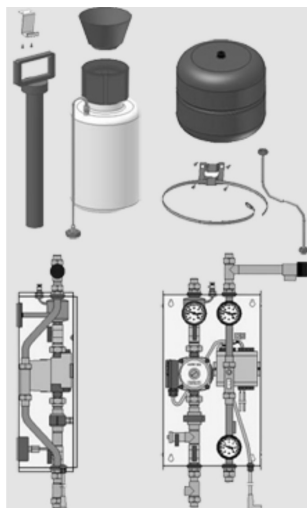
Солнечная рабочая станция SWS–2.

Солнечная рабочая станция SWS–3.

Солнечная рабочая станция SWS–4.

Солянный регулятор SWS–1

Двухтрубный солянный насосный узел, конструкция которого сочетается со всеми типами регуляторов DeltaSol. В него главным образом встроены наиболее важные гидравлические компоненты, необходимые для эксплуатации солярной системы. Монтаж и установка несложная и быстрая.



Оснащение:

1. Солянный насос WILO Star ST20/6.
2. Термометры отопительного и обратного ответвлений.
3. Манометр.
4. Солянный аварийный клапан на давление 6 бар.
5. Отопительное ответвление с шаровым и обратными вентилями.
6. Впускной и выпускной вентили.
7. Запорный и шаровой вентиль.
8. Обратный клапан.
9. Регулятор протекания теплообменной жидкости с расходомером.
10. Набор для монтажа на стену вместе с держателем расширительного бака.
11. Соединение с расширительным баком вместе с автоматическим обратным вентилем.
12. Термоизоляция.

Рис. 7. Узлы солярного регулятора.

Солнечная рабочая станция SWS–2

Однотрубный соляренный насосный узел с встроенным регулятором Deltasol BS3. Содержит гидравлические компоненты, необходимые для эксплуатации соляренной системы. Включается просто вставлением в штепсельную розетку. Установка соляренной системы очень проста и не трудоемка – достаточно выбрать расширительный бак и соединить коллекторами с водогрейным резервуаром.



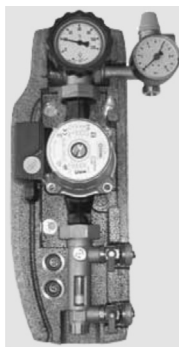
Оснащение:

1. Встроенный регулятор контроллер Solar Pro.
2. Датчики Pt 1000 2 шт.
3. Соляренный насос WILO Star ST20/6.
4. Манометр.
5. Соляренный аварийный клапан 6 бар.
6. Впускной и выпускной вентили.
7. Запорный и шаровой вентиль.
8. Обратный клапан.
9. Регулятор протекания с расходомером.
10. Набор для монтажа на стену вместе с держателем расширительного бака.
11. Гибкий присоединительный трубопровод расширительного бака – 0,5 м.
12. Автоматический вентиль для присоединения расширительного бака.
13. Термоизоляция.

Рис. 8. Общий вид солнечной рабочей станции для СК.

Солнечная рабочая станция SWS–3

Однотрубный насосный узел вместе с насосом (насос поставляется отдельно).



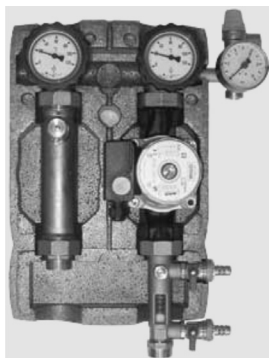
Оснащение:

1. Циркулярный насос Wilo RS 24/4 или ST 25/7.
2. Встроенный регулятор контроллер Solar Pro.
3. Термометр.
4. Манометр.
5. Аварийный вентиль 6 бар соляренной системы.
6. Наполнительный и сливной клапан.
7. Запорный клапан.
8. Обратный клапан.
9. Регулятор протекания с расходомером.
10. Выход для присоединения расширительного бака.
11. Монтажный набор для закрепления на стену.
12. Термоизоляция.

Рис. 9. Общий вид насосного узла станции.

Солнечная рабочая станция SWS-4

Двухтрубный насосный узел вместе с воздухоохладителем и насосом (насос поставляется отдельно).



Оснащение:

1. Циркулярный насос Wilo ST 25/7.
2. Термометры отопительной и обратной веток.
3. Термометр.
4. Манометр.
5. Аварийный вентиль 6 бар солярной системы.
6. Наполнительный и сливной клапан.
7. Запорный клапан.
8. Обратный клапан.
9. Воздухоотделитель.
10. Регулятор протекания с расходомером.
11. Резьбовая нарезка для присоединения расширительного бака.
12. Монтажный набор для закрепления на стену.
13. Термоизоляция.

Рис. 10. Общий вид двухтрубного насосного узла станции.

Закрытый активный солнечный водонагреватель высокого давления

Данные системы выгодно отличаются саморегулируемостью и наибольшей эффективностью использования солнечной энергии.

Контроллеры обеспечивают оптимальные параметры циркуляции энергии в системе и позволяют поддерживать комфортную заданную температуру. При отсутствии достаточной солнечной активности контроллер включает дополнительный электро- или газонагреватель, установленный в теплоаккумуляторе.

На рис. 11 приведена схема внешних соединений и компоновки СВНУ закрытого (без сообщения с атмосферой) исполнения с вакуумными коллекторами. СВНУ работает в автоматическом режиме и управляется с помощью контроллера (рабочей станции) с встроенным микропроцессором.



Рис. 11. Общий вид системы СВНУ с вакуумными коллекторами высокого давления.

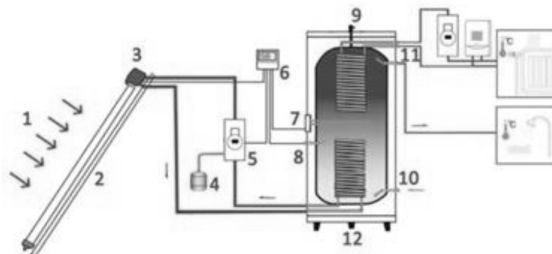


Рис. 12.Схема внешних соединений СВНУ высокого давления с вакуумными коллекторами:

1. Направление солнечной радиации с южной ориентацией солнечных коллекторов (СК).
2. Вакуумные трубки солнечного вакуумного коллектора высокого давления.
3. Коллектор сбора теплообменной жидкости из вакуумных трубок.
4. Расширительный бачок рабочей станции.
5. Рабочая станция с насосом циркуляции теплообменной жидкости СВНУ.
6. Контроллер с микропроцессором для управления технологическим процессом работы СВНУ.
7. Термопара для контроля температуры горячей вода в баке-аккумуляторе.
8. Встроенный в резервуар электрический нагреватель (ТЭН).
9. Аварийный клапан сброса избыточного давления горячей воды в баке-аккумуляторе СВНУ.
10. Трубопровод подачи холодной воды из водопровода в бак-аккумулятор СВНУ.
11. Трубопровод подачи горячей воды к потребителю для горячего водоснабжения.
12. Система слива и опорожнения бака-аккумулятора при регламентных работах на СВНУ.
13. Система теплоснабжения (отопления жилого дома с рабочей станцией и контроллером) показана в верхней части установки на схеме рис. 12.

Особенности:

- наиболее эффективные СВНУ для умеренного и холодного климата, выдерживают температуры до -50°C и низкую интенсивность потока солнечной радиации;
- имеют большое количество схем подключения;
- легко встраиваются в существующие системы горячего водоснабжения и отопления;

- расположение бака не требует строгого размещения, поэтому системы легче модифицируются, чем пассивные;
 - большая производительность за счёт активной циркуляции жидкости.
- Направление использования: горячее водоснабжение и отопление помещений.

1.3. Ветроэнергетика

Одним из перспективных направлений развития возобновляемой энергетики является ветроэнергетика.

Использование энергии ветра не только помогает решить многие проблемы энергоснабжения удаленных объектов и загородных домов, но и получить независимость от местных энергоснабжающих организаций.

Поставив на своём участке хотя бы небольшой **ветрогенератор** вместо дизель- или бензоэлектростанции, вы внесете свой вклад в дело сохранения природы, сокращения выбросов вредных и парниковых газов и предотвращения изменения климата. Даже если вы подключены к сети централизованного электроснабжения, использование энергии ветра для ваших нужд тоже будет полезно природе, потому что сети получают электроэнергию, сжигая уголь, мазут или газ, или даже на атомных станциях.

Принцип использования ветровой энергии известен и используется человеком очень давно, начиная с ветряных мельниц. Преобразование кинетической энергии ветра в электрическую энергию происходит с помощью *ветроэнергетических установок* (ВЭУ), которые можно квалифицировать по следующим признакам:

- по мощности – малые (до 10 кВт), средние (от 10 до 100 кВт), крупные (от 100 до 1000 кВт), сверхкрупные (более 1000 кВт);
- по числу лопастей рабочего колеса – одно-, двух-, трех- и многолопастные;
- по отношению рабочего колеса к направлению воздушного потока – с горизонтальной осью вращения, параллельной или перпендикулярной вектору скорости ветра (ротор Дарье).

Для каждой ВЭУ можно выделить следующие три характерные значения рабочей скорости ветра:

v_p^{\min} – для $0 \leq v \leq v_p^{\min}$, при этом мощность ВЭУ равна 0;

v_p^N – расчетная скорость ветра по мощности для $v_p^{\min} < v \leq v_p^N$, при этом мощность ВЭУ меняется в зависимости от скорости ветра и частоты вращения ротора;

v_p^{\max} – для $v > v_p^{\max}$, при этом мощность ВЭУ равняется нулю за счет принудительного торможения ротора при развороте его лопастей параллельно вектору скоростей ветра.

Обычно в ветроэнергетике используется рабочий диапазон скоростей ветра, не превышающих скорость, равную 25 м/сек. Эта скорость соответствует 9-бальному ветру (шторму) по 12-бальной шкале Бофорта.

Существует определенная расчетная зависимость удельной мощности (Вт) ветрового потока N^{y0} Вт/м² от его скорости \bar{v} (м/сек), выраженная табл. 23.

Таблица 23

\bar{v} , м/сек	2	3	4	5	10	14	18	20	23	25
N^{y0} , Вт/м ²	4,9	16,55	39,2	76,6	613	1682	3575	4904	7458	9578

Для 1 м² *ометаемой* поверхности ветровым потоком значение удельной мощности ветрового потока определяется выражением:

$$N^{y0} = 0,5\rho\bar{v}^3 [1, (17.16)],$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Для ориентировочных расчетов в диапазоне скоростей от v_p^{\min} до v_p^N полезная мощность ВЭУ – $N_{ВЭУ}$ (кВт) для заданной скорости ветра \bar{v} (м/с) на высоте башни H_6 (м) и диаметре ротора ВЭУ D_1 (м) рассчитывается по известной формуле:

$$N_{ВЭУ} = N^{y0} \cdot F_{ВЭУ} \cdot \eta_p \cdot \eta_G \cdot \zeta \cdot 10^{-3} \text{ кВт} [1, (17.17)],$$

где $F_{ВЭУ}$ (м²) – *ометаемая* площадь ВЭУ с горизонтальной осью вращения, определяемая из выражения:

$$F_{ВЭУ} = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} [1, (17.18)],$$

где ζ – коэффициент мощности, обычно принимаемый = 0,45 в практических расчетах, отн. ед.; η_p – КПД ротора (порядка 0,9, если не задан), отн. ед.; η_G – КПД генератора (порядка 0,95, если не задан), отн. ед.

После подстановки данных всех указанных значений получаем для ориентировочных расчетов:

$$N_{ВЭУ} = 1,85 \cdot D_1^2 \cdot v^3, \text{ кВт} [1, (17.19)].$$

Энергию $кВт \cdot ч$, вырабатываемую ВЭУ за период времени T (час), определяют по выражению:

$$\mathcal{E}_{ВЭУ} = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot N_{ВЭУ} \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч} [2, (2.26)],$$

где $\beta_1 = 0,7 \div 1,0$ – коэффициент взаимного влияния ВЭУ (если их несколько); $\beta_2 = 0,95$ – технический простой ВЭУ (ремонт, поломка); $\beta_3 = 0,97$ – потребление энергии на собственные нужды.

Характерный диапазон изменения $T_p^{ВЭУ} = 2000 \div 6500 \frac{\text{ч}}{\text{год}}$.

Среднемесячная скорость ветра в Чуйской долине (при высоте флюгера Нф=6,0 м) приведена в табл. 24 (по данным метеостанции г. Бишкек):

Таблица 24

Поз.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
v м/с	1,8	2,0	2,5	2,3	2,1	2,4	2,0	1,9	2,05	2,0	1,8	1,7
Нф,м	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Этого потенциала ветровой энергии явно недостаточно для ветроэнергетической установки. Однако в Кыргызстане есть области со значительным потенциалом ветровой энергии, например, Иссык-Кульская и Баткенская области и ряд горных перевалов. Для этого есть смысл рассмотреть архитектуру построения ВЭУ.

1.3.1. Ветроэнергетические установки для электроснабжения жилого дома

Для небольшого загородного дома при наличии среднегодовой скорости ветра более 4 м/с достаточно ветроустановки (ВЭУ) мощностью:

- около 500 Вт для покрытия базовых потребностей в электроэнергии – освещение, телевизор, связь, радио, другая маломощная нагрузка;
- от 1,5 до 4 кВт для электроснабжения почти полностью потребителей в типовом загородном доме, включая стиральную машину, холодильник, компьютеры и т.п.

В периоды сильного и продолжительного ветра излишки вырабатываемой электроэнергии могут использоваться для отопления помещений.

В настоящее время предлагаются следующие ветроэлектрические установки:

- ВЭУ мощностью 500 Вт;
- ВЭУ мощностью 2000 Вт;
- ВЭУ мощностью 5000 Вт;
- ВЭУ мощностью 10000 Вт;
- ветровая солнечная гибридная установка.

Производятся также ветроэнергетические установки (ВЭУ) для включения в состав системы электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии.

В состав системы с ВЭУ включаются аккумуляторные батареи и инверторы.

В инверторе предусмотрена электронная защита от:

- перегрузки;
- короткого замыкания;
- ошибки подключения полярности аккумулятора;
- полного разряда аккумулятора.

Ветроэнергетическая установка предназначена для работы с трехфазной трехпроводной сетью 220 В с **изолированной нейтралью**.

Кроме того, для резервирования, в моменты отсутствия ветра, в состав электрооборудования включается дизельная электрическая станция (ДЭС) или другой ЖТЭГ и другие элементы, обеспечивающие нормальное функционирование всей системы электроснабжения жилого загородного дома.

При наличии избытка ветровой энергии используются теплоэлектронагреватели (ТЭН).

Блок управления обеспечивает контроль режимов работы ВЭУ.

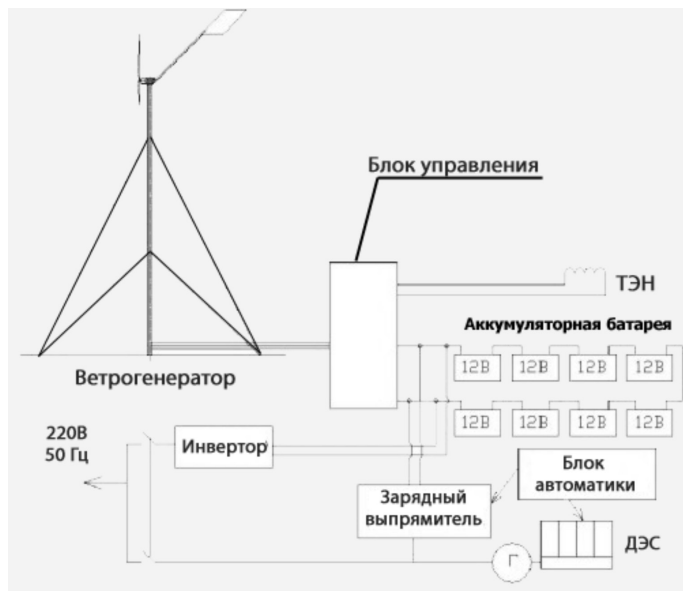


Рис. 13. Блок-схема электрооборудования ветроэнергетической установки.

1.3.2. Технические характеристики ВЭУ Ветроэлектрическая установка на 500 Вт

Область применения

Малогобаритная, переносная ветроустановка на 500 Вт. Легко разбирается и транспортируется, что перспективно для использования в полевых, связанных с частой сменой местонахождения, условиях. Данная установка, имея меньшую цену, превосходит известные аналоги по компактности, степени разборности и надежности.

По своим технико-экономическим показателям эта установка вне конкуренции там, где нужен небольшой и недорогой ветряк, который легко установить и демонтировать (например, на даче).

На ветроустановке предусмотрена ориентация лопастей на ветер и защита от урагана



Режимы работы:

- буферный – с аккумуляторной батареей напряжением 24 В для питания электроприборов постоянного тока;
- автономный – прямое подключение к нагрузке, не требующей стабилизации напряжения;
- совместно с преобразователем напряжения (инвертором) – питание бытовых приборов.

Рис. 14. Ветроэнергетическая установка мощностью 500 Вт.

Таблица 25

Технические характеристики

Параметр	Значение
Мощность, кВт, макс.	0,5
Расчетная скорость ветра, м/с	10
Рабочий диапазон скоростей ветра, м/с	3–25
Диапазон напряжений постоянного тока, В	19–30
Диапазон выходного напряжения генератора при номинальной нагрузке, В	24–30
Допустимая мощность нагрузки по постоянному току при емкости аккумулятора торной батареи 300 А·ч, Вт, макс.	500
Габаритные размеры, м высота (в зависимости от длины мачты) диаметр ветроколеса	5,4–6,0 2,2
Масса установки без мачты, кг, макс.	60
Число лопастей	3

Средний срок службы, лет, мин	7
Высота мачты, м	4,5
Рекомендуемая емкость аккумуляторной батареи, А/ч	190

Ветроэлектрическая установка на 2000 Вт предназначена для автономного снабжения электроэнергией потребителей в районах со среднегодовой скоростью ветра не менее 4,5 м/с.



Установка работает в следующих режимах:

- в режиме заряда аккумуляторной батареи для питания электроприборов постоянным током;
- в режиме без аккумуляторной батареи – на тепловую нагрузку;
- в режиме совместной (параллельной) работы с солнечной батареей, мощностью до 500 Вт;
- как на заряд аккумуляторной батареи, так и на тепловую нагрузку.

Рис. 15. Ветроэнергетическая установка мощностью 2000 Вт.

Отличительные особенности

Выработка полезной энергии начинается при скорости ветра 2,5 м/с;

В конструкции применен высокоточный центробежный, аэродинамический регулятор, управляющий углом установки лопастей и обеспечивающий буревую защиту.

В конструкции ВЭУ применен прямоприводной малогабаритный генератор с магнитами из Nd-Fe-B.

Имеется электронная адаптивная система отбора мощности, что позволяет получить коэффициент использования ветра 0,41.

В конструкции лопастей и корпуса применены высокомолекулярные композиционные материалы на основе эпоксидных смол горячего отверждения.

Монтаж ВЭУ производится путем самоподъема.

Во всем диапазоне ветров ВЭУ сохраняет низкий уровень собственных аэродинамических шумов.

Современный дизайн, минимальные габаритно-весовые ВЭУ (42 кг) и электронного блока управления (вес 3,5 кг, габариты 265×185×95 мм), компактная упаковка для транспортировки.

Установка положительно зарекомендовала себя в качестве автономного источника электропитания, не требующего технического обслуживания.

Таблица 26

Основные технические характеристики

Номинальная мощность ВЭУ, Вт	2000
Скорость ветра, при которой начинается работа, м/с	3,0
Номинальная скорость ветра, м/с	10
Максимальная расчетная скорость ветра, м/с	45
Ротор	
Рабочее положение ротора	На ветер
Количество лопастей, шт.	2
Диаметр, м	3,12
Управление скоростью вращения - центробежно-аэродинамический регулятор	
Номинальная частота вращения, об/мин	600
Материал лопастей высокомодульный углестеклопластик на эпоксидном связующем	
Генератор	
Тип генератора на постоянных магнитах из Fe - Nd - Br , 17 пар полюсов	
Максимальная выходная мощность, Вт	2100
Блок электропитания	
Рабочее напряжение, В	48
Мощность подключаемого инвертора, Вт	До 2000
Мощность подключаемой солнечной батареи, Вт	До 800
Системы безопасности эксплуатации	
Ограничение скорости вращения ротора - аэродинамическое, во всем рабочем диапазоне	
Механизм торможения – электрический, замыканием обмоток генератора	
Молниезащита - защитное заземление	

Таблица 27

Эксплуатационные параметры

Регламентное обслуживание по техническому состоянию агрегатов	
Диапазон эксплуатационных температур, °С	-40...+60
Срок службы, лет	9
Вышка	
Высота вышки, м	До 12
Количество секций, шт.	До 5
Ветроагрегат в сборе (нетто), кг	42
Вышка в сборе (нетто), кг	До 180

В состав системы также необходимо будет включить аккумуляторные батареи и, если планируется, подключать нагрузку переменного тока – инвертор. Также очень рекомендуется использовать в системах электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии энергоэффективную нагрузку.

Ветроэнергетический комплекс (ВЭК) мощностью 5000 Вт В состав ВЭК входит дизельная электрическая станция соответствующей мощности.

Ветроэнергетический комплекс предназначен для электроснабжения объектов, расположенных в зонах с любыми, в т.ч. низкими, ветрами – от 3 м/с. Может работать и как дополнение к уже имеющейся электрической сети.

Все комплектации служат для автономного электроснабжения потребителей, не имеющих доступа к сетям централизованного электроснабжения:

- загородные дома,
- фермерские хозяйства,
- объекты телекоммуникаций, станций сотовой связи,
- других объектов, страдающих от перебоев в электроснабжении.



Рис. 15. Ветроэнергетическая установка мощностью 5000 Вт.

Таблица 28

Параметры ветроэнергетической установки

Максимальная мощность при скорости ветра 9 м/с	5 кВт
Рабочая скорость ветра	3–12 м/с
Среднемесячная выработка эл. энергии	600–800 кВт·ч
Ветроколесо	Стеклопластик, диаметр 5 м, лопастей 3 шт.
Буревая защита (ветер от 13 м/с)	Поворот ветроколеса до 90° к потоку
Ориентация на ветер	Флюгер
Масса без мачты	290 кг
Рабочая температура	–40... + 60°С
Генератор	Синхронный, трехфазный с возбуждением от постоянных магнитов
Соединение ветроколеса с генератором	Прямое
Башня 15-27м	Стальная решетчатая
Мачта 15-27м	Стальная труба с растяжками
Монтаж	Обученный персонал
Срок эксплуатации	20 лет
Гарантийный срок	1 год

Инвертор

Входное напр. U постоянного тока	80–125 В
Выходное напряжение U	Однофазное, 220 В, 50 Гц
Форма выходного напряжения U	чистая синусоида
Мощность	$P_{ном}$ 5 кВт, $P_{мах}$ 6 кВт
КПД	90%
Ток холостого хода	$I_{xx} < 0,5$ А
Защита от	<ul style="list-style-type: none"> – перегрузки – короткого замыкания – ошибки подключения полярности АКБ – глубокого разряда АКБ

Цены и комплектация ВЭУ 5000 Вт**Комплектация от 12000 евро**

1. Ветрогенератор на 5000 Вт с диаметром ротора 5 м.
2. Мачта с оттяжками – 15 м.
3. Рубильник+кабель 50 м.

Назначение:

ВЭУ предназначена для наружного освещения, нагрева воды и отопления в зонах с хорошими характеристиками среднегодовой скорости ветра – от 7 м/сек.

Комплектация с аккумуляторами и инвертором от 20 000 евро.

1. Ветрогенератор на 5000 Вт с диаметром ротора 5 м.
2. Мачта с оттяжками 15 м.
3. Кабель 50 м.
4. Аккумуляторные батареи 6СТ-190Аз 8 шт.
5. Регулятор заряда с балластным сопротивлением и электрическим тормозом ($U_{вх}=80-125$ В).
6. Инвертор–96 В/~220 В, 50 Гц.

Назначение:

ВЭУ предназначена для электроснабжения в зонах со среднегодовой скоростью ветра – от 4 м/сек.

Комплектация с аккумуляторами и дизель-генератором от 30 000 евро.

1. Ветрогенератор на 5000 Вт с диаметром ротора 5 м.
2. Мачта с оттяжками 26 м.
3. Кабель 50 м.
4. Аккумуляторные батареи 6СТ-190Аз 8 шт.
5. Регулятор заряда с балластным сопротивлением и электрическим тормозом ($U_{вх}=80-125$ В).
6. Инвертор–96 В/~220 В, 50 Гц;

7. Дизель-генератор 5–10 кВт.
8. Блок автоматики дизель-генератора.
9. Блок оптимизации нагрузки дизеля.

Назначение

ВЭУ предназначена для электроснабжения объектов, расположенных в зонах с любыми ветрами от 3 м/сек. Может работать и как дополнение к уже имеющейся электрической сети.

Дополнительные опции

1. Мачта трубчатая высотой 18,27 м с оттяжками **850€**
2. Мачта решетчатая высотой 14,5 и 26 м **1500€**
3. Упаковка **300€**
4. Лебедка 3,2 т с тросом 20 м
5. Фундамент **от 600€**
6. Монтаж/наладка (без проезда и проживания) **от 950€**
7. Стрела подъема 6 или 9 м **от 250€**
8. Покраска сверхстойкой краской (для районов с агрессивной средой) **от 400€**

Мощность от 5 до 50 кВт может быть получена несколькими ВЭУ на 5000 Вт.

Монтаж и установка ВЭУ

Обозначения:

- 1 – территория, необходимая для монтажа ВЭУ;
- 2 – точечные фундаменты для растяжек и мачты;
- 3 – мачта (высота $H = 15, 18, 27$ м);
- 4 – ветроколесо;
- 5 – флюгер.

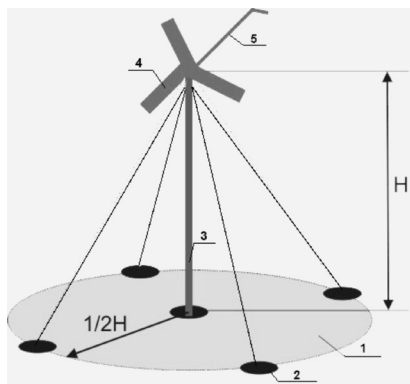


Рис. 16. Схема монтажа и установки ВЭУ на площадке.

Ветроэлектростанции Ветроэлектростанции российского производства

Таблица 30

Показатели	Тип			
	М-1-24	М-1-48	М-2-120	М-5-240
Номинальная выходная мощность, Вт	1000	1000	2000	5000
Рабочее положение ротора	На ветер	На ветер	На ветер	На ветер
Лопастей ротора:				
– количество	3	3	3	3
– диаметр ветроколеса, м	2,3	2,3	3,6	6,4
Скорость ветра, м/с				
– пусковая	3	3	3	3
– номинальная	10	10	9	10
– буревая	50	50	50	50
Высота мачты, м	6	8	10,5	12
Количество секций, шт.	4 секции трубчатая	4 секции телескоп	6 секций телескоп	7 секций трубчатая
Напряжение на выходе генератора, В	24	48	120	240
Весовые характеристики:				
– ветроагрегат в сборе, кг	80–100	80–100	110	285
– то же с мачтой, кг	180–200	180–200	-	-
Диапазон рабочих температур, °С	–40...+60	–40...+60	–40...+60	–40...+60
Срок службы, лет	7	7	7	7

Количество вырабатываемой электроэнергии М-1-24 при средней скорости ветра:

$$5 \text{ м/с} - 340 \text{ Вт} \times 24 \text{ ч} = 8,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч в сутки};$$

$$6 \text{ м/с} - 400 \text{ Вт} \times 24 \text{ ч} = 9,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч в сутки};$$

$$7 \text{ м/с} - 500 \text{ Вт} \times 24 \text{ ч} = 12,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч в сутки}.$$

Эти ветроэлектрические установки предназначены для выработки электроэнергии за счет ветрового потока. Они могут использоваться в отдаленных и изолированных местах, в различных климатических районах с благоприятными ветровыми условиями, где отсутствует централизованное электроснабжение или его подача нерегулярна.

Например, М-1-24 обеспечивает потребителей электроэнергией для питания ламп освещения, бытовых приборов, линий теле- и радиосвязи, устройств спутниковой и сотовой связи компьютера, устройств бытовой и специальной связи, передвижных и стационарных пунктов навигационных и метеорологических постов, радиостанций, маяков и радиомаяков, медицинской и научной аппаратуры, водяных насосов, для обеспечения зарядки аккумуляторов и т.д.

Наличие аккумуляторной батареи обеспечивает электропитание потребителей и их работоспособность при отсутствии ветра. Подключение инвертора к блоку управления позволяет преобразовать постоянное напряжение 24 В в переменное – 220 В.

М-1000-24 – автономная, надежная, автоматическая установка. Она не требует дежурного персонала в процессе эксплуатации. ВЭУ предназначена для автономного энергообеспечения индивидуальных потребителей (фермеров, садоводов, дачников, вахтовиков, охотников, рыболовов, геологических экспедиций), а также навигационных, метеорологических, радиорелейных и других постов в обеспечении бесперебойным питанием в полевых условиях.

В табл. 8 приведено реальное потребление электроэнергии в сутки семьей из трех человек.

Как видно из данных таблицы, количество электроэнергии, вырабатываемой электростанцией М-1000-24 за сутки при средней скорости 4 м/сек вполне хватает для обеспечения потребностей семьи из трех человек в освещении и других бытовых нуждах.

ООО «Компания ЛМВ Ветроэнергетика» предлагает следующие ветряные электростанции (ВЭС) стандартной комплектации.

ЛМВ 250 (максимальная выходная мощность 250 Вт) служит для заряда аккумуляторных батарей, к которым подключается полезная нагрузка. Обладает высокой степенью надежности, не требует плановых обслуживаний в процессе эксплуатации, и предназначена для автоматической работы в любых погодных условиях. ЛМВ-250 используется для электрообеспечения удаленных от централизованного электроснабжения домов, строений, метео- и телекоммуникационных станций. Ветроагрегат ЛМВ-250 может быть эффективно использован для подъема и подкачки воды. Оснащается генератором 12 В или 24 В и инвертором мощностью 250 Вт.

ЛМВ 500 (максимальная выходная мощность 500 Вт) оснащается генератором 12 В или 24 В и инвертором мощностью 500 Вт или 1000 Вт (для преобразования постоянного тока в переменный с напряжением 220 В и частотой 50 Гц).

ЛМВ 1003 (максимальная выходная мощность 1,8 кВт). Оснащение: генератор 24 В/1000 Вт; суппорт генератора и хвост; лопасти с крестовиной; 12-ти метровая мачта с растяжками и фундаментными закладными; система контроля напряжения 50 А/24 В с электротормозом; инвертор ($U_{\text{вх}}$ 24 В, $U_{\text{вых}}$ 220 В; 1,8 кВт), аккумуляторные батареи 24 В, 570 А·ч; кабель; комплект мелких изделий для сборки.

ЛМВ 2500 (максимальная выходная мощность 3 кВт) Оснащение: генератор 24 В/2500 Вт; суппорт генератора и хвост; лопасти с крестовиной; 12-ти метровая мачта с растяжками и фундаментными закладными; система контроля напряжения 120 А/24 В с электротормозом; инвертор ($U_{\text{ВХ}}$ 24 В, $U_{\text{ВЫХ}}$ 220 В, 3 кВт); аккумуляторные батареи 24 В, 950 А·ч; кабель, комплект мелких изделий для сборки.

ЛМВ 3600 (максимальная выходная мощность 5 кВт). Оснащение: генератор 24В/3600 Вт; суппорт генератора и хвост; лопасти с крестовиной; 12-ти метровая мачта с растяжками и фундаментными закладными; система контроля напряжения 150 А/24 В с электротормозом; инвертор ($U_{\text{ВХ}}$ 24 В, $U_{\text{ВЫХ}}$ 220 В, 5 кВт); аккумуляторные батареи 24 В, 1330А·ч; кабель; комплект мелких изделий для сборки.

ЛМВ 10000 (максимальная выходная мощность 10кВт). Оснащение: генератор 120 В/10 кВт; суппорт генератора с токосъемником и хвост; лопасти; 18 метровая мачта с растяжками и фундаментными закладными; система контроля напряжения 80 А/120 В с электротормозом; инвертор ($U_{\text{ВХ}}$ 120 В, $U_{\text{ВЫХ}}$ 380 В, 10 кВт); аккумуляторные батареи 120 В, 570 А·ч; кабель; комплект мелких изделий для сборки.

Конструкция генератора ВЭУ типа ЛМВ.

В ВЭУ используется бесщеточный многополюсный синхронный генератор с постоянными магнитами. Генератор выполнен из стандартных конструктивных элементов в полностью закрытом корпусе.



Рис. 17.Общий вид ВЭУ типа ЛМВ

Полусное колесо генератора выполнено с выступающими полюсами, закрытыми постоянными магнитами. Для увеличения КПД применена трехфазная обмотка, класс изоляции F со специальной защитой. Магнитные материалы, использованные в конструкции полюсного колеса, поддерживают на пряженность магнитного поля постоянной, благодаря чему электрические характеристики этого генератора подобны характеристикам тахогенератора.

На рис. 17 и 18 показан общий вид и возможные места установки ВЭУ типа ЛМВ.



Рис. 18. Общий вид ВЭУ типа ЛМВ.

Отсутствие редуктора исключает необходимость в регулярной замене масла, а закрытые самосмазывающиеся подшипники обеспечивают надежную работу генератора.

Электрический ток, вырабатываемый генератором, поступает на регулятор напряжения с выпрямителем и используется для зарядки аккумуляторных батарей. Диа-

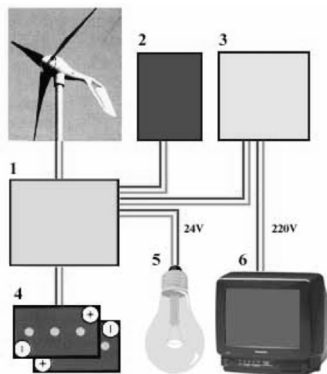
пазон рабочей температуры генератора $\sim -60 \dots +60^{\circ}\text{C}$.

Лопастя

Все ветротурбины ЛМВ комплектуются стандартными лопастями, произведенными на основе высококачественного стекловолокна и эпоксидной смолы. Производство лопастей основано на запатентованном методе известном как «прессовая намотка». Поэтому каждая лопасть является цельнолитой, в отличие от других лопастей, которые производятся путем склеивания двух частей вместе.

Лопастя диаметром 3 и 5 м полые внутри, а 7 м – монолитные. Ведущая кромка лопастей покрыта эластичным полиуретаном для защиты против эрозии.

1.3.4. Структурная схема ВЭС



1. Регулятор напряжения.
2. Балластное сопротивление.
3. Инвертор.
4. Аккумуляторная батарея.
5. Освещение, бытовые приборы, водные насосы.
6. Теле- и радиоаппаратура на 220 В.

Рис. 19. Блок-схема компоновки ВЭУ типа ЛМВ.

Регулятор напряжения с выпрямителем (система контроля напряжения)

Предназначен для управления зарядкой аккумуляторных батарей и электрического торможения генератора. Контроль над током зарядки и напряжением аккумуляторных батарей осуществляется с помощью приборов (амперметра и вольтметра), расположенных на передней панели регулятора, там же расположен тумблер электрического торможения.

Для ВЭС ЛМВ 500, 1003, 2500, 3600 регулятор оснащается нагрузочным балластным сопротивлением (при полной зарядке аккумуляторных батарей происходит автоматическое переключение на нагрузочное балластное сопротивление).

Регулятор напряжения ВЭС ЛМВ 10000 при полной зарядке аккумуляторных батарей производит автоматическое отключение генератора и зарядка прекращается.

Инвертор

С помощью инвертора постоянное напряжение с аккумуляторных батарей преобразуется в стабилизированное переменное напряжение 220 или 380 В частотой 50 Гц. Диапазон рабочих температур инверторов от 0 до 40°C при влажности до 90% без кондиционирования.

Инвертор имеет несколько видов защиты от перегрузки, короткого замыкания, перегрева и др. и работает в автоматическом режиме.

Аккумуляторные батареи

В системе электростанций ЛМВ используются стартерные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи импортного производства напряжением 12В и емкостью от 100 до 230 А·ч каждая. По желанию заказчика электростанции могут комплектоваться щелочными или стационарными необслуживаемыми аккумуляторными батареями.

Комплектность поставки

Ежегодная выработка электроэнергии в большой степени зависит от местных ветровых условий. Если они фиксируются и анализируются, то возможно рассчитать количество и тип оборудования, которое может быть поставлено, и определить оптимальное место установки ВЭС и др. ЛМВ может помочь в принятии правильного решения.

Технические данные ветроэнергетических установок России и стран СНГ приведены также в [5] и [6].

1.4. Гидроэнергетика

Вовлечение природных возобновляемых источников энергии в энергетический баланс является одним из приоритетных направлений развития энергетики. В настоящее время обстановку в энергетическом комплексе Кыргызстана иначе как парадоксальной назвать нельзя: обладая значительным потенциалом всех видов возобновляемых энергоресурсов, их составляющая в общем объеме производимой электроэнергии практически равна нулю.

Существенное место по мировым запасам и масштабам использования занимает энергия потоков воды. Объясняется это сравнительно высокой энергетической плотностью потока воды и относительной временной стабильностью режима стока большинства рек.

Гидроэлектростанции могут устанавливаться практически на любых водотоках: от небольших ручьев до крупных рек. Соответственно изменяется и мощность их гидроагрегатов. В настоящее время принята следующая классификация согласно **ГОСТ Р 51238–98 Нетрадиционная энергетика ГИДРОЭНЕРГЕТИКА МАЛАЯ. Термины и определения:**

станции мощностью до **100 кВт** – микроГЭС,
от **100 до 1000 кВт** – миниГЭС,
от **1000 до 10000 кВт** – малые ГЭС и
свыше **10000 кВт** – крупные гидроэлектростанции.

Конструкция и принципы построения этих классов энергоустановок могут существенно отличаться. Станции класса «мини» и более мощные обычно используют в своей конструкции плотину, обеспечивающую запас воды в водохранилище и необходимый напор воды на гидротурбине.

МикроГЭС отличаются большим разнообразием конструктивных исполнений. Они могут строиться, как и более мощные станции, с использованием плотины, могут быть деривационного типа с использованием напорного трубопровода или канала. Наконец, микроГЭС могут устанавливаться в речной поток без всяких гидротехнических сооружений – *свободопоточные* микроГЭС.

Наиболее перспективными конструктивными решениями гидроэлектрических установок класса «микро» являются бесплотинные конструкции, способные работать в свободном потоке воды, или использующие напорный трубопровод.

К основным показателям качества источников электропитания в соответствии с ГОСТ 4.171–85 относятся параметры выходного напря-

жения, характеризуемые номинальной величиной и частотой. Поэтому, важнейшим элементом энергоустановки является система стабилизации, обеспечивающая статически устойчивый режим работы гидроагрегата и стабилизацию его выходного напряжения. Проведенный анализ показал, что одним из самых перспективных вариантов построения стабилизирующих систем бесплотинных микроГЭС, получившим наибольшее распространение во всем мире, являются системы регулирования величины электрической нагрузки станции.

Такая возможность определяется зависимостью частоты вращения турбины от развиваемой ею мощности, которая в автономных системах электроснабжения потребляется электрической нагрузкой. Следовательно, выбирая соответствующую нагрузку источника электропитания, можно стабилизировать частоту вращения системы: генератор – приводная турбина. Изменять величину нагрузки автономного источника электропитания возможно включением на выход генератора регулируемой балластной нагрузки.

Если под «балластной» понимать некоторую полезную нагрузку, то данный способ стабилизации подразумевает автоматическое перераспределение электрической мощности между некоторыми потребителями. Часть их допускает снижение величины питающего напряжения или его отключение. Схема энергоустановки с автобалластным регулированием выходных параметров показана на рис. 20.

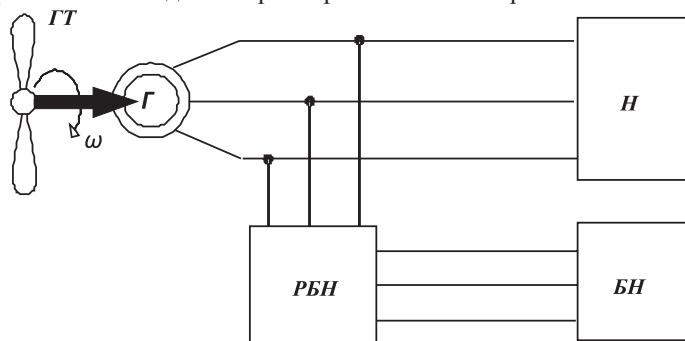


Рис. 20. Структурная схема стабилизации параметров микроГЭС автобалластного типа: ГТ – гидротурбина; Г – генератор; Н – полезная нагрузка; БН – балластная нагрузка; РБН – регулятор балластной нагрузки.

Достоинствами данного способа является полное исключение электромеханических устройств из системы стабилизации частоты вращения ветро- или гидродвигателя. Такая система регулирования может

иметь высокое быстродействие, что положительно скажется на качестве выходного напряжения источника электропитания. Благодаря стабилизации частоты вращения приводного двигателя в рассматриваемых типах электроустановок могут применяться общепромышленные генераторы без большого запаса механической прочности ротора.

Следует отметить, что обеспечить стабилизацию выходного напряжения рассматриваемой автономной системы электроснабжения по величине и частоте возможно только за счет поддержания неизменного баланса мощностей, как по активной, так и по реактивной мощности. В противном случае необходимо, как минимум, еще один канал регулирования.

Гидравлическая энергия является возобновляемым источником энергии. Гидравлическая энергия – это механическая энергия речного (арычного или рукавного) стока воды, которая преобразуется в электрическую энергию посредством гидротурбин и электрических генераторов.

Полная энергия потока воды в начальном \mathcal{E}_1 и конечном \mathcal{E}_2 створах исследуемого участка гидравлической энергии отличаются друг от друга на величину потерь на этом участке. Теряемая на данном участке энергия воды будет равна разности этих величин:

$$\mathcal{E}_{1-2} = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = \rho \cdot g \cdot W \cdot H_{1-2}, \quad (17.3) \quad [1],$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м^3 ; g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; W – объем стока воды, м^3 ; H_{1-2} – удельная потенциальная энергия потока воды, называемая *напором*, (м), численно равная падению уровня свободной поверхности водотока на данном участке.

Разделив \mathcal{E}_{1-2} на время t получим среднюю мощность водяного потока на данном участке:

$$N_{1-2} = \frac{\mathcal{E}_{1-2}}{t} = \rho \cdot g \cdot \frac{W}{t} \cdot H_{1-2} = \rho \cdot g \cdot Q_{1-2} \cdot H_{1-2}, \quad \text{Вт} \quad [1, (17.4)].$$

В расчетах следует принять $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$. Подставив расчетные значения ρ , g , Q_{1-2} ($\text{м}^3/\text{с}$) и H_{1-2} (м), получим мощность водотока, кВт:

$$N_{1-2} = 9,81 Q_{1-2} \cdot H_{1-2}, \quad \text{кВт} \quad [1, (17.5)].$$

Потенциальные гидроэнергетические ресурсы – это теоретические запасы, определяемые по формуле:

$$\mathcal{E} = 8760 \cdot \sum_{i=1}^n 9,81 Q_i \cdot H_i \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} \quad [1, (17.6)].$$

Использование потенциальных гидроэнергетических ресурсов производится с помощью *гидроэнергетических установок* (ГЭУ). ГЭУ

предназначена для преобразования механической энергии водяного потока в электрическую энергию или, наоборот, электрическая энергия преобразуется в механическую энергию воды.

ГЭУ состоит из гидротехнических сооружений, энергетического и механического оборудования.

Технико-экономические характеристики малых и микроГЭС приведены в [7].

Установка, которая преобразует гидравлическую энергию в электрическую, называется *гидроэлектростанцией* (ГЭС).

Машина, преобразующая энергию движущейся воды в механическую энергию вращения ее рабочего колеса, называется *гидравлической турбиной*.

Гидравлическая турбина, соединенная валом с ротором генератора, называется *гидроагрегатом*.

Мощность на валу гидротурбины (кВт) определяется как

$$N_T = 9,81 Q_T \cdot H_T \cdot \eta_T \text{ кВт} [1, (17.7)],$$

где Q_T – расход воды через турбину, м³/с; H_T – напор турбины, м; η_T – коэффициент полезного действия (КПД) турбины.

$$H_T = H - \Delta h, \text{ м} [1, (17.8)],$$

где H_T – геодезический напор, м; Δh – потери напора в водоподводящем тракте, м.

Потери напора обычно составляют 2 – 5% H_T . Значение КПД гидротурбины зависит от конструкции, размеров и режимов работы. КПД современных гидротурбин может достигать 0,95.

Электрическая мощность гидроагрегата на выводах генератора равна:

$$P_A = N_T \cdot \eta_{ГЕН} \text{ кВт} [1, (17.9)],$$

где $\eta_{ГЕН}$ – КПД генератора. Обычно КПД генераторов равен 0,9 – 0,98.

Выработка электроэнергии ГЭС (кВт·ч) за период времени T (ч) определяется как

$$Э_{ГЭС} = P_A \cdot T \text{ кВт·ч} [1, (17.11)].$$

Годовой фонд времени составляет – $T_{год} = 8760$ часов, отопительный сезон – 4380 час.

1.4.1. МикроГЭС для электроснабжения жилого дома

Для обеспечения отопления жилого дома с годовой тепловой нагрузкой $Q_T^{год} = 26706$ кВт·ч потребуется микроГЭС с генератором, мощность которого составит:

$$P_A = \frac{Q_T^{\text{год}}}{T} = \frac{26706}{4380} = 6,1 \text{ кВт}$$

Выбор МГЭС для удовлетворения этой мощности потребителя необходимо начать со сбора исходных данных, определяющих характеристику энергетического потенциала местного источника гидравлической энергии.

Для этого составляется *опросный лист*, включающий следующие данные:

- наименование реки, места расположения потребителя электроэнергии;
- напор воды, брутто (расстояние по вертикали между верхним и нижним бьефом (уровнем воды) воды (реки, водоема и т.п.);
- скорость течения реки для бесплотинного варианта, м/сек;
- длина водовода между верхним и нижним бьефом, м;
- высота географического расположения МГЭС над уровнем моря, м;
- колебания (диапазон изменений) нижнего бьефа, м;
- схема расположения и (или) план местности (геодезическая съемка местности района расположения МГЭС);
- расход воды, (максимальный и минимальный) м³/сек;
- ежемесячные расходы воды в створе МГЭС за характерные по водности годы с обеспеченностью 5, 50 и 95% (маловодные, средние и полноводные источники) м³/сек;
- условия работы МГЭС (индивидуально или параллельно с сетью ближайшей энергоснабжающей организации);
- качество воды (размеры фракций песка, желательно химический состав и т.п.);
- стоимость электроэнергии (тариф энергоснабжающей организации), включая НДС, сом/кВт·ч;
- стадия создания МГЭС (обоснование, предварительное изучение, изучение, разработка технического задания на проектирование, выполнение проекта, подготовка к строительству, строительство или просто вынашивание замысла и нужна только консультация).

1.4.2. Технические характеристики микроГЭС

МикроГЭС рукавная переносная предназначена для выработки электрического тока в условиях отсутствия централизованных источников электроэнергии. Возможными потребителями могут являться геологические партии, исследовательские экспедиции, чабаны, дачники, автотуристы и т. п.

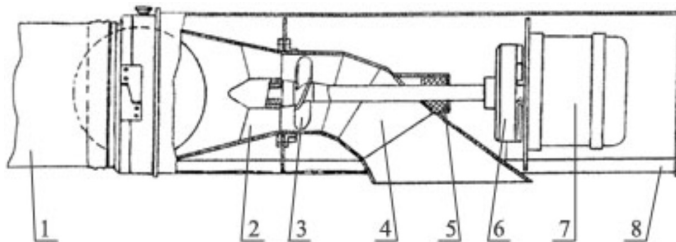


Рис. 21. МикроГЭС рукавная переносная: 1 – водопровод напорный; 2 – аппарат направляющий; 3 – ротор; 4 – проточная часть; 5 – уплотнение ротора; 6 – маховик; 7 – генератор переменного тока со встроенным выпрямителем и регулятором напряжения; 8 – рама.

Для создания необходимого напора микроГЭС комплектуется водоводом напорным с водозаборником. Водовод состоит из нескольких быстроразборных секций. Кроме того, микроГЭС комплектуется распределительным электрощитком, соединительными проводами и светильниками. Для транспортировки на корпусе МикроГЭС предусмотрены две ручки, что позволяет переносить ее вдвоем.

Принцип работы микроГЭС основан на использовании энергии водного потока. Поток поступает из водоема (реки, ручья) через водозаборник и напорный водовод в направляющий аппарат, далее поток воды поступает на лопастную систему рабочего колеса и создает на роторе энергоблока крутящий момент, приводящий во вращение генератор.

Основные детали микроГЭС выполнены штампованными и сварными из коррозионно-стойких материалов (нержавеющая сталь, алюминий, пластические массы).

МикроГЭС отвечает современным эргономическим требованиям.

Применение микроГЭС в народном хозяйстве и в личном пользовании населения позволит значительно повысить уровень комфорта работы и отдыха при отсутствии централизованного энергоснабжения.

Основные технические характеристики МГЭС рукавного типа

Мощность максимальная (в зависимости от исполнения), кВт	0,5 – 3,0
Напор гидравлический, м	3 – 6
Расход воды через установку, л/сек	До 55
Род электрического тока	Постоянный
Напряжение номинальное, В	12
Габаритные размеры энергоблока, мм	850×260×295
Масса энергоблока, кг	25

Конструктивно микроГЭС состоит из энергоблока, блока управления, блока возбуждения, блока нагрузки и рукавного водовода.

Энергоблок выполнен в виде рамы, на которой расположены направляющий аппарат, двукратная турбина и электрический генератор. Для удобства эксплуатации блок управления, блок возбуждения и блок балластных нагрузок смонтированы вместе с энергоблоком на той же раме. Все узлы на раме закрыты кожухом.

Водовод состоит из водозаборного устройства, затвора, переходника и напорных рукавов (или труб).

Срок службы микроГЭС не менее 6 лет.

МикроГЭС надежные, экологически чистые, компактные, быстро окупаемые источники электроэнергии для деревень, хуторов, дачных поселков, фермерских хозяйств, а также мельниц, хлебопекарен, небольших производств в отдаленных горных и труднодоступных районах, где нет поблизости линий электропередач, а строить такие линии сейчас и дороже и дороже, чем приобрести и установить микроГЭС.

Таблица 31

Технические характеристики микроГЭС типа Луч

Параметры	МикроГЭС	
	Луч-1	Луч-2
Мощность, кВт	1,0	2,0
Род тока	Однофазный	Однофазный
Напряжение, В	220	220
Частота, Гц	50	50
Масса энергоблока, кг	60	92
Габаритные размеры, мм	700×385×485	850×500×490
Расход воды, л/сек	40	50
Напор, м	5	6,5
Цена, руб., вкл. НДС	46.800,00	67.600,00

Разработаны рукавные микро ГЭС на 3, 5 и 10 кВт и более. Срок окупаемости МГЭС не превышает 1 года.

Таблица 32

Технические характеристики рукавных МГЭС общего типа

Параметры	РПГЭС-1,5	МГЭС 4-10	ПРМГЭС -0,2	МГЭС 6-16	МГЭС 7,5-4,5	МГЭС 30-13
P, кВт	1,5	4	5	6	7,5	30
f, Гц	30; 50	10; 50	30; 50	30; 50	30; 50	30; 50
U, В	380	220	380	380	380	380
H _р , м	3-7	4-10	3,5-5,5	16	4,5	13
Q, л/сек	55	80	160	58	230	295
Тип рабочего колеса	Банки	ПР	ПР	РО	ПР	РО
Гидроагрегат						
Габариты, мм	800×400× 400	1200×400× 350	1600×00× 625	850×460× 450	1300×700× 600	2500×900× 1100
m, кг	92	100	120	70	180	780

Блок регулирования						
Габариты, мм	600×450×350	500×450×360	400×400×600	800×600×400	800×600×400	940×500×200
м, кг	30	35				
Балластная нагрузка						
Габариты, мм	–	940×320×150	940×320×150	300×300×470	300×300×470	300×300×470

Технические характеристики напорных МГЭС деривационного типа.



Рис. 22. Размещение микроГЭС напорного типа на местности.

В комплект поставки входят: энергоблок, водозаборное устройство и устройство автоматического регулирования. Имеется успешный опыт эксплуатации оборудования на перепадах уже существующих плотин, каналов, систем водоснабжения, и водоотведения промышленных предприятий и объектов городского хозяйства, очистных сооружений, оросительных систем и питьевых водоводов.

Таблица 33

Напорные МГЭС с пропеллерными турбинами

Параметры	Тип микроГЭС				
	микроГЭС 10 Пр	микроГЭС 10 Пр	микроГЭС 15 Пр	микроГЭС 15 Пр	микроГЭС 15 Пр
Мощность, кВт	0,6–4,0	2,2–10,0	1,3–5,0	3,5–15,0	7,0–50,0
Напор, м	2,0–4,5	4,5–10,0	1,75–3,5	3,5–7,0	2,0–10,0
Расход м ³ /с	0,0,7–0,14	0,10–0,21	0,10–0,20	0,15–0,30	0,36–0,80
Частота вращения ротора турбины, мин ⁻¹	1000	1500	1000	1500	600; 750
Номинальное напряжение, В	230	230	230	230	230; 400
Номинальная частота тока, Гц	50	50	50	50	50

Таблица 34

Технические характеристики микроГЭС производства АОЗТ «МНТО ИНСЭТ»

Параметры	Наименование								
	7,5ПР	10ПР	22ПР	45ПР	50ПР	90ПР	25Д	50Д	100Д
Мощность, кВт	7,5	10	22	25	50	90	25	50	100
Напряжение, В	220	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
Частота, Гц	50±4%	50±4%	50±4%	50±4%	50±4%	50±4%	50±4%	50±4%	50±4%
Число фаз	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Расход воды, м³/сек	0,09-0,21	0,11÷0,21	0,35-0,81	0,4÷1,0	0,3÷0,9	0,53÷1,22	0,06-0,14	0,05-0,26	0,14-0,28
Напор воды, м	1,5÷4,5	3,5÷10	1,5÷4,5	2,2÷6,4	3,7÷10	3,5÷10	10÷20	10÷25	20÷55
Частота вращения, об/мин	1000	1500	500	600	750	750	1500	1500	3000
Габаритные размеры гидрогенератора, мм									
Длина	2000	2000	3970	–	3970	3970	1800	1800	1800
Ширина	700	700	1000	–	1000	1000	1000	1000	1000
Высота	650	650	740	–	740	740	1000	1000	1000
Вес, кг	250	250	1600	–	1600	1600	1200	1200	1200

Напорные МГЭС с пропеллерным рабочим колесом

мощностью до 10 кВт (МГЭС-10ПР) на напор 2,0–4,5 м и расход 0,07 – 0,14 м³/с;

мощностью до 10 кВт (МГЭС-10ПР) на напор 4,5–8,0 м и расход 0,10 – 0,21 м³/с;

мощностью до 15 кВт (МГЭС-15ПР) на напор 1,75–3,5 м и расход 0,10 – 0,20 м³/с;

мощностью до 15 кВт (МГЭС-15ПР) на напор 3,5–7,0 м и расход 0,15 – 0,130 м³/с;

мощностью до 50 кВт (МГЭС-50ПР) на напор 4,0–10,0 м и расход 0,36 – 0,80 м³/с.

Таблица 35

Напорные МГЭС с диагональной и ковшовой турбинами

Параметры	Тип микроГЭС	
	микроГЭС 20ПрД	микроГЭС 100К
Мощность, кВт	10–20	до 100
Напор, м	8–18	40–250
Расход м³/с	0,08–0,17	0,015–0,046
Частота вращения ротора турбины, об/мин	1500	750; 1000; 1500
Номинальное напряжение, В	230	230; 400
Номинальная частота тока, Гц	50	50

Напорные МГЭС с диагональным рабочим колесом

мощностью 10–50 кВт (МГЭС-50Д) на напор 10,0–25,0 м и расход 0,05 – 0,28 м³/с;

мощностью до 100 кВт (МГЭС-100Д) на напор 25,0–55,0 м и расход 0,19 – 0,25 м³/с.

Таблица 36

Стоимость оборудования

Микро-ГЭС-10	8280 \$
Микро-ГЭС-50	35880 \$
Гидроагрегаты с радиально-осевыми турбинами	276–296 \$ за 1 кВт установленной мощности
Гидроагрегаты с осевыми и ковшовыми турбинами	336–296 \$ за 1 кВт установленной мощности

Таблица 37

Технические характеристики микроГЭС производства АО «Ореми» г. Бишкек.

Параметры	Наименование			
	АГЭ – 4	АГЭ – 16	АГЭ – 22	АГЭ – 30
Мощность, кВт	4	16	22	30
Напряжение, В	400/230	400/230	400/230	400/230
Частота, Гц	50	50	50	50
Число фаз	3	3	3	3
Расход воды, м ³ /сек	0,16÷0,3	0,4÷0,5	0,4÷0,5	0,4÷0,5
Напор воды, м	7÷15	7÷15	7÷15	7÷15
Габаритные размеры гидрогенератора, мм				
Длина	1300	2940	3070	3272
Ширина	570	1550	1550	1550
Высота	430	760	815	815
Вес, кг	250	1100	1300	1500
Габаритные размеры шкафа управления, мм				
Длина	600	820	820	820
Ширина	440	640	640	640
Высота	600	1680	1680	1680
Вес, кг	40	200	200	200
Цена за ед., без НДС, сом.	75000	288000	396000	520000

Экономическая эффективность нетрадиционных источников энергии зависит от удельных капиталовложений, ежегодных эксплуатационных издержек, числа часов использования установленной мощности и требуемых сроков окупаемости. Экономичность малой гидроэнергетики повышается при переходе на использование в микроГЭС типовых проектов и унифицированных узлов, а также при применении компактного серийного отечественного оборудования, поскольку в сложившихся экономических условиях использование зарубежных станций и комплектующих нецелесообразно из-за относительно высокой их стоимости, включающей транспортные, эксплуатационные и другие расходы.

Создание автономного источника электропитания, использующего энергию малых водотоков, связано с выполнением целого ряда противоречивых требований. Потребителям в большинстве случаев необходим переменный ток определенного напряжения и частоты, и в то же время источник должен быть достаточно простым и дешевым.

В настоящих автономных источниках нетрадиционной энергетики широко используются синхронные и асинхронные генераторы (АГ). Основная проблема использования таких генераторов заключается в сложности регулирования напряжения и частоты, в особенности при малых частотах вращения. Известные технические решения систем управления АГ существенно усложняют конструкцию силовой части системы управления источником из-за применения автономных инверторов, дополнительных резисторов в силовой цепи и согласующего трансформатора. Значительно увеличивается масса источника при использовании автоматического стабилизатора частоты, выполненного на базе полупроводниковых приборов и блоков активных сопротивлений. Это приводит к повышению требований к соответствующим системам стабилизации, усложнению и удорожанию электрооборудования в целом.

Перечисленные выше особенности преобразования энергии приводят к необходимости учета большого количества измеряемых параметров, усложнению системы, необходимости привлечения высококвалифицированных специалистов. Кроме того, часть входных и выходных параметров, как и законов автоматического управления данной системой, в общем случае не полностью определены.

Заслуживает внимания принцип обратимости работы некоторых насосных агрегатов, выпускаемых заводами Российской Федерации. Так, например, выпускаемые заводом «Уралгидромаш» насосные агрегаты могут быть использованы в качестве напорных микроГЭС. Данные насосных агрегатов обратимого типа приведены в табл. 38.

Таблица 38

Технические характеристики обратимых насосных агрегатов завода «Уралгидромаш»

Параметры	ОВ5–47	ОГ5–87
Р, кВт	10÷70	10÷70
Q, м ³ /сек	0,6÷1,1	0,6÷1,1
H, м	2÷10	2÷10
D, мм	470	470
n, об/мин	770	770
η_{\max} %	85,0	84,9

Подводя итоги по нетрадиционным источникам электрической энергии, используемым для энергообеспечения жилищного комплекса, следует дать стоимостную оценку выработки электроэнергии различными энергоустановками в зависимости от типа потребителя. Для этого воспользуемся расчетами Московского энергетического института (технического университета), приведенными в [7].

Таблица 39

Обобщенные технико-экономические данные по микроГЭС производства НПО «РПНД»

Тип	P, кВт	H, м	Q, м ³ /сек	D, м	Уд. стоимость, 1\$/1 кВт
МГА-1-0,25	0,7÷0,8	1,6	0,11	0,25	4286
МГА-1-0,25	0,4	1,2	0,1	0,25	7500
МГА-1-0,25	0,9÷1,1	2	0,11	0,25	3333
МГА-35-30-0,26А	2,5÷6,3	5	0,07÷0,2	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26А	3,1	3	0,15	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26А	3,7÷15	8	0,07÷0,26	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26А	5,9÷15	10	0,07÷0,18	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26А	9,3÷15	15	0,08÷0,12	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26В	15	7	0,27	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26В	15÷21,6	10	0,18÷0,27	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26В	15÷23	15	0,12÷0,21	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26В	15÷30	20	0,12÷0,18	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26В	18÷30	25	0,12÷0,16	0,26	500÷850
МГА-300-30-0,516А	20÷55	7,5	0,4÷1,1	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26С	26÷29	27	0,14÷0,16	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26С	27	17	0,22	0,26	500÷850
МГА-300-30-0,516А	27÷80	10	0,4÷1,2	0,516	500÷850
МГА-35-30-0,26С	30÷33,3	20	0,18÷0,23	0,26	500÷850
МГА-35-30-0,26С	30÷40	23	0,18÷0,24	0,26	500÷850
МГА-500-35-0,55	40	7,5	0,8	0,55	500÷850

1.4.3. Себестоимость выработки электрической энергии разными энергоустановками в зависимости от типа потребителя, \$/кВт·ч

Таблица 40

Тип потребителя	Э _{угр} , кВт·ч	Напорная микро ГЭС	СФЭУ		ВЭУ		ДЭУ	ЛЭП от 1 до 10 км
			Э _{СИ} =0,3 кВт·ч/м ²	Э _{СИ} =0,5 кВт·ч/м ²	V _В =5 м/с	V _В =7 м/с		
Одна семья (дом, дача, юрга, яранга, коттедж)	2	3	0,83	0,50	1,83	0,93	4,16	–
Пять семей (ферма, хутор, пастбищная стоянка и т.д.)	10	0,33	0,90	0,50	0,73	0,33	2,10	4,0
25 семей (деревня, поселок)	50	0,13	0,87	0,50	0,53	0,20	0,43	0,9

Примечание:

Дизельная электрическая установка $P_a = 10$ кВт; $k_p^{y0} = 500$ \$/кВт; $C_T = 500$ \$/м; $T_{cl} = 15$ лет.

Низковольтная ЛЭП России: $C_{км} = 12000 \div 25000$ \$/км, (в среднем – 15000\$/км).

Учетная ставка – 10%.

ГЛАВА 2. ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

2.1. Тепловые насосы

Тепловой насос – это экологически чистая система отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования, которая переносит тепло из окружающей среды в Ваш дом.

Тепловой насос использует тепло, рассеянное в окружающей среде – в земле, воде или воздухе, доставляя его настолько продуктивно, что стоимость отопления существенно снижается. Нет необходимости в каком-либо топливе. Сбережение средств часто настолько значительно, что стоимость установки такой системы окупается всего за несколько лет. Тепловой насос также может работать как на обогрев так на охлаждение. Их легко использовать, они занимают мало места. Тепловые насосы имеют большой срок службы и работают полностью в автоматическом режиме. Обслуживание установок заключается в сезонном техническом осмотре и периодическом контроле режима работы.

Принцип работы теплового насоса аналогичен холодильнику. Только в холодильнике тепло переносится из внутренней камеры на заднюю стенку (она нагревается), а в тепловом насосе – из окружающей среды в систему отопления жилого дома.

Тепловой насос работает по принципу Карно, впервые описанном еще в 1824 г. и нашедшем практическое применение в 1852 году лордом Кельвином. Принцип работы теплового насоса хорошо иллюстрируется на рис. 23.

Рассол циркулирует в коллекторе, находящемся вне жилого дома (поз. 1) и поглощает тепловую энергию из земли, воздуха или воды.

Тепловой насос имеет теплообменный элемент (поз. 2), называемый испарителем. Тепловая энергия в нем переходит от рассола к хладагенту (поз. 7) (при испарении вещество поглощает тепло). Это вещество имеет низкую температуру кипения, что заставляет его вскипеть и превратиться в газ.

Точка кипения для разных жидкостей меняется посредством давления: чем выше давление, тем выше точка кипения. Вода закипает при нормальном давлении при температуре $+100^{\circ}\text{C}$. При повышении давления вдвое, температура кипения воды достигает $+120^{\circ}\text{C}$, а при уменьшении давления в 2 раза вода закипает при $+80^{\circ}\text{C}$. Хладагент в тепловом насосе имеет ту же тенденцию – его температура кипения изменя-

ется при изменении давления. Точка кипения хладагента лежит низко, приблизительно -40°C при атмосферном давлении, поэтому может использоваться даже с низкотемпературным тепловым источником.

Давление хладагента увеличивается с помощью компрессора (поз. 3), что приводит к увеличению его температуры.

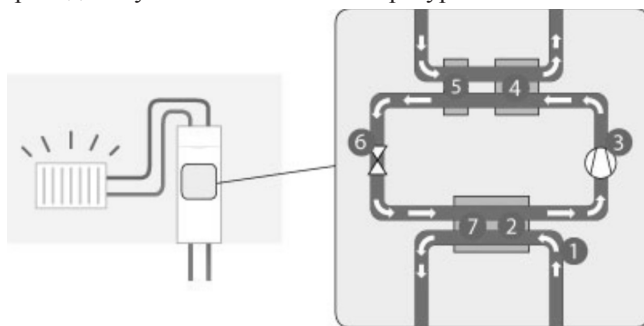


Рис. 23. Принцип работы теплового насоса отопления жилого дома.

В конденсаторе (поз. 4) хладагент передает тепловую энергию в отопительную систему жилого дома (верхний контур циркуляции на рис. 23), при конденсации вещество отдает тепло.

Дополнительный охладительный элемент (поз. 5) выжимает остаточную тепловую энергию, и хладагент переходит в жидкую форму. В расширительном вентиле (поз. 6) давление хладагента падает. Хладагент возвращается в испаритель, и процесс начинается сначала.

Рассол – это незамерзающая смесь, например, на основе спирта или гликоля.

В настоящее время используются для этого только экологически чистые и безопасные хладагенты, такие как углекислота или углеводороды. Раньше использовался фреон, теперь он запрещен к применению Международной конвенцией.

Тепловой насос просто переносит тепло из одного места в другое. Ваш холодильник работает по такому же принципу. Если Вы поставите бутылку с водой в холодильник, через некоторое время она охладится. Притроньтесь к задней стенке холодильника, и Вы почувствуете тепло, которое холодильник отобрал у бутылки. Используя этот же принцип, тепловой насос переносит тепло из земли в Ваш дом, а Солнце снова восстанавливает это тепло.

Тепловая энергия есть во всем, температура чего выше -273°C . Геотермальный тепловой насос будет работать вплоть до -10°C в коллек-

торе. В Кыргызстане укладка горизонтального коллектора на глубину около метра является оптимальной.

Доступная площадь возле здания определяет *метод забора тепла*. Коллектор может быть уложен в грунт или опущен в скважину. Также он может быть уложен на дно водоёма. Если места для горизонтальной укладки недостаточно и бурить слишком дорого, можно установить *воздушный тепловой насос*. Его эффективность немного меньше, но установить его можно где угодно.

Тепловой насос работает от электросети, используя затраченную энергию гораздо эффективнее любых котлов, сжигающих топливо. Значение КПД у него в несколько раз больше единицы. Например, расходуя 1 кВт·ч электроэнергии, Вы получите 3–4 кВт·ч тепла. Таким образом, получаете 2–3 кВт·ч тепла бесплатно из окружающей среды.

Тепловой насос можно размещать в подсобном помещении, подвале, или даже в гараже. Тепловой насос шумит как бытовой холодильник. Его можно использовать как радиаторную систему, так и напольное отопление. Наиболее эффективным сочетанием является тепловой насос с напольным отоплением. В таком случае КПД будет максимально возможным. В коммерческих зданиях тепловой насос можно подключить к системе воздушного распределения.

Тепловые насосы хорошо работают даже в самое холодное время года. Тысячи этих систем были установлены в различных местах Европы, в том числе и в Скандинавии, где зимы очень суровы.

Тепловые насосы производят не такую горячую воду как газовые котлы. Вместо производства горячей воды, которой можно обжечься, Вы получите горячую воду, в которую при пользовании нужно будет добавлять меньше холодной воды, чем Вы привыкли. Цель в том, чтобы не вырабатывать слишком горячую воду и, таким образом, экономить Ваши деньги. Ведь выработка неадекватно горячей воды приводит к уменьшению эффекта теплового насоса.

Использование теплового насоса с блоком охлаждения полностью покрывает потребность в *кондиционировании* и горячей воде в летний период. Технически это реализуется с помощью *фанкойлов* или приточной вентиляции.

Эффективность определяется так называемым *коэффициентом преобразования тепла* или *коэффициентом температурной трансформации*, который представляет собой отношение количества энергии, генерируемой тепловым насосом, к количеству энергии, затрачива-

емой на процесс переноса тепла. В большинстве случаев коэффициент температурной трансформации равен 3.

Это означает, что тепловой насос поставляет в 3 раза больше энергии, чем потребляет. Другими словами, 2/3 получено «бесплатно» от теплового источника. Чем выше энергопотребности Вашего жилища, тем больше вы экономите денежных средств.

При подборе теплового насоса к Вашей обогревательной системе невыгодно ориентировать мощностные показатели теплового насоса на максимальные требования к мощности (на покрытие энергорасходов в отопительном контуре в самый холодный день года). Опыт показывает, что тепловой насос должен генерировать около 50–70% от этого максимума.

Тепловой насос должен покрывать 70–90% (в зависимости от источника тепла) от общей годовой потребности в энергии для отопления и горячего водоснабжения. При низких внешних температурах тепловой насос применяется с имеющимся в наличии котельным оборудованием или пиковым доводчиком, которым укомплектован тепловой насос.

2.1.1. Виды источников тепла

Грунт

Земля имеет свойство абсорбировать солнечное тепло. Это тепло извлекается из коллектора, уложенного на Вашем участке. Вода с незамерзающей жидкостью циркулирует в коллекторе, абсорбируя тепло из окружающего его грунта. Тепловой насос при этом собирает тепло грунта с помощью коллектора, уложенного на глубину не менее метра. Коллектор в доме подключен к тепловому насосу, который передает тепло в систему отопления и греет бытовую воду. Если температура в коллекторе упадет ниже нуля, тепловой насос не будет работать и извлекать тепло (при 0°C замерзает вода).

При использовании грунта в качестве источника тепловой энергии не требуется бурения скважины. Почва имеет стабильную температуру, затраты на установку самые низкие. Наиболее эффективно использовать тепловые насосы для теплоснабжения жилищного комплекса с устройством *тепловых полов*, оказавшись от традиционных тепловых конвекторов и батарей настенного крепления. Кроме того, на этом участке не рекомендуется посадка плодовых деревьев и строительство на постоянной основе жилищно-бытовых зданий и сооружений, т.е. получается как бы *мертвая зона*, на которой можно только устраивать газоны, альпийские горки т.п.

Недостаток – требует большой площади земельного участка для коллектора и вмешательства в экологию приусадебного участка во время проведения земляных работ по монтажу и ремонту коллекторного поля.

На рис. 24 приведен один из вариантов схемы укладки коллектора для забора тепловой энергии из грунта тепловым насосом. Современные технологии изготовления систем теплоснабжения позволяют изготовить теплые полы и коллектор ТН из пластмассовых (капроновых) труб, которые мало подвержены коррозии, а значит, более долговечны.

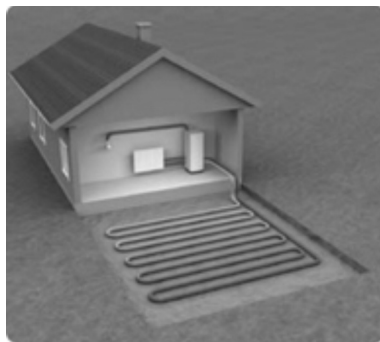


Рис. 24. Тепловой насос для отопления жилого дома с использованием грунтового тепла.

Скважина

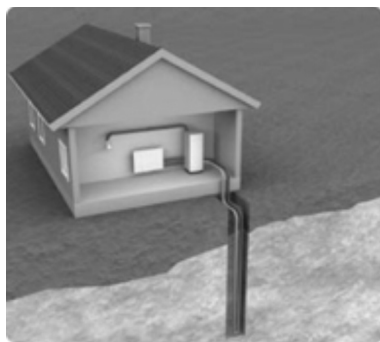


Рис. 25. Использование скважины для повышения температуры первичного источника тепла.

На рис. 25 приведен вариант схемы для забора тепла ТН из грунта с помощью пробуренной скважины. При использовании в качестве источника тепла скважины, в нее опускается коллектор, имеющий U – образную форму. Не обязательно бурить одну очень глубокую скважину,

можно пробурить несколько менее глубоких скважин, но более дешевых, главное получить общую расчетную глубину.

Использование скважины не влияет на структуру и параметры земельного участка. В скважине, на значительной глубине более стабильная температура первичного источника на протяжении всего года. Скважина не требует большого участка земли.

Водоем

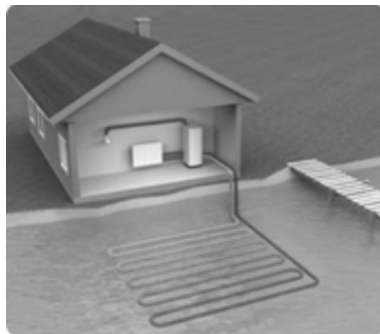


Рис. 26. Использование водоема в качестве первичного источника тепла жилого дома.

В этом случае используется водоем в качестве первичного источника тепла при отоплении жилого дома. При этом используется коллектор, уложенный на дно водоема. Водоем должен находиться как можно ближе к дому. Коллектор собирает солнечное тепло, накопленное водоемом в течение лета. Водоем служит аккумулятором тепла. В остальном, принцип тот же, что и при использовании грунтового коллектора.

Воздух

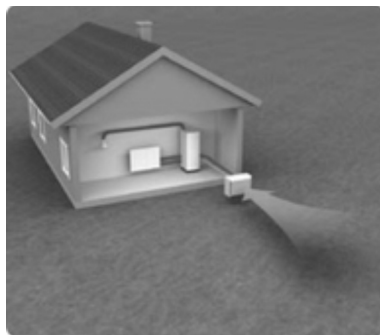


Рис. 27. Воздушный тепловой насос для отопления жилого дома.

Использование воздушного теплового насоса освобождает от необходимости бурить скважины или копать грунт. В этом случае тепло получается из окружающего воздуха с помощью внешнего блока. Все ключевые элементы теплового насоса находятся внутри дома, что предотвращает их от повреждения. При этом получаются самые низкие затраты на сооружение отопления, сохраняется участок от вмешательства.

Тепловой насос работает от электросети, используя затраченную энергию гораздо эффективнее любых котлов, сжигающих топливо. Значение КПД у него в несколько раз больше единицы. Например, расходуя 1 кВт электроэнергии, Вы получите 3–4 кВт тепла. Таким образом, получаете 2–3 кВт тепла бесплатно из окружающей среды.

2.1.2. Пример использования ТН для жилого дома

К примеру, для дома с отапливаемой площадью 100 м² и хорошим утеплением (уд. тепловые потери 80 Вт/м²), учитывая потребность в горячей воде на 4 человека, в год необходимо 35636 кВт·ч тепловой энергии ($Q_H + Q_T^{гол} = 8930 + 26706 = 35636 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$).

Если рассматривать вариант добычи этой энергии из газа, то подсчет будет следующим. С одного кубического метра природного газа получают около 8кВт·ч тепловой энергии. При КПД газового котла в 90%, мы получим $8 \cdot 0,9 = 7,2$ кВт·ч тепловой энергии из одного кубического метра. Итого за год будет затрачено $35636/7,2 = 4950$ кубических метров природного газа ($4950 \cdot 7,5 = 37125$ сом. в год затраты при цене 1 м³=7,5 сом.).

Для этого же дома среднегодовой коэффициент эффективности теплового насоса (КПД) будет около 3,5. Итого за год будет затрачено электроэнергии $35636/3,5 = 10182$ кВт·ч. Это составит ($10182 \cdot 0,7 = 7127$ сом. в год затраты на электроэнергию при цене 0,7 сом за 1 кВт·ч). Экономия денежных средств при этом составит $37125 - 7127 \approx 30000$ сом. Учитывая текущую дифференциацию цен на газ и электричество в Кыргызстане, для нашего примера стоимость 1 кВт·ч тепла, полученного от теплового насоса, будет дешевле более чем в 4,2 раза ($\frac{37125 - 7127}{7127} = 4,2$). Если взять тепловой насос типа МЕС·6·ТВ из табл. 22 с производимой тепловой мощностью 6 кВт по цене 216000 руб.·1,5=324000 сом. и учесть 35% затраты на монтажно-наладочные работы, получим срок окупаемости $K_3 = 1,35 \cdot 324000 / 30000 = 14,6$ лет. Это значительно выше (почти в два раза) нормативного. Если учесть, что затраты на отопление жилого дома все равно необходимы, придется приобрести отопительный котел на природном газе или твердом топливе. Соответствующие затраты – котлы ряда «Кебер» – на природном газе типа КС-ГВ-8 стоит 14500 сом.; на твердом топливе КВ-10КБ – 22770 сом., то срок окупае-

мости уменьшится до $\frac{1,35 \cdot (324000 - 22770)}{30000} = 13,6 \text{ лет}$. С ростом тарифов на энергоносители и снижением цен на приобретение ТН возможность использования тепловых насосов в Кыргызстане на нужды индивидуального теплоснабжения станет более рациональной.

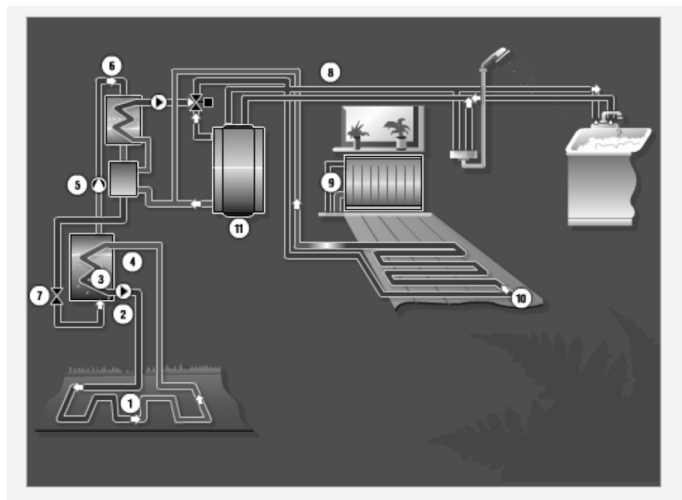


Рис. 29. Схема размещения теплового оборудования в загородном доме:

- 1 – размещение теплоприемника ТН в грунте приусадебного участка;
- 2 – коллекторный трубопровод охлажденного теплоносителя (коллектор уложен в грунте);
- 3 – теплообменный змеевик испарителя, в котором расположен хладагент;
- 4 – коллекторный трубопровод нагретого грунтом теплоносителя;
- 5 – компрессор сжатия хладагента;
- 6 – трубопровод сжатого горячего хладагента после компрессора;
- 7 – дроссель-ventиль холодного хладагента, регулирующий поступление охлажденного хладагента в испаритель из конденсатоотводчика;
- 8 – трубопроводы горячей и отработанной холодной воды системы отопления и ГВС;
- 9 – отопительный прибор (батарея);
- 10 – коллектор отопления (горячий пол);
- 11 – бак-аккумулятор горячей и охлажденной воды.

2.1.3. Технические характеристики тепловых насосов

В табл. 41 приведены сведения о тепловых насосах, выпускаемых промышленными предприятиями России. Эти тепловые насосы могут поставляться как на нужды горячего водоснабжения, так и комбинированные (ГВС и отопление).

Таблица 41

Марка оборудования	Назначение	Производимая тепловая мощность, кВт	Потребляемая электрическая мощность, кВт	Розничная цена, руб.
Тепловые насосы вода-вода				
MEC 6 TB	Отопление	4,5	1,5	189.360
MEC 6 TB	Отопление	6	2,0	216.000
MEC 6 TB	Отопление	8	2,7	230.400
MEC 6 TB	Отопление	10	3,4	248.400
MEC 6 TB	Отопление	12	4,0	284.400
MEC 6 TB	Отопление	14	4,7	300.960
MEC 6 TB	Отопление	16	5,3	318.240
HVT TB	Отопление + ГВС	4,5	1,5	248.400
HVT TB	Отопление + ГВС	6	2,0	264.240
HVT TB	Отопление + ГВС	8	2,7	280.800
HVT TB	Отопление + ГВС	10	3,4	295.200
HVT TB	Отопление + ГВС	12	4,0	311.040
THORVENT	Отопление	25	8,4	421.200
Рекуператор тепла				
Villa 1		До 2,7 кВт добавочно к тепловому насосу		69.120
Villa 2		До 6,7 кВт добавочно к тепловому насосу		180.000
Воздушный тепловой насос				
MEC FL 59	Отопление	4,5	1,3	255.000
MEC FL 59	Отопление + ГВС	4,5	1,3	277.200
MEC FL 59	Отопление	6	1,8	313.200
MEC FL 59	Отопление	9	2,6	396.000

ГЛАВА 3. ИНВЕРТОРНЫЕ СИСТЕМЫ

3.1. Система переменного тока

Система переменного тока предназначена для бесперебойного электропитания аппаратуры связи и телекоммуникаций, а также промышленного и иного оборудования. Электропитание осуществляется однофазным переменным током частотой 50 Гц и номинальным напряжением 220 (230) В, СПТ используется при пропадании или отклонении напряжения в сети переменного тока свыше допустимых пределов.

СПТ обеспечивает преимущественное питание нагрузки от основного источника питания через модуль статического переключателя обводной цепи. При отключении или недопустимом отклонении параметров основного источника питания СПТ обеспечивает автоматическое переключение нагрузки на питание от резервного источника питания. В качестве источников питания используются сеть переменного тока и параллельно включенные по выходу **модули-инверторы**. Эти устройства используют энергию внешнего источника постоянного тока с номинальным напряжением 12, 24, 36,48 или 60 В. Приоритетность источников определяется параметрами приемников электрической энергии.

Таблица 42
Системы переменного тока, выпускаемые ООО «АТС-КОНВЕРС»

Наименование	Количество модулей-инверторов	Мощность, ВА/Вт
СПТ-5000-5П	5	5000/3500
СПТ-5000-4П	4	4000/2800
СПТ-5000-3П	3	3000/2100
СПТ-5000-2П	2	2000/1400
СПТ-5000-1П	1	1000/700



Рис. 30. Общий вид системы
СПТ – 5000 – 5.

СПТ обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- Бесперебойное питание потребителей переменным напряжением заданного качества.
- Мониторинг состояния нагрузки, в том числе напряжения и тока.
- Мониторинг модулей-инверторов, в том числе состояний входа и выхода, диагностику исправности с хранением сообщений о событиях в энергонезависимом журнале.
- Мониторинг модуля статического переключателя обводной цепи, в том числе состояний входов и выхода, диагностику исправности с хранением сообщений о событиях в энергонезависимом журнале (питание ОЗУ от независимого источника).
- Селективное отключение любого неисправного инвертора, входящего в состав СПТ.
- Местную и дистанционную сигнализацию режимов работы.
- Дистанционный контроль и управление с помощью интерфейсов «сухие» контакты.

3.1.1. Технические характеристики систем СПТ

Таблица 43

Параметр, единица измерения	СПТ-5000	СПТ-6000
Входные параметры для электросети переменного тока		
Номинальное входное напряжение, В	220 (230)	
Диапазон напряжения без перехода в автономный режим (может программироваться в указанных пределах), В	187–253	
Предельный диапазон входного напряжения, В	80–270	
Диапазон частоты без перехода в автономный режим (может программироваться в указанных пределах), Гц	40–70	
Входные параметры для источника постоянного тока (аккумуляторной батареи)		
Номинальные входные напряжения, В	48 / 60	
Статический диапазон входного напряжения, В	40–72	
Динамический диапазон входного напряжения, В, провалы не более 0,5 с, выбросы не более 0,05 с	38,4–84	
Выходные параметры		
Номинальная выходная мощность $P_{ном}$, ВА / Вт:		
а) СПТ-1П	1000/700	1200/1200
б) СПТ-2П	2000/1400	2400/2400
в) СПТ-3П	3000/2100	3600/3600
г) СПТ-4П	4000/2800	4800/4800
д) СПТ-5П	5000/3500	6000/6000
Максимальный выходной ток $I_{вых}$ при N установленных модулях-инверторах, А	$4,5 \times N$	$5,4 \times N$
Коэффициент мощности нагрузки	0,5–1,0	

Номинальный КПД	0,9	0,89
Диапазон регулирования уставки выходного напряжения $U_{вых}$, В	200–240	
Размеры и масса		
Габаритные размеры (Ш×В×Г), мм, не более: блочного каркаса с установленными в него модулями модуля ручного переключения обводной цепи	483×415×276(6U) 483×215×89(2U)	

3.1.2. Инверторы общего назначения (Smart INV)

Smart INV-250/500-12

Smart INV-250/500-24



Рис. 31. Общий вид инверторов Smart INV-250/500.

Таблица 44

Технические характеристики инверторов общего назначения

Параметр, единица измерения	Smart INV 250/500-12	Smart INV 250/500-24
Входные параметры		
Номинальное входное напряжение, В	12	24
Диапазон входного напряжения включения, В	10,5 – 15,5	21 – 31
Рабочий диапазон входного напряжения, В	9 – 16	17 – 32
Максимальное входное напряжение, В	18	36
Номинальный входной ток, А	18	36
Выходные параметры		
Выходное напряжение ступенчатой квазисинусоидальной формы, стабилизированное по действующему значению, В	220 ± 5%	
Номинальный выходной ток $I_{ном}$, А	1,14	
Максимальный выходной ток в течение 1 с, А	3,5	
Допустимая кратковременная перегрузка, не более	$2 \times I_{ном}$	
Частота напряжения, Гц	50 ± 0,2%	
Коэффициент мощности нагрузки	0,5 – 1,0	
Номинальный КПД	0,9	
Размеры и масса		
Габаритные размеры (В×Ш×Г), мм, не более	302 × 103 × 117	
Масса / масса в упаковке, кг, не более	4,6 / 5	

Инверторы настольного исполнения (INVtel)

Параметр, единица измерения	INVtel- 900/24	INVtel- 1500/24	INVtel- 900/48	INVtel- 1500/48	INVtel- 900/60	INVtel- 1500/60
Входные параметры						
Номинальное входное напряжение $U_{\text{ном}}$, В	24	48	60	60	60	60
Статический диапазон входного напряжения $U_{\text{вх}}$ (может программироваться в указанных пределах), В	От 21 – 27 До 18 – 30	от 42 – 55 до 37 – 60	от 53 – 65 до 44 – 75			
Динамический диапазон входного напряжения, В, провалы не более 0,5 с, выбросы не более 0,06 с	17 – 34	36 – 68	39 – 85			
Номинальный входной ток, А	26,9	44,8	13,4	22,4	10,7	17,9
Максимальный входной ток при номинальной нагрузке, А	38 при $U_{\text{вх}}=20$ В	64	18 при $U_{\text{вх}}=39$ В	30	15	25 при $U_{\text{вх}}=48$ В
Выходные параметры						
Номинальная выходная мощность, Вт	600	1000	600	1000	600	1000
Допустимая мощность нелинейной нагрузки, ВА	900	1500	900	1500	900	1500
Номинальный выходной ток, $I_{\text{ном}}$, А	2,7	4,5	2,7	4,5	2,7	4,5
Коэффициент мощности нагрузки	0,5 – 1,0					
КПД при номинальной нагрузке, не менее	93					
Размеры и масса						
Габаритные размеры (В × Ш × Г), мм, не более	330 × 305 × 225					
Масса / масса в упаковке, кг, не более	18 / 24	22,8 / 28,7	18 / 24	22,8 / 28,7	18 / 24	22,8 / 28,7

Таблица 46

Инверторы стоечного исполнения I9» (INVtel-R)

Параметр, единица измерения	INVtel- 600/24	INVtel- 900/24	INVtel- 1500/24	INVtel- 600/48	INVtel- 900/48	INVtel- 1500/48	INVtel- 600/60	INVtel- 600/60	INVtel- 1500/60
	600/24	900/24	1500/24	600/48	900/48	1500/48	600/60	600/60	1500/60
Входные параметры									
Номинальное входное напряжение Uном, В	24		48		60				
Статический диапазон входного напряжения Uвх (может программироваться в указанных пределах), В	от 21 – 27 до 18 – 30		от 42 – 55 до 37 – 60		от 53 – 65 до 44 – 75				
Динамический диапазон входного напряжения, В, провалы не более 0,5 с, выбросы не более 0,06 с	17 – 34		36 – 68		39 – 85				
Номинальный входной ток, А	18	26,9	44,8	8,9	13,4	22,4	7,1	10,7	17,9
Максимальный входной ток при номинальной нагрузке, А	25	38	63	12	18	30	10	15	25
	при Uвх=20 В		при Uвх=39 В		при Uвх=48 В				
Выходные параметры									
Номинальная выходная мощность, Вт	400	600	1000	400	600	1000	400	600	1000
Допустимая мощность нелинейной нагрузки, ВА	600	900	1500	900	900	1500	900	900	1500
Номинальный выходной ток, I _{ном2} , А	1,8	2,7	4,5	1,8	2,7	4,5	1,8	2,7	4,5
Коэффициент мощности нагрузки КПД при номинальной нагрузке, не менее	0,5 - 1,0								
Размеры и масса	93								
Габаритные размеры (В × Ш × Г), мм, не более	133 (3U) x 436 x 430								
Масса / масса в упаковке, кг, не более	16 / 27	20 / 30	23 / 34	16 / 27	20 / 30	23 / 34	16 / 27	20 / 30	23 / 34

3.2. Инверторы МАП «Энергия»



Рис. 32. Общий вид инвертора МАП «Энергия» (выходные розетки закрыты крышками).

МАП «Энергия» представляет собой преобразователь напряжения (мощный двунаправленный инвертор) со встроенным интеллектуальным микроконтроллером, обеспечивающим автоматическое управление режимами и, при необходимости, связь с компьютером.

В одном устройстве заложены три функции:

а) Преобразователь постоянного напряжения автомобильного аккумулятора 12 В (24 В, 48 В в зависимости от модели) в переменное 220 В, с частотой 50 Гц.

В случае подключения МАП к аккумулятору непосредственно на автомобиле, возможно включение двигателя для дополнительной подпитки аккумулятора энергией от автомобильного генератора.

б) Бесперебойный источник питания – дает возможность подключить устройства от стандартной сети 220 В, и в случае ее пропадания, прибор автоматически переходит на работу от энергии аккумуляторов а, в случае появления сетевого напряжения 220 В – обратно, с подзарядом АКБ.

в) Зарядное и пуско-зарядное устройство – дает возможность принудительно зарядить аккумуляторы от стандартной сети 220 В, и/или запустить двигатель автомобиля.

3.2.1. Технические характеристики инвертора МАП

Таблица 47

Преобразователь	
Напряжение питания	10–15 В или 20–30 В или 40–60 В
Выходное напряжение (при номинальной мощности)	220В _(^{+10%}_{-15%})
Частота выходного напряжения	50 – 60 Гц
Номинальная выходная мощность	0,6 / 1 / 1,4 / 2 / 3 / 4,5 / 6 / 8 кВт
Максимальная мощность (не более 30 мин, напряжение не менее 185 В)	0,9 / 1,5 / 2 / 3 / 4,5 / 6 / 8,8 / 12 кВт
Ток холостого хода	0,5 – 1А
КПД	85 – 90%

Электронная защита от:	перегрузки, короткого замыкания, ошибки подключения полярности аккумулятора, полного разряда или перезаряда аккумулятора, бросков сетевого напряжения 220 В
Время переключения (сеть/инвертор)	20 мс
Пуско-зарядное устройство	
Напряжение питания	210 -230 В
Метод заряда: постоянное напряжение Общая емкость подключаемых аккумуляторных батарей номинальная / максимальная	МАП 0,9 кВт – 100 / 200 А·ч МАП 1,5 кВт – 150 / 300 А·ч МАП 2,0 кВт – 300 / 600 А·ч МАП 3,0 кВт – 400 / 800 А·ч МАП 4,5 кВт – 600 / 1000 А·ч МАП 6,0 кВт – 800 / 1200 А·ч МАП 8,8 кВт – 800 / 1300 А·ч МАП 12,0 кВт – 900 / 1400 А·ч
Защита (предохранитель 5, 8, 10, 15 или 30А во входной цепи 220 В) от:	От короткого замыкания сетевого 220В напряжения на выходе МАП
Индикация режимов преобразователя	
Преобразователь подключен к АКБ, но не включен кнопкой «вкл.»	Светодиод «режим» мигает зеленым цветом
Включение преобразователя	Светодиод «пуск» горит зеленым
Заряд аккумулятора	Светодиод «пуск» мигает зеленым
Индикация напряжения на аккумуляторе	
= < 10,5 (21 / 42) В	Светодиод «режим» не горит
От 10,5 до 12,5 (от 21 до 25 / от 42 до 50) В	Светодиод «режим» оранжевый или (желтый)
От 12,5 до 14,5 (от 25 до 29 / от 50 до 58) В	Светодиод «режим» горит зеленым
= > 14,5 (29 / 58) В	Светодиод «режим» горит красным

*Ёмкость может быть и меньше, но запрещается выходить за «максимально допустимую».

Не важно, какое реализовано подключение аккумуляторов (например, последовательное для 24 В варианта). Указанная в табл. 47 общая емкость является простой суммой емкостей всех подключенных.

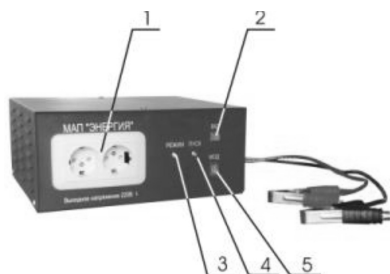


Рис. 33. Лицевая панель инвертора МАП.

- 1 – розетка выходного напряжения 220 В;
- 2 – кнопка включения / выключения преобразователя;
- 3 – светодиод индикации режима работы;
- 4 – трёхцветный светодиод (индикатор напряжения на аккумуляторной батарее).
- 5 – двухпозиционная кнопка переключения режима работы.

3.2.2. Инструкция по безопасности

Меры предосторожности:

Запрещается соединять выходную розетку МАП-а (рис. 33 поз. 1) с промышленной сетью 220 В, или выходные розетки разных МАП-ов между собой. Нельзя также соединять входной шнур МАП-а 220 В с выходной розеткой МАП-а 220 В (замыкать его вход с выходом).

Запрещается подключать МАП «Энергия», рассчитанный на входное напряжение 12 В, к электропроводке транспортного средства, имеющей напряжение 24 В, и наоборот. Также, нельзя подключать к МАП-у вместо аккумуляторов блоки питания (подключать последние можно, но только вместе с аккумулятором).

Запрещается закорачивать перегоревшие предохранители проводом или заменять их на несоответствующие, т.к. в этом случае при повторном замыкании выйдут из строя мощные электронные вентили и МАП «Энергия» перестанет функционировать во всех режимах.

Запрещается оставлять прибор не укрытым от дождя.

Запрещается подсоединять к МАП-у холодильники старых отечественных моделей (их легко отличить по высокому уровню шума).

Запрещается подключать к МАП-у неисправное электрооборудование, особенно насосы и холодильники.

Если МАП находился в условиях с низкой температурой воздуха и его принесли в тёплое помещение – включение следует производить не ранее чем через час (время необходимое для испарения образующегося конденсата).

При строительных работах следует предохранять МАП от сильной взвешенной пыли (особенно цементной), т.к. при подключении к нему мощных потребителей электроэнергии автоматически включаются встроенные вентиляторы охлаждения, а сильная пыль может забить их подшипники.

При работе с прибором необходимо соблюдать меры электробезопасности.

Если на сетевой вход МАП-а подключается 220 В от бензо-дизель генератора, то после последнего весьма желательно установить сетевой фильтр 220 В, например, типа «Пилот» (во избежание порчи МАП-а от случайных выбросов напряжения). То же относится и к стандартной сети 220 В, если в вашем регионе она низкого качества.

3.2.3. Инструкция по эксплуатации

Режимы работы преобразователя 12 / 24 В / 48 – 22 В

С помощью зажимов, соблюдая полярность (красный зажим на «+» батареи, черный на «-») подключите МАП «Энергия» к автомобильно-

му аккумулятору (без аккумулятора МАП не включается). Если аккумулятор соединён с бортовой сетью автомобиля, то отсоединять его не обязательно. При подключении клемм МАП-а к аккумулятору, светодиод (рис. 33 поз. 3) будет мигать, а при надевании клеммы на аккумулятор, должна проскочить небольшая искра (от аккумулятора зарядится встроенный в МАП конденсатор).

Примечание: нельзя подключать МАП «Энергию», рассчитанный на входное напряжение 12 В, к электропроводке транспортного средства, имеющей напряжение 24В/48 В, и наоборот; нельзя соединять (запараллеливать) выходы (розетка на рис. 33, поз.) двух или более устройств МАП «Энергия».

Подключите к розетке (рис. 33, поз. 1) нужные вам устройства, рассчитанные на питание 220 В. При необходимости используйте удлинитель (до 50 м).

Включите прибор кнопкой (рис. 33, поз. 2) (одно КОРОТКОЕ нажатие). При этом загорится светодиод (рис. 33, поз. 3) (зелёный). Светодиод (рис. 33, поз. 4) при этом станет зелёным или оранжевым, если напряжение на аккумуляторе находится в допустимых пределах.

Дополнительная кнопка-переключатель (с фиксацией) (рис. 33, поз. 5) предназначена для повышения выходной мощности МАП-а при условии, что не подключены асинхронные двигатели (насосы, холодильники, кондиционеры). Так, например, если к 2 кВт МАП-у необходимо подключить 2 кВт «болгарку», можно нажать на кнопку-переключатель так, чтобы погасла встроенная в неё лампочка. В этом случае, указанный выше инструмент будет работать с большей мощностью (сильнее раскручиваться) – при этом, форма выходного напряжения 220 В будет прямоугольная. Для инструментов, лампочек, телевизоров и т.п., суммарной мощностью, не превышающей номинальную мощность МАП-а, разницы – нажата кнопка или нет – не будет.

Однако, если подключены насосы, холодильники, кондиционеры, а также, если подключённая нагрузка не превышает номинальную мощность МАП-а, кнопка должна обязательно находиться в положении включено (встроенная в неё лампочка ГОРИТ) – форма выходного напряжения – модифицированный синус.

Если суммарная мощность подключенных устройств превысит максимально допустимую за интервал времени, равный 8 секундам, МАП автоматически отключится на 8 секунд.

После этого МАП опять включится на 8 секунд, и так далее до истечения 5 попыток, после чего отключится окончательно. Если перегрузка (превышение максимальной мощности) длится менее 8 секунд

– МАП не отключится. Тем самым обеспечивается возможность запуска устройств с огромными пусковыми токами.

Отметим, что при подключении нагрузки максимальной мощности (согласно паспорту на МАП «Энергия»), выходное напряжение составит 185 В (а в некоторых случаях и ниже, в зависимости от типа нагрузки). Это является допустимым, т. к. по существующим нормам (ГОСТ), пределы напряжения в российских электросетях составляют 185–242 В, то есть 220 В (+10%; –15%).

Если напряжение на аккумуляторе (в процессе работы МАП-а на нагрузку) упадёт ниже 10,5 В (21 В/42 В) и будет таким в течение 1 минуты – МАП автоматически отключится. Этим обеспечивается защита от полного разряда аккумулятора и, следовательно, от его порчи. Такая степень разряда аккумулятора позволяет сделать еще примерно три попытки запуска двигателя (до полного разряда аккумулятора) в летних условиях. Если просадка напряжения на аккумуляторе ниже 10,5 В будет кратковременной (менее 1 минуты) – МАП не отключится, что опять-таки позволит запуститься устройствам с большими пусковыми токами. Кратковременное падение напряжения на аккумуляторе (ниже 10,5 В) является допустимым и не приводит к его порче, т.к. за такой короткий интервал времени сульфитация пластин аккумулятора просто не успеет произойти. Например, обычно в момент пуска двигателя в зимних условиях, напряжение на аккумуляторе может падать до 7 В (в течение нескольких секунд).

Здесь отметим, что зарубежные автомобильные преобразователи напряжения (по крайней мере, поставляемые в Россию), обычно не имеют подобной автоматики, как впрочем, и встроенного зарядного устройства.

Учтите также, что время автономной работы от аккумулятора, при подключении потребителей большой мощности, уменьшается неравномерно. Такова особенность аккумуляторов – при больших нагрузках время работы будет несколько меньше расчётного (подробнее см. далее, в рекомендациях по выбору аккумуляторной батареи).

Приборы, потребляющие сетевое напряжение 220 В, можно условно разделить на три основные категории:

1. Лампы, нагреватели, утюги, телевизоры, компьютеры и т.д., потребляющие постоянную мощность, равную обозначенной на них. Пусковые токи, превышающие номинальный ток, практически отсутствуют. Время их работы от энергии аккумулятора легко посчитать по формуле, приведенной выше.



Рис. 34. Использование инвертора МАП в туристической поездке от аккумулятора автомобиля.

Приблизительная формула для расчета времени работы T (ч) устройства мощностью P (Вт) от аккумулятора емкостью C (А·ч) выглядит так:

$$T = C \cdot \frac{8,5}{P}.$$

2. Дрели, болгарки, рубанки, бетономешалки, триммеры (газонокосилки) и другой электроинструмент (двигатели коллекторного типа) потребляют мощность, равную указанной на них номинальной, только в момент прикладывания нагрузки (когда дрель сверлит, болгарка пилит и т.д.). На «холостом» ходу (и при работе, например, со слабым нажатием на инструмент) они потребляют значительно меньшую мощность. Эти приборы характеризуются большими пусковыми токами в момент включения (первые 2–3 секунды). Посчитать время их ре-

альной работы от аккумуляторной батареи сложнее, т.к. обычно процессы собственно сверления, распиливания и т.д. довольно кратковременны. Т.е. реально энергии только аккумулятора, как правило, хватает на весь день работы.

3. Насосы (обычно на основе двигателей асинхронного типа) и оборудование на их основе (холодильники, кондиционеры и т.п.) потребляют мощность примерно в полтора раза выше своей номинальной мощности (это связано с тем, что обычно указывается полезная мощность, без учёта потерь ($\cos \varphi = 0,6 - 0,7$)). Для подъема воды на большую высоту следует обеспечить запас мощности применяемого МАП «Энергия» (например, для насоса 1 кВт необходим вариант 2 кВт). Эти устройства характеризуются особенно большими пусковыми токами в момент включения. Наиболее сложный случай – холодильник, изготовленный 7–10 лет назад и ранее. В нашей стране для них не существовало жестких норм по уровню шума, обеспечению меньших пусковых токов (у холодильников мощностью 100 Вт пусковая мощность может до-

стигать 1,5 и более кВт), ограничению паразитных выбросов энергии, накопленной в индуктивности мотора (компрессора) обратно в сеть (а, при применении МАПа – обратно в МАП). Поэтому работа таких холодильников совместно с МАП «Энергия» не гарантируется. Более того, есть определенный риск поломки МАП-а. Со всеми современными (их можно отличить по уровню шума) холодильниками, например такими как «Стинол», МАП «Энергия» работает. Отдельно отметим СВЧ-печь, магнитрон которой, требует двухкратного запаса мощности по отношению к максимальной мощности МАП-а (1 кВт печь работает с МАП максимальной мощностью не менее 2 кВт).

Подключение потребителей мощностью более 1000 Вт на длительный срок (более часа) можно осуществлять к аккумулятору, работающему совместно с автомобильным генератором (последний лучше заводить после исчерпания заряда аккумулятора).

В каждом конкретном случае пользователь сам определяет время работы только от энергии батареи, исходя из её ёмкости и мощности нагрузки. Например, опыт показывает, что при подключении телевизора (цветного, 14 дюймового, 90 Вт) и лампы (60 Вт) можно не включать двигатель примерно 4–6 часов (в зависимости от мощности и состояния аккумулятора). Отметим, что для более длительной работы освещения лучше применять люминесцентные лампы (светимость 20 Вт-ной лампы такая же, как у обычной 100 Вт-ной). Отметим также, что телевизор в режиме ожидания потребляет до 25 Вт, поэтому его лучше выключать полностью (не с пульта, а кнопкой на самом ТВ), если, конечно, не выключать МАП.

Если в состав потребителей электроэнергии входит индуктивная нагрузка на основе насосов (холодильник, насос или кондиционер), например, холодильник + телевизор освещение, то общая мощность такой нагрузки не должна превышать половины от максимальной мощности МАП-а. Так, например, для одновременного подключения холодильника (100 Вт) + телевизора (90 Вт) + освещения (400 Вт) + насос «Малыш» (400 Вт) = 990 Вт, необходим МАП «Энергия» мощностью 2 кВт.

На «холостом» ходу и при малых нагрузках потребление энергии относительно невелико из-за меньших потерь на нагрев проводов и активных элементов. В этих режимах МАП также автоматически выключает установленные внутри корпуса вентиляторы системы охлаждения, что приводит к ещё меньшим потерям электроэнергии.

При запущенном двигателе (и, соответственно, генераторе) время работы потребителей не ограничено, если мощность генератора больше или равна мощности подключённой нагрузки. Автомобильный генера-

тор развивает свою номинальную мощность при соответствующих оборотах (обычно 2000 об/мин).

Автомобили типа «Джип» зарубежного производства идеальны в качестве источника энергии (часто в них устанавливается два аккумулятора (дизельный – бортовая сеть 24 В) и мощный генератор (3 и более кВт)).

Если на вашем дачном участке электричества пока нет - удобно использовать МАП совместно с аккумулятором 90–100 А·ч, последний можно менять местами с аналогичным, установленным в автомобиле (в дороге он будет заряжаться). При замене аккумулятора один раз в неделю (ёмкости 90–100 А·ч, как правило, в летних условиях, хватает на вечернее подключение телевизора и двух люминесцентных ламп в течение указанного срока) можно обеспечить дом электроэнергией.

Отметим, что в режиме преобразователя напряжения МАП «Энергия» работает и как источник бесперебойного питания (подробнее об этом см. далее) и как зарядное устройство, если он соединен при этом с сетью 220В. На заряд аккумулятора из этого режима он автоматически перейдет при двух условиях:

- а) при соединении с сетью 220 В (как уже отмечалось выше);
- б) при напряжении на аккумуляторе меньшем или равном 12,5 В.

Особенностью МАП «Энергия» является то, что для включения и начала его работы только сетевого напряжения 220 В недостаточно (это сделано для обеспечения надежности и безопасности). Необходимым условием включения МАП-а является подключение его клемм к аккумулятору (тоже почти к полностью разряженному – минимальное напряжение 7 В) или к аналогичному источнику напряжения. Если напряжение на аккумуляторе (без нагрузки) ниже 7 В – то, скорее всего, он уже не будет работоспособен и его следует заменить.

Но попробовать его зарядить (а затем и восстановить) все же можно, как, впрочем, и запустить двигатель. Для этого необходимо запустить МАП, подсоединив его к сети 220 В, а клеммами, например, к батарейке «Крона» (9 В). После включения он автоматически перейдет в режим заряда (т.к. есть подключение к сети 220 В и напряжение (9 В) меньше 12,5 В). После этого у вас есть несколько минут на то, чтобы снять клеммы с батарейки и надеть их на аккумулятор. Дело в том, что как только вы снимите клеммы, напряжение на них превысит 14,5 В, загорится красный светодиод и МАП «Энергия» решит, что зарядку пора заканчивать, и начнет отсчет времени до ее отключения (3–5 минут). По истечении нескольких минут, необходимых для первичной зарядки аккумулятора, можете попытаться запустить двигатель (естественно, не отключая МАП).

Если необходимо удлинить провода МАП-а, подключаемые к аккумулятору (например, для установки преобразователя в салоне транспортного средства), их следует наращивать/заменять проводом большего сечения. Например, 2 кВт МАП укомплектован двумя проводами площадью сечения по 10 мм². (длиной 70 – 80 см) каждый. Увеличить длину проводов к аккумулятору до 2 м можно при условии, что сечение каждого из них будет не менее 16 мм², до 3 м – не менее 25 мм². На выходе МАП-а (220 В) можно использовать катушки-удлинители до 50 м.

Выключение МАП осуществляется нажатием на ту же кнопку включения (рис. 33, поз. 2). Если просто снять клеммы с аккумулятора, не выключая прибор, то он запомнит своё состояние на этот момент и, при последующем соединении, с аккумулятором окажется сразу включённым.

Режим зарядного и пуско-зарядного устройства

Подключите зажимы к аккумулятору соблюдая полярность (красный к «+», черный к «-»). С помощью входящего в комплект шнура подключите МАП к электросети 220 В (при необходимости используйте удлинитель). Входящий в комплект шнур является стандартным и обычно используется для подключения (к сети 220 В) компьютера, поэтому, при отсутствии шнура, можно воспользоваться аналогичным от компьютера.

Включите МАП в режим принудительного заряда долговременным нажатием на кнопку (рис. 33, поз. 2). Этот режим целесообразно использовать, если вы хотите дозарядить аккумулятор с 12,6 В до 14,5 В. Если напряжение на аккумуляторе меньше 12,6 В – МАП сможет сам включить режим зарядки из режима преобразователя, при условии соединения с сетью 220 В (см. выше).

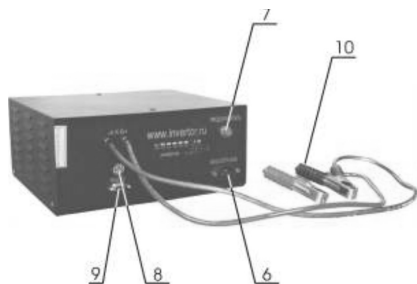


Рис. 35. Задняя панель инвертора МАП.

- 6 – разъем для подключения к сети 220В;
- 7 – предохранитель 10 (15 или 30) А (защита от короткого замыкания сетевого 220 на выходе МАП-а).
- 8 – разъем для подключения солнечных модулей (опционально).
- 9 – разъем RS-232 для подключения МАП-а через контроллер к компьютеру.
- 10 – клеммы для подключения МАП «Энергия» к аккумулятору (красный к «+», черный к «-»).

На задней панели МАП «Энергия» находится выход для соединения с компьютером (разъем RS-232). Соединять с компьютером МАП

можно только специальным шнуром, в разъем которого установлена соответствующая микросхема. Этот шнур и лазерный диск с программой для управления МАП-ом и изменения пользователем некоторых его настроек (например, напряжений порогов срабатывания), в стандартный комплект поставки не входит, а заказываются, при необходимости, отдельно.

При зарядке аккумуляторов мигает светодиод (рис. 33, поз. 3) и слышен шум от внутренних вентиляторов охлаждения, которые в данном режиме включены постоянно.

О напряжении на аккумуляторе можно судить по цвету светодиода (рис. 33, поз. 4). Зарядка автоматически прекратится при его красном свечении (14,5 В), по истечении 3–5 минут (после того как он станет красным).

В процессе зарядки сетевое напряжение 220В МАП «Энергия» будет коммутировать на розетку выхода 220 В (рис. 33, поз. 1).

После окончания принудительной зарядки МАП автоматически выключится.

Подрежим пуско-зарядного устройства ничем не отличается от вышеописанного. Подключение МАП-а производится в автомашине к клеммам массы (минус) и +12В, надетым на аккумуляторную батарею. Сеть 220В подводится с помощью удлинителя. Если возникла необходимость использовать данный подрежим – значит, аккумуляторная батарея разряжена. Для облегчения пуска (например, зимой), после включения МАП-а в режим заряда (длительное нажатие пусковой кнопки 1–2 сек) желательно выждать 5–10 минут, чтобы разряженный аккумулятор хоть чуть-чуть подзарядился и не отнимал на себя часть энергии.

Каждая попытка пуска двигателя не должна превышать нескольких секунд, а интервал между ними не менее 15 секунд (в соответствии с правилами технической эксплуатации вашего автомобиля, во избежание перегрева и порчи стартера). После успешного пуска выключите (короткое нажатие кнопки (на рис. 33, поз. 2) и отсоедините МАП от бортовой сети автомобиля.

Примечание: если ваш аккумулятор не является полностью необслуживаемым (герметичным), зарядку следует производить с соблюдением соответствующих норм безопасности (помещение должно проветриваться, не следует курить и т. д.).

Режим источника бесперебойного питания (ИБП)

В этом режиме устройство работает аналогично режиму преобразователя (включается так же, по короткому нажатию пусковой

кнопки (рис. 33, поз. 2), при условии соединения МАП «Энергия» с помощью шнура к сетевому напряжению 220В). Если это напряжение в сети отсутствует, то МАП будет генерировать 220 В от энергии аккумулятора и подавать его на свою выходную розетку (рис. 33, поз. 1). В случае появления в сети 220 В, генерация 220 В от аккумулятора автоматически прекратится и сетевое 220 В будет подано на выходную розетку. При этом МАП «Энергия» будет отслеживать состояние аккумулятора – при его напряжении ниже 12,5 В он будет подзаряжаться до 14,5 В с последующим автоматическим отключением зарядки. Если напряжение на аккумуляторе снова упадет до 12,5 В (например, в результате саморазряда, через несколько недель эксплуатации, или в результате использования энергии аккумулятора во время исчезновения сетевого 220 В), процесс подзарядки повторится.

Примечание: в этом режиме, при напряжении на аккумуляторе ниже 10,5 В и наличии сетевого 220 В, МАП пойдёт на заряд даже если он выключен.

При неожиданном исчезновении сетевого напряжения 220, МАП «Энергия» автоматически переключится в режим преобразования энергии аккумуляторной батареи в 220 В и подаст его на свою выходную розетку (рис. 33, поз. 1). В случае, если сетевое напряжение 220 В пропадёт во время зарядки аккумулятора - зарядка прекратится и МАП также перейдёт в режим генерации 220 В.

Время автономной работы аккумуляторной батареи рассчитывается в соответствии с описанием, приведенным в разделе 1 (Режим преобразователя) и в разделе выбора аккумуляторных батарей. При падении напряжения на аккумуляторе до 10,5В и отсутствующем сетевом напряжении МАП даст предупредительный звуковой сигнал, светодиод (рис. 33, поз. 4) при этом погаснет, и через минуту МАП отключит генерацию 220 В (во избежание порчи аккумуляторной батареи) и перейдет в режим ожидания появления сетевого 220 В. Как только оно появится – тут же будет передано на выходную розетку 220 В (рис. 33, поз. 1), а аккумулятор начнет заряжаться.

В подрежиме наличия сетевого напряжения 220В оно проходит через МАП на его выходную розетку (рис. 33, поз. 1). Мощность, которую МАП может пропустить сквозь себя, ограничена мощностью силовых элементов МАП-а и соответствующим сетевым предохранителем (рис. 34, поз. 7). Если используется предохранитель на 10 А (модели 0,9 и 1,5 кВт), то соответственно пропускаемая от сети мощность не превы-

сит 2,2 кВт; если же применяется предохранитель на 15 А (модели 2 и 3 кВт) – не более 3,3 кВт.

Примечание: при проверке работоспособности прибора в режиме ИБП некоторые пользователи втыкают и вытыкают сетевой шнур, подключенный к МАП-у, в сеть, тем самым имитируя появление и исчезновение сетевого напряжения 220 В. Злоупотреблять этим не следует, т.к. штепсель в розетке может искрить, а с учетом его близкого расположения к МАП-у это может, в конце концов, привести даже к порче прибора. При подобной проверке следует делать интервал между попытками не менее 5 секунд.

Если для режима ИБП используется маломощный аккумулятор (например, отслуживший свой срок на автомобиле, с реальной ёмкостью 10% от номинальной и ниже), то, например, компьютер будет работать всего несколько минут и, самое главное, при исчезновении сетевого 220 В будет велика вероятность «сброса» компьютера. Использовать такие аккумуляторы не рекомендуется.

3.2.4. Преимущества и недостатки по сравнению с UPS

Для многих пользователей первое знакомство с источником бесперебойного питания (ИБП) или, по-другому UPS (Uninterruptible Power Supplies), может произойти при работе с компьютером. UPS защищает информацию при скачках (или полном исчезновении) напряжения в электрической сети, автоматически переводя питание компьютера на свою встроенную аккумуляторную батарею. Принцип работы UPS – преобразование низкого постоянного напряжения батареи (в UPS чаще всего устанавливают батареи на 36, 42, 60 В, или даже 80 В, иногда на 12 или 24 В) в высокое (220 В) переменное (50 Гц) напряжение. В электротехнике такие преобразователи принято называть инверторами. Емкости встроенной батареи обычно хватает на 10–15 минут работы, что достаточно для корректного закрытия программ и сохранения данных.

Инверторы же для автономного энергоснабжения (к коим и относится МАП «Энергия») специально ориентированы для питания разнообразной электрической нагрузки. По сравнению с UPS, они обладают рядом технических преимуществ:

- не бояться пусковых токов при включении болгарок, компрессоров, насосов и других приводов;
- коэффициент мощности $\cos\phi$ (power factor) не ограничен и обычно имеет крайние значения от -1 до $+1$;
- предусмотрена необходимая защита от перегрузок, коротких замыканий, подключения аккумулятора неправильной полярностью;

- наличие мощного зарядного устройства позволяет гибко и быстрее восстанавливать емкость батареи;
- могут иметь значительную мощность и, при этом, рассчитаны на подключение к аккумуляторам бортовой сети автомобиля 12 или 24 В (UPS с аккумуляторами 12 или 24 В встречаются реже и обычно имеют небольшую мощность – 200–300 Вт, а UPS большей мощности рассчитаны на более высоковольтные аккумуляторы).

Производители UPS обычно выражают мощность в вольт-амперах (ВА, или VA), в то время как на большинстве устройств мощность указывается в ваттах (Вт, W). Для перевода одних единиц в другие можно пользоваться приблизительной формулой $ВА \times 0,7 = Вт$. Считается, что запас мощности для компьютеров должен составлять 30%. Следовательно, если ваш компьютер с монитором потребляет около 350 Вт – с ним можно использовать UPS мощностью не менее 700 ВА. Отметим, что к UPS (в отличие от МАП «Энергия») обычно нельзя подключать лазерный принтер, т. к. его мощность может достигать 1,5 кВт и более.

Существует классификация инверторов по форме выходного напряжения. Различают инверторы с квадратичной (square), с трапециевидной (modified sine wave) и с синусоидальной формой (sine wave). Для нагрузки с магнитными сердечниками (двигатели, трансформаторы) модификация формы напряжения приводит к некоторому изменению мощности. Для телевизоров, компьютеров, ламп накаливания и нагревательных приборов указанный фактор значения не имеет. Особый случай - двигатели асинхронного типа (насосы, холодильники, кондиционеры), о них говорилось ранее.

Все зарубежные автомобильные преобразователи 12 В в 220 В, поставляемые в Россию, имеют квадратичную или трапециевидную форму сигнала на выходе 220 В (существуют и варианты с синусом, но к нам они не завозятся из-за высокой цены при относительно малой мощности). Что же касается UPS – синусоиду дают только дорогие линейно-интерактивные или онлайн-модели, предназначенные, прежде всего, для питания серверов и компьютерных сетей.

МАП «Энергия» вырабатывает 220 В с трапециевидной формой (модифицированный синус), что позволяет питать любую нагрузку, за исключением специализированной аппаратуры с особыми требованиями к форме сигнала питающего напряжения.

Время переключения МАП «Энергия» с сети на питание от АКБ составляет 20 мс, что достаточно для большинства компьютеров, од-

нако на некоторых из них, если блок питания выполнен не очень качественно, возможен сброс операционной системы при переключении с сети на питание от АКБ. В особо ответственных случаях, например, для питания серверов, рекомендуется использование двух МАП «Энергия» (можно разной мощности). Один из них будет работать только на заряд (к нему можно подключить и менее требовательные ко времени переключения потребители), а другой – на питание серверов. При таком подключении, второй МАП будет работать на преобразование всегда и переключения не будет в принципе.

3.2.5. Особенности подключения к отопительному котлу

Существуют различные конструкции котлов. Некоторые, например, с атмосферной горелкой, требуют для своей работы обязательного соединения с «нулём» сети. Поэтому, при использовании МАП-а в качестве источника бесперебойного питания отопительного котла, для работы последнего, бывает необходимо, перевернуть на 180 град. штепсель в сетевой розетке (у шнура подключения МАП-а к сети 220 В). Дело в том, что переключающий режимы МАП-а элемент разрывает один сетевой провод из двух. Надо подключить штепсель входного шнура так, чтобы разрывалась цепь именно фазового провода. Тогда соединение с «нулевым» проводом сети останется и тогда, когда в сети исчезнет 220 В. Отсюда следует, что проверять работоспособность системы бесперебойного питания для подобных котлов простым выдёргиванием штепселя из розетки нельзя (потеряется связь с «нулевым проводом сети»). Для проверки необходимо отсоединить только фазовый провод, что можно сделать, выключив его рубильником или вывернув «пробки». Найти «нулевой» (неразрывающийся, сквозной) провод в МАП-е можно и тестером, «прозвонив» контакты между его входным штепселем и выходной розеткой (МАП ни к сети, ни к аккумуляторам, при этом не подключать). Именно этот контакт и должен быть подключён к «нулю» сети.

В некоторых случаях, в автономном режиме, возможно появление небольшого шума при работе насосов котла (зависит от качества их изготовления), что не является неисправностью (это шум от вибрации металлических пластин сердечника насоса от модифицированной синусоиды).

3.2.6. Особенности подключения к бензо/дизель электрогенератору

При использовании МАП «Энергии» совместно с дизель / бензиновым генератором (это имеет смысл делать, если электричества вообще нет) выход 220 В последнего соединяется с помощью шнура к разъёму для подключения к сети 220 В (рис. 34, поз. 6). Если генератор работа-

ет, МАП пропускает его напряжение 220 В сквозь себя на выходную розетку (рис. 33, поз. 1) и, при необходимости, подзаряжает аккумуляторы. Когда генератор прекратит работу (например, после выработки запаса бензина, через 3–4 часа), МАП автоматически переключится на режим преобразования напряжения аккумуляторных батарей в 220 В. При совместной работе МАП-а с дизель/бензиновым генератором достигается существенная экономия топлива, а также обеспечивается тишина и значительное сокращение выделения вредных выхлопных газов. Также увеличивается ресурс работы генератора, т.к. общее время его использования уменьшается. Дело в том, что дизель/бензиновый генератор потребляет топливо в малой зависимости от реальной нагрузки. Это означает, что если подключить телевизор, холодильник и освещение, например, суммарной мощностью 300 Вт к генератору 2,2 кВт, то последний будет потреблять лишь немного меньше топлива, чем, если к нему подключить все 2,2 кВт. А МАП потребляет ровно столько энергии, сколько к нему будет подключено. Поэтому, при грамотной эксплуатации (экономичный режим при работе только от МАП-а, и максимальная нагрузка при работе генератора) можно получить существенную экономию топлива. Примерно 3 – 4 часов обычно достаточно для заряда, по меньшей мере, 80% от общей емкости аккумуляторов (метод заряда, используемый МАП-ом, как и в автомобиле – постоянное напряжение).

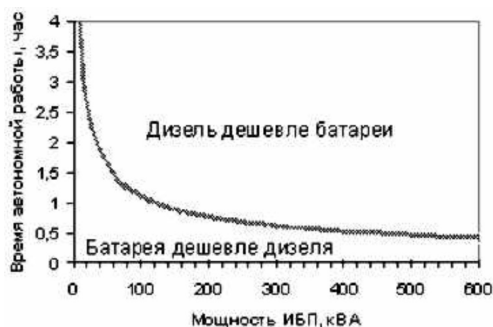


Рис. 36. Зоны экономически обоснованного применения инвертора и дизельной электрической станции.

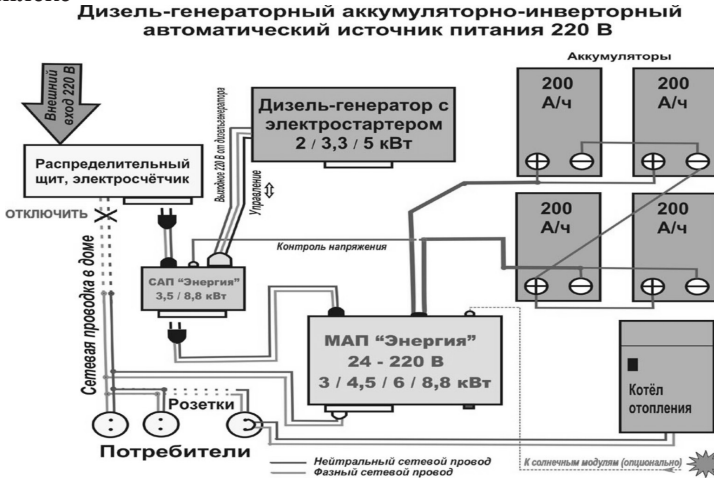
Примечание: из-за неидеальной формы выходного напряжения 220 В бензо/дизель электрогенератора («приплюснутая синусоида»), в некоторых случаях этого напряжения может не хватать для нормального быстрого заряда через МАП аккумуляторных батарей. Рекомендуется, для подобного генератора, повысить его выходное напряжение до 230–250 В (если в нём предусмотрена подобная регулировка, если нет – с помощью ЛАТР-а, соответствующей мощности). Другой вариант –

перенастройка параметров МАП-а в сервисном центре фирмы «Микро-Арт».

В общем случае, при мощностях системы бесперебойного питания до 10 кВт и если от системы требуется относительно небольшое время автономной работы, аккумуляторная батарея с инвертором (например, с МАП «Энергия») оказывается дешевле дизельного генератора (рис. 36). Если мощность и (или) время автономной работы велики, то емкость и стоимость батареи и инвертора становится очень большой и оказывается выгоднее применять дизельный генератор. На рис. 36 приведен график, помогающий оценить границу, при которой цена дизельного двигателя с автоматическим запуском становится равной цене батареи. Мощности более 50 кВт применяются обычно в промышленном производстве.

ГЛАВА 4. ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПУСКА МИНИ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Дизель (бензо или газо)-аккумуляторно-инверторный (ДАИ) комплекс



Примечание: соблюдать правильное подключение фазного и нейтрального провода может быть необходимо для некоторых устройств, например, отопительных котлов.

Рис. 37. Блок-схема комплекса автономного электроснабжения с системой автоматического пуска(САП) дизель-электростанции.

На российском рынке существуют различные устройства автоматического управления мини-электростанциями (при условии, что последние изначально имеют в своем составе электростартер). В двух словах, принцип работы следующий: при исчезновении в сети напряжения 220 В, автоматика дает команду на запуск мини-электростанции и, через 1,5 – 5 минут после ее пуска и прогрева, подключает выход мини-электростанции к проводке дома. При появлении в сети 220 В происходит обратный процесс: мини-электростанция глушится и к проводке подключается сетевое напряжение 220 В.

Подобные устройства автоматического управления (контроллеры) как зарубежного, так и отечественного производства стоят дорого (от 900 долл.), и в основном предназначены для коммутации, как правило, мощных (от 9 кВт) дорогих промышленных электростанций.

Для примера, назовем контроллеры AMF20/AMF25 (от 1100 у.е.), Ве2000 (от 1045 у.е.) и отечественный ТКМ 2.0 (от 700 евро). Фирмой

«МикроАрт» разработаны более доступные по цене контроллеры, ориентированные на менее мощные и относительно недорогие дизельные (и бензиновые) мини-электростанции мощностью от 2 до 8,8 кВт. Предлагаются два варианта управления системой автоматического питания (САП) – САП «Энергия»-3,5 и САП «Энергия»-8,8.

Первая из них рассчитана на управление дизель (бензо)-электростанциями с рядом мощностей до 3,5 кВт, а вторая – до 8,8 кВт. Преимущество упомянутых выше САП «Энергия» заключается не только в том, что они могут управлять мини-электростанцией в зависимости от наличия/отсутствия в сети 220 В и, при этом, доступны по цене. Отличительной их особенностью является возможность управления сетью/дизелем (или бензогенератором) и в зависимости от состояния блока аккумуляторных батарей с подключенным мощным инвертором МАП «Энергия». Инвертор заряжает аккумуляторы от сети или от работающей мини-электростанции, а затем, при отсутствии сети и выключенном дизеле, преобразует запасённую в аккумуляторах энергию в 220 В, что позволяет использовать топливо дизель-электростанции с КПД близким к максимуму.

Подобный комплекс (мини-электростанция со встроенным стартером + блок аккумуляторов + инвертор + автоматика управления) имеет ряд принципиально важных преимуществ, проявляющихся и при ПОЛНОМ ОТСУТСТВИИ промышленной сети 220 В:

1. Автономное электричество всегда в наличии. В любое время суток можно просто включить любой прибор, освещение и т.п. Для этого не придется идти с фонарем к генератору и заводить его.

2. Большую часть времени, при автономном электроснабжении от подобного комплекса, мини-электростанция находится в выключенном состоянии. Следовательно, обеспечена тишина, отсутствие выхлопных газов, а так же многократно увеличивается общий ресурс её двигателя.

3. Появляется возможность использования устройств с более сильными пусковыми токами, чем те, на которые рассчитан дизель-электрогенератор (у инвертора с аккумуляторами имеется больший запас по перегрузкам). Так, например, дизель-электрогенератор, с номинальной/максимальной мощностью 1,7/2,0 кВт соответственно, не способен запустить скважинный насос мощностью 1,3 кВт (так как пусковая мощность последнего не менее 3 кВт). У рекомендуемого для совместной работы инвертора МАП «Энергия» (модели от 3 кВт) это вполне посильная задача.

4. Существенная (в разы) экономия топлива.

5. В случае если сеть 220 В подведена, но часто пропадает, как правило, до включения мини-электростанции, дело вообще не пойдет (энергии, запасенной в аккумуляторах, при экономичном потреблении, может хватить на несколько суток).

6. При исчезновении в сети 220В, не будет задержки с ее появлением (1,5–5 минут), так как сначала всю нагрузку возьмет на себя инвертор, время переключения которого, практически мгновенно (20–30 мс).

7. В течение длительного срока (вплоть до месяца), при автономном снабжении, не требуется какого-либо вмешательства со стороны (нет необходимости заводить/глушить мини-электростанцию, заливать в неё топливо, масло, прокачивать топливопроводы и т.п.). Данное достоинство особенно актуально, если использовать комплекс будут пожилые люди, женщины или дети.

4.1. Система автоматического пуска (САП) миниэлектростанций с инвертором МАП

Режимы работы

1. При наличии сети 220 В, от нее, при необходимости и автоматически, посредством МАП-а, подзаряжается блок аккумуляторных батарей. Рекомендуется 4 шт. (или 6шт. для МАП-а 6 кВт и более) АКБ по 190 – 200 А·ч, соединенных последовательно-параллельно на номинальное напряжение 24 В. Само напряжение 220 В пропускается, при этом, через САП и МАП к потребителям.

2. При исчезновении в сети напряжения 220В, МАП начинает вырабатывать 220 В и подавать его на свой выход (к потребителям) от энергии, запасенной в АКБ.

3. После истечения некоторого времени автономной работы, при падении напряжения на АКБ ниже 22 В, длительностью более 20 сек, САП дает команду на запуск мини-электростанции (при необходимости, делается до пяти попыток пуска). После прогрева дизеля электростанции (через 3 минуты), вырабатываемое генератором напряжение 220В, поступит через МАП к потребителям, причем часть поступающей энергии, МАП направит на заряд АКБ, что обеспечит высокий КПД использования топлива.

4. Когда напряжение на АКБ достигнет 29 В или при появлении в сети напряжения 220В, САП дает команду на выключение мини-электростанции:

а) если напряжение на АКБ достигло 29 В, мини-электростанция автоматически выключается, а если в сети по-прежнему нет 220 В, МАП снова начинает вырабатывать 220 В от АКБ, и далее см. выше;

б) если в сети появилось 220 В, а напряжение на АКБ еще не достигло 29 В, их дальнейшая зарядка производится от сети посредством МАП-а. Сетевое напряжение 220 В так же транслируется на выход МАП-а. (Далее см. выше.)

В заключение отметим, что *общая цена подобного комплекса относительно доступна. К примеру, цена полного комплекта (включая аккумуляторы) ДАИ с САП младшего модельного ряда (2–3 кВт) составит около 59 тыс. руб. Эта сумма сравнима с ценой просто бензо/дизель-генератора без стартера и автоматического пуска, если учесть экономию топлива и увеличение общего ресурса работы двигателя.*

Впрочем, при отсутствии всей суммы сразу, ничто не мешает покупать составляющие ДАИ-комплекса по частям, так как все его основные компоненты могут работать и независимо друг от друга.

Миниэлектростанция может быть и на основе бензинового и на основе газового электрогенератора. Последний обладает следующими преимуществами: может работать как от баллонного, так и от магистрального газа; обладает самой низкой ценой киловаттчаса даже при использовании баллонного газа; имеет относительно чистый выхлоп; обладает низким уровнем шума.



Рис. 38. Общий вид дизель-электростанции с САП – 1,5 кВт.

Обозначения:

- Э и E2 – электростартер;
- NG – природный газ;
- LPG – сжиженный газ;
- RS – ручной старт;
- ES – электрический старт;
- В – наличие аккумулятора для газовых станций (у дизельных и бензиновых имеется по умолчанию);
- М – доработка для автоматике пуска (САП), в том числе и для баллонного газа;
- ММ – доработка для автоматике пуска от баллонного газа и магистрального газа.

Примечание: в цену этих доработок входят дорогие электронные клапаны для перекрытия баллонного и, особенно, магистрального газа.

Примечание: в цену этих доработок входят дорогие электронные клапаны для перекрытия баллонного и, особенно, магистрального газа.

Таблица 48

Прайс-лист на миниэлектростанции

Бензогенераторы ПРАКТИКА, воздушного охлаждения, рамные, с большим баком (25л) и увеличенным глушителем	Мощность номинальная, кВт	Способ пуска	Шумность, Дб	Выходное напряжение, В	Расход л/ч	Вес кг	Цена розница руб
Бензогенератор Genstab SPG 3800 E2	2,8	Электро и ручной	50	230/12	1,95	75	15500
Бензогенератор Genstab SPG 3800 E2 M	2,8	Электро и ручной	50	230/12	1,95	75	19900
Бензогенератор Genstab SPG 5000 E2	4,0	Электро и ручной	55	230/12	2,2	87	24500
Бензогенератор Genstab SPG 5000 E2 M	4,0	Электро и ручной	55	230/12	2,2	87	28700
Бензогенератор Genstab SPG 6500 E2	5,0	Электро и ручной	60	230/12	2,6	90	28600
Бензогенератор Genstab SPG 6500 E2 M	5,0	Электро и ручной	60	230/12	2,6	90	33800

Газовые генераторы CGT (на магистральном и/или баллонном газе)	Мощность номинальная, кВт	Способ пуска	Цена розница, руб
Газовая электростанция GT5000-LPG/NG-220-AT	4,3	Электро и ручной	41000
Газовая электростанция CC6000XT-LPG/NG-220-AT с неодимовыми магнитами бесщеточная	4,3	Электро и ручной	46800

Мини-электростанция установлена в помещении:

Когда генератор работает в помещении, он выделяет довольно большое количество тепла. Естественная вентиляция не всегда может обеспечить необходимые условия обмена воздуха, поэтому необходима принудительная вентиляция (на стену устанавливается вытяжной вентилятор для вытяжки излишнего тепла на улицу).

Кроме того, должен быть обеспечен отвод газов, вырабатываемых двигателем, поэтому необходимо установить дополнительную систему выхлопа (дополнительная труба закрепляется на трубу, выходящую из глушителя, и выводится на улицу – см. инструкцию).

Варианты использования ДАИ-комплекса.

Общий принцип работы ДАИ-комплекса с САП включает в себя несколько вариантов:

Вариант использования №1 (автоматическое включение/выключение в зависимости от напряжения в сети или на АБ – автоматический режим).

Ограничения и условия:

1. При наличии сети 220 В, от нее, при необходимости и автоматически, посредством МАП-а, подзаряжается блок аккумуляторных батарей. Рекомендуется 4 шт. АКБ по 200 А/ч, соединенных последовательно-параллельно на номинальное напряжение 24 В (МАП «Энергия» тоже должен быть рассчитан на 24 В). Само напряжение 220 В пропускается, при этом, через САП и МАП к потребителям.

2. При исчезновении в сети напряжения 220 В, МАП начинает вырабатывать 220 В и подавать его на свой выход (к потребителям) от энергии, запасенной в АБ.

3. После истечения некоторого времени автономной работы (при падении напряжения на АБ ниже 22 В, длительностью более 20 сек) САП дает команду на запуск мини-электростанции (при необходимости, делается до пяти попыток пуска). После ее прогрева (через 2–3 минуты), вырабатываемое ею напряжение 220 В поступит через МАП к потребителям, причем, часть поступающей энергии МАП направит на заряд АБ, что обеспечит высокий КПД использования топлива.

4. Когда напряжение на АБ достигнет 28,4 В или при появлении в сети напряжения 220В, САП дает команду на выключение миниэлектростанции:

а) если напряжение на АБ достигло 28,4 В, мини-электростанция автоматически выключается, а если в сети по-прежнему нет 220 В, МАП снова начинает вырабатывать 220 В от АБ, и далее см. п. 3);

б) если в сети появилось 220 В, а напряжение на АБ еще не достигло 28,4В, их дальнейшая зарядка производится от сети посредством МАП-а. Сетевое напряжение 220В так же транслируется на выход МАП-а. Далее см. п. 2).

В процессе использования *автоматического режима*, возможно использование или не использование *поддерживающего режима* (подробнее см. далее) – это режим периодического профилактического запуска генератора (один раз в две недели на 10 минут), для поддержания двигателя генератора в рабочем состоянии и для достаточного уровня заряда внутреннего аккумулятора генератора.

Рекомендуется включение поддерживающего режима внутри автоматического режима, если сетевое напряжение 220 В пропадет относительно редко и на короткие сроки.

Вариант использования №2 (автоматическое включение/выключение в соответствии с назначенным пользователем временем – режим обязательного старта).

В тех случаях, когда на объекте полностью отсутствует сеть 220 В, режим работы мини-электростанции по назначенному времени может быть более экономичным. Дело в том, что во многих случаях основные нагрузки включаются вечером, поэтому более оптимальное использование топлива произойдет, если дизель-генератор будет включаться именно в это время, одновременно обеспечивая и подзаряд АКБ и питание нагрузки.

Ограничения и условия:

1. Если напряжение на АБ опустится ниже 22 В, для защиты от порчи АБ, независимо от назначенного времени, дизель-генератор включится на 1 час.

2. Если в назначенный интервал времени для обязательного старта, напряжение на АБ окажется более 25 В, мини-электростанция не включится до тех пор, пока в течение этого, заданного пользователем, интервала времени напряжение не упадет ниже 25 В и будет таким в течение 10 сек (допустим, включится более мощная нагрузка и напряжение просядет). Такое условие необходимо, чтобы при работающей мини-электростанции, МАП автоматически включался на подзаряд АБ.

3. Также, для экономии топлива, мини-электростанция может автоматически выключиться раньше назначенного времени, если АБ окажется полностью заряженными – напряжение превысит 28,4 В.

Таким образом, вероятность включения мини-электростанции в ночное время многократно сокращается и его длительность не превышает 1 часа. Кроме того, достигается ещё более высокое КПД использования топлива.

Вариант использования №3 (только поддерживающий режим).

Ограничения и условия:

Если не производить запуск генератора менее чем через 15 суток, то в баке, патрубках и карбюраторе двигателя генератора возникают следующие процессы:

Во-первых, процесс разделения топлива на тяжелые и легкие составляющие. Особенно опасна в этом случае вода, пары которой могут попасть в топливо из воздуха. Этот эффект приводит к возникновению коррозии и возникновению водяных пробок в топливной системе, а так-

же к работе в режиме прогрева после запуска двигателя на самых тяжелых фракциях.

Во-вторых, из-за постепенного стока масла со стенок цилиндров двигателя и проникновения водяных паров из воздуха через клапаны на стенках цилиндров образуется коррозия.

Оба эффекта можно устранить добавлением специальных консервационных присадок в топливо и масло двигателя. Но более простой способ – это просто запускать двигатель через каждые две недели на 10 минут. При этом происходит регулярное перемешивание компонентов топлива и смазка маслом стенок цилиндров. Для осуществления этой процедуры автоматически предназначен **поддерживающий режим**.

ВНИМАНИЕ!!! При включении **поддерживающего режима** происходит запоминание текущего дня недели. В последующем, через каждые две недели, именно в этот день недели и назначенный вами час, произойдет запуск генератора (рекомендуется установить время его работы 10 мин).

Данный режим может быть полезен, если объект длительное время не используется, а дизель-генератор должен поддерживаться в готовом к применению состоянии. Во всех остальных случаях можно использовать поддерживающий режим совместно с автоматическим режимом.

4.2. Инструкция по использованию САП «Энергия»

Установка САП на корпус мини-электростанции



Рис. 39. Общий вид генератора на жидком топливе с САП «Энергия».

Вывернуть 4 шурупа с обратной стороны корпуса. Установить уголки крепления и закрепить их на обратной стороне корпуса. Привернуть САП вместе с креплением на раму генератора – см. рисунок.

Порядок подключения

Перед подсоединением разъемов от мини-электростанции к САП «Энергия» временно снимите клемму «+12» внутреннего аккумулятора генератора и

убедитесь, что выключатель на корпусе САП находится в положении «ВЫКЛ».

Порядок сборки разъемов:

1. Подсоединить к САП-у разъем ШР40ПК16 (большой разъем с резьбой на 16 контактов) от генератора.

2. Подсоединить к САП-у разъем ШР10ПК2 (малый разъем с резьбой на 2 контакта) от аккумуляторов, соединённых на напряжение 24 В (если САП используется совместно с МАП).

3. Подсоединить разъем «ВЫХОД 220В» САП-а с нагрузкой или входом 220В МАП (если САП используется совместно с МАП). *Внимание!!! Не подключайте нагрузку к розеткам мини-электростанции! Иначе напряжение с мини-электростанции будет подаваться минуя САП.*

4. Подсоединить основную сеть 220 В с разъемом «ВХОД 220 В» на САП-е.

Подсоедините клемму «+12» к внутреннему аккумулятору дизель-генератора и включите САП (кнопку включения переключить в положение «ВКЛ»).

Светодиод «сеть 220 В» будет гореть зеленым цветом при наличии на входе САП-а («ВХОД 220 В») напряжения не ниже 170 В переменного тока.

Светодиод «напряжение АКБ» будет гореть красным цветом, если напряжение на аккумуляторах превышает 29 В, жёлтым, если напряжение менее 22 В, и зелёным, если напряжение на аккумуляторе находится в пределах 22 – 29 В.

Внимание!

1. Если используется дизель-генератор: САП «Энергия» сможет управлять дизелем (включать/выключать, только если ключ зажигания последнего находится в положении «Выкл.» (вертикально) и рычаг заслонки тоже в положении «Выкл.» (повёрнут влево). Если дизель отключился по причине перегрузки или отсутствия топлива – необходимо вручную вернуть рычаг заслонки в положение «Выкл.» (иначе двигатель может не завестись от САП-а). Если САП запустил дизель, а ключ зажигания по какой-то причине находится в положении «Работа» – САП не сможет остановить дизель-электростанцию, когда это будет необходимо и не произойдет автоматического отключения двигателя при низком уровне масла. Для предотвращения этих проблем, рекомендуется всегда вытаскивать ключ при подсоединенном САП-е.

Можно заводить дизель-электростанцию с присоединённым САП-ом вручную (ключом или ручным пускателем – в соответствии с инструкцией к дизель-электростанции). Чтобы схема аварийного отключения при отсутствии масла работала в доработанном дизель-электрогенераторе и при отсутствии САП-а, необходимо, вместо САП-а к разъёму ШР40 прикрутить прилагающийся разъём-заглушку. В противном случае не будет отслеживаться окончание масла, и выключение двигателя не произойдет.

2. Если используется бензо-генератор: чтобы завести его вручную или с помощью стартера, необходимо просто отсоединить разъём ШР-40 от САП-а (никаких «заглушек» в этом случае, на этот разъём навинчивать не надо). При необходимости вручную закройте или откройте заслонку карбюратора (в соответствии с инструкцией, прилагаемой к бензогенератору).

Принцип работы

Питание внутренней схемы САП «Энергия» осуществляется от установленного в мини-электростанцию аккумулятора или, автоматически, от сети 220 В (при ее наличии). Так же САП, при наличии в сети 220 В, осуществляет подзарядку малым током указанного аккумулятора. При работе мини-электростанции, она сама осуществляет подзарядку своего встроенного аккумулятора.

По умолчанию, САП настроен на автоматический режим. Если необходим режим принудительного старта, пользователю необходимо перевести в настройках его во включённое состояние, выставить текущее время, а также время включения и длительность работы мини-электростанции в настройках САП-а (см. далее).

При пропадании (или уменьшения ниже 170 В) напряжения на «ВХОД-е 220 В» САП ожидает 10 сек. Если за это время напряжение на входе не появилось, то САП начинает отслеживание напряжения на аккумуляторах. Если напряжение на аккумуляторах опустилось ниже 22 В, и держится ниже этого уровня более 10 сек (или аккумуляторы и МАП вообще отсутствуют), то САП начинает процедуру запуска мини-электростанции.

После запуска генератора загорается светодиод «генератор». Далее САП ожидает 20 сек (2–3 мин – зависит от настроек, см. далее) для прогрева двигателя – в это время светодиод «генератор» моргает. По истечении прогрева, САП подключает мини-электростанцию к нагрузке, подключенной к розетке САП-а «ВЫХОД 220 В».

При увеличении напряжения на аккумуляторе выше 28,4 В, по истечении 2-х минут, или при возобновлении подачи напряжения 220 В на вход «ВХОД 220 В», по истечении 10 сек, САП переключает нагруз-

ку, подсоединенную к выходу «**ВЫХОД 220 В**», на вход «**ВХОД 220 В**». То есть нагрузка отключается от мини-электростанции. Далее двигатель остывает на «холостом» ходу в течение 20 сек и после этого САП останавливает двигатель.

При падении давления масла, встроенная автоматика выключает двигатель генератора мгновенно.

Для проверки работоспособности САП-а после подключения, допускается отсоединение от него разъёма ШР2 (контроль напряжения АКБ, соединённых с МАП «Энергия») для имитации разряда АКБ. После автоматического пуска мини-электростанции (если при этом отсутствовала сеть 220В), ШР2 можно опять соединить с САП-ом. Последний будет держать дизель включённым до тех пор, пока не появится сеть 220 В, или пока напряжение на АКБ не достигнет 28,4 В. Подобную операцию можно проделать и при необходимости внепланового запуска мини-электростанции.

Примечание: в случае, если заряд АКБ от мини-электростанции происходит относительно малым током и длится (до автоматического отключения) более 8 часов, можно повесить его выходное напряжение стабилизатором (с возможностью выбора напряжения стабилизации 230 В, например, СН «Энергия») или латром. Пониженный ток заряда возможен в силу особенностей формы 220 В на выходе работающего бензо/дизель электрогенератора (форма сигнала «приплюснутый» в верхней части синус).

При расчёте нагрузки, подключённой к мини-электростанции (в том числе и если подключён МАП «Энергия» (когда дизель-генератор работает, МАП просто транслирует его 220 В на свой выход, при этом, если надо, направляя часть энергии на заряд АКБ)), чтобы не сработала автоматика аварийного отключения дизеля по перегрузке, необходимо соблюдать запас по мощности последнего.

Например, если включены лампочки на 500 Вт, а также периодически включается холодильник (рабочая потребляемая мощность 150 Вт, а пусковая мощность – 1500 Вт), то, к примеру, дизель 2 кВт (ТСС ЭЛА-Д2000Э) может отключиться (в момент пуска холодильника).

На заряд разряженных АКБ, например, ёмкостью 400–800 А/ч, МАП может отбирать мощность порядка 500–1500 Вт. Пусковые токи насосов так же являются большими (в момент раскрутки превышение паспортной мощности в 3–7 раз).

Необходимо сложить мощности всех подключённых потребителей (включая мощность, необходимую для заряда АКБ), причём для на-

сосов и холодильников/кондиционеров необходимо брать именно их пусковую мощность. Эта сумма не должна превышать максимальную мощность мини-электростанции.

Также обратите внимание, что, в некоторых случаях, после полного исчерпания топлива из бака, может потребоваться дополнительная прокачка (см. инструкцию дизель-агрегата) для удаления из топливной системы воздуха.

4.3. Инструкция по использованию ЖКИ индикатора при просмотре и установке параметров САП

Наблюдение и ввод параметров САП осуществляется с помощью ЖКИ индикатора и двух кнопок «Выбор» и «Установка».

Примечание: при выключении САП-а с помощью клавиши вкл/выкл, установленные настройки параметров не сбрасываются. Исключение – текущее время.

При работе на индикаторе отображаются параметры в трех видах экрана. Переключение между ними осуществляется кратковременным нажатием любой кнопки.

Первый вид параметров:

- в верхней строчке – напряжение основной АКБ, слово «СЕТЬ» (при наличии сети 220 В) или «сеть» (при отсутствии сети 220 В). Далее «ген» или «ГЕН» при выключенном/включенном генераторе и (в случае ошибки) буква «О»;
- в нижней строчке – текущее время и режимы работы САП. Буква «А» – режим «Автоматический» включен, буква «Т» – режим «Поддерживающий» включен, буква «П» – режим принудительный включен.

Второй вид параметров:

- в верхней строчке – напряжение основной сети 220 В и генератора, ток, потребляемый нагрузкой;
- в нижней строчке – частота основной сети 220 В и генератора, напряжение внутренней батареи генератора.

Третий вид параметров:

- в верхней строчке – время (в часах и минутах), прошедшее с момента возникновения последней ошибки;
- в нижней строчке – сообщение об ошибке.

Примечание: снять ошибку не выключая/включая САП, можно если долго удерживать кнопку «Выбор» (на экране САП-а, при этом должно быть сообщение об ошибке).

Для входа в режим просмотра/установки параметров нажмите кнопку «Установка» и удерживайте более 2 секунд. Нажимая кнопку «Выбор» пролистывайте параметры. При необходимости изменить значение параметра или войти в следующее меню, нажмите кнопку «Установка» и удерживайте более 2 секунд. После этого вы увидите мигающий курсор на первой цифре параметра. Кратковременное нажатие кнопки «Установка» (не более 1 сек) будет изменять данную цифру на 1. Для перехода к следующей цифре параметра нажмите кнопку «Выбор». После установки правильного значения параметра, нажмите кнопку «Установка» более 2 сек для выхода из режима редактирования параметра.

Для выхода из режима просмотра/установки параметров нажмите кнопку «Установка» более 2 сек при выбранном пункте «Выход».

4.4. Меню параметров САП (настроено по умолчанию)

Эксплуатация

а) Текущее время (15:00) – текущее время. Разрешается установка любого числа.

б) Полное время работы (0000:00) – общее время работы генератора (счетчик моточасов).

в) Последняя замена масла (0000:00) – время, прошедшее с последней замены масла.

Сеть

а) Нижний уровень (170 В) – напряжение основной сети, при котором САП будет считать ее отсутствие.

б) Верхний уровень (250 В) – напряжение основной сети, при котором сработает защита от перенапряжения.

в) Слежение Вкл. (10 сек) – время, в течение которого проверяется наличие внешней сети. Если в течение этого времени внешняя сеть пропала и появилась заново, то САП не перейдет к отслеживанию напряжения на внешнем АКБ и не запустит генератор. Значение в 0,1 сек. По умолчанию величина 10 секунд.

г) Слежение Выкл. (10 сек) – время, в течение которого проверяется отсутствие внешней сети. Если в течение этого времени сеть появилась и пропала заново, то САП не прервет отслеживание напряжения на

внешнем АКБ и не остановит генератор. Значение в 0,1 сек. По умолчанию величина 10 секунд.

д) *Ток перегрузки* (САП 3,5 – 20 А, САП 8,8 – 40 А) – если значение тока в нагрузке будет превышать данное значение в течение 10 сек, то включится защита по перегрузке.

е) *Ток замыкания* (САП 3,5 – 35А, САП 8,8 – 60А) – если мгновенное значение тока в нагрузке будет превышать данное значение, то включится защита по максимальному току.

Генератор

а) *Нижний уровень* (180 В) – напряжение генератора, при котором САП будет считать ее отсутствие.

б) *Верхний уровень* (250 В) – напряжение генератора, при котором сработает защита от перенапряжения.

в) *Слежение вкл.* (10 сек) – время, в течение которого проверяется наличие напряжения от генератора. Если в течение этого времени было устойчивое напряжение от генератора, то генератор работает нормально. По умолчанию величина 10 секунд.

г) *Слежение вык.* (10 сек) – время, в течение которого проверяется отсутствие напряжения от генератора. Если в течение этого времени было устойчивое отсутствие напряжения от генератора, то генератор не работает. По умолчанию величина 10 секунд.

д) *Ток перегрузки* (САП 3,5–15А, САП 8,8–25 А) – если значение тока в нагрузке будет превышать данное значение в течение 10 сек, то включится защита по перегрузке.

е) *Ток замыкания* (САП 3,5–25А, САП 8,8–35 А) – если мгновенное значение тока в нагрузке будет превышать данное значение, то включится защита по максимальному току.

ж) *Задержка вкл. топл.* (1 сек) – время срабатывания соленоида подачи топлива.

з) *Время вкл. стартер* (0,8 сек) – время срабатывания стартера.

и) *Время пров. старта* (10 сек) – время, в течение которого проверяется наличие напряжения от генератора. Если в течение этого времени было устойчивое напряжение от генератора, то САП посчитает, что генератор запустился нормально. По умолчанию величина 10 секунд.

к) *Время прогрева* (60 сек) – время прогрева двигателя генератора от момента старта до момента подачи напряжения от генератора на внешнюю розетку.

л) *Время остывания* (20 сек) – время остывания двигателя перед его остановкой.

м) *Время пров. остан.* (10 сек) – время, в течение которого проверяется отсутствие напряжения от генератора. Если в течение этого времени было устойчивое отсутствие напряжения от генератора, то САП почитает, что генератор остановился нормально.

н) *Попыток старта* (5 раз) – количество попыток запуска генератора.

о) *Попыток остановки* (3 раза) – количество попыток остановки генератора.

Аккумуляторные батареи (АБ)

а) *Нижн. порог АКБ* (22 0В) – напряжение внешнего АКБ, при котором САП перейдет к запуску генератора.

б) *Верхн. порог АКБ* (28,4 В) – напряжение внешнего АКБ, при котором САП перейдет к остановке генератора.

в) *Время ниж. ур. АКБ* (10 сек) – время, в течение которого проверяется наличие нижнего порога на внешней АКБ. Если в течение этого времени было устойчивое низкое напряжения на внешней АКБ, то САП перейдет к запуску генератора.

г) *Время выс. ур. АКБ* (2 минуты) – время, в течение которого проверяется наличие верхнего порога на внешней АКБ. Если в течение этого времени было устойчивое высокое напряжение на внешней АКБ, то САП перейдет к останову генератора.

Режимы работы

а) *Автоматический* (Вкл.) – САП отслеживает наличие сети напряжения основных АКБ МАП «Энергия» и включает генератор при необходимости.

б) *Поддерживающий* (Выкл.) – режим периодического запуска генератора, для поддержания двигателя генератора в рабочем режиме и для достаточного уровня внутреннего аккумулятора генератора. Возможно использование совместно с *Автоматическим* режимом. При включении данного режима, режим «*Принудительный*» выключается.

в) *Принудительный* (Выкл.) – включает принудительный запуск генератора в определенное время каждый день. При включении данного режима, режим «*Поддерживающий*» выключается.

г) *Время старта* (20:00) – время старта генератора в *Поддерживающем* или *Принудительном* режиме.

д) *Длительность* (00:00) – длительность работы генератора в *Поддерживающем* или *Принудительном* режиме.

е) *Прочие параметры.*

ж) *Версия/Дата* – версия и дата установленного программного обеспечения.

- з) *Серийный номер* – серийный номер САП.
- и) *Сброс установок* – сброс всех установок САП в значение по умолчанию.

4.5. Дополнительные инструкции по работе с мини-электростанциями и возможные неисправности

Иногда, по тем или иным причинам, после установки на месте, мини-электростанции перестают заводиться. Как правило, необходима лишь небольшая регулировка/профилактика, которая может быть осуществлена на месте (регулировка зазора магнето, качества и количества бензиновой смеси, очистка свечи зажигания и т. п.)

Это не является неисправностью и доставка громоздкой и тяжёлой электростанции в сервисный центр не является целесообразной, особенно учитывая её сложность и дороговизну (она оправдана только в случае серьёзной поломки). Поэтому, некоторые рекомендации включены в настоящий документ.

Необходимо:

1. Строго соблюдать *режимы обкатки* – смену масла в течение первых 20 часов и недопущение 100% нагрузки в этот период.
2. *Смена масла* каждые 100 часов.
3. Недопущение *перелива* уровня масла.
4. Использование любого (не обязательного дорогого), но **ТОЛЬКО дизельного масла для дизеля**.
5. При установке в закрытом помещении, обязательно обеспечить **герметичность вывода выхлопных газов** и приток свежего воздуха. Выхлопную трубу необходимо удлинить (в месте сочленения промазать жаростойкой замазкой – она продаётся в автомобильных магазинах) и вывести наружу (такой же диаметр трубы не длиннее 1,5 м, если необходима большая длина). Эта труба, обёрнутая стекловатой, вставляется, например, в асбестовую трубу диаметром 15 см (причём в ней можно организовать глушитель пистолетного типа). Кроме того, необходимо установить вытяжной вентилятор на наружную стену. Также, при установке в закрытом помещении, особенно тщательно контролировать состояние воздушного фильтра. Из-за несоблюдения чистоты воздуха в закрытом помещении, возможно попадание частиц сажи в генератор.
6. При возникновении проблем типа – **черный или белый дым, недостаточная мощность, остановка дизеля сразу после запуска**

и т.д., проверять засорённость фильтра. Для этого достаточно выкрутить фильтр и запустить без него – если двигатель будет нормально работать, то заменить фильтр (если ненормально – есть вероятность что и форсунки успели засориться). При этом длительная работа дизель-генератора без воздушного фильтра **НЕДОПУСТИМА**, т.к. попадание сажи в форсунки приведет к их загрязнению и досрочному ремонту. Впрочем, можно попробовать прочистить форсунки на месте.

7. При проблемах работы дизеля (нестабильно, натужно крутится, глохнет), проверить напряжение генератора. При его отсутствии или если оно менее 150 В, возможен выход из строя электрогенератора – необходим ремонт.

8. Будьте внимательны при настройке **частоты выходного напряжения** генератора – она должна находиться в пределах **47–55 Гц**. Если частота напряжения генератора будет выходить за эти пределы, то возможно некорректная работа нагрузки - особенно приборов с трансформаторами, моторами и прочей индуктивной нагрузкой. Для достижения оптимальной частоты выходного напряжения и для стабильной работы генератора, рекомендуется настраивать частоту напряжения на «холостом» ходу 52–54 Гц.



Рис. 40. Общий вид генератора на жидком топливе (увеличено место установки свечи зажигания).

При значительном отклонении частоты выходного напряжения генератора (**ниже 45 Гц и выше 60 Гц**), САП может некорректно измерять и отображать величину выходного напряжения. Это также может привести к остановке генератора, т.к. САП контролирует напряжение генератора и выключает его, при выходе напряжения за рабочие пределы.

9. Если используется бензогенератор, желательно заливать качественный бензин. В противном случае, может засориться свеча и бензогенератор перестанет заводиться. Для её очистки необходимо её выкрутить (свечной ключ входит в комплект поставки) и прокалить на газовой горелке. Иногда данная операция не помогает и требуется замена свечи.

10. Другая возможная причина того, что бензогенератор перестал заводиться – ослабло крепление катушки магнето зажигания (увеличился зазор между ней и ротором двигателя), при этом, при проверке, искра может быть, но слабая.

Необходимо снять заднюю крышку бензогенератора (она крепится пятью винтами – см. рис. 41б), ослабить крепление магнето и, повернув руками ротор до выреза в пластмассовых лопастях вентиляции, вставить между ротором и концами катушки щупы 0,7–1 мм, после чего затянуть магнето и вытащить щупы. При отсутствии щупов, их можно вырезать из тонкого плотного картона соответствующей толщины. Если генератор по-прежнему не будет заводиться – прокалить/заменить свечу.



Рис. 41. Общий вид генератора на жидком топливе:
а) место установки магнето зажигания;
б) место расположения заслонки «газа».

11. Также свеча может засориться, если рычаг заслонки не задвинется автоматически после прогрева двигателя – для устранения последствий см. п. 9. Чтобы это предотвратить, необходимо, при первых включениях, проследить убирается ли заслонка после 3–10 мин работы (удостоверившись рукой, в полном её задвигании).

Если задвигания заслонки нет, или оно не полное, необходимо смазать заслонку маслом и, возможно, подогнуть/разогнуть её в месте толкающего рычага или её оперения (вероятно, для этого придётся снять воздушный фильтр и крепление заслонки). Также, можно проверить

плотность соединения шлангов (разрежение давления в них толкает рычаг вакуумного регулятора).



Рис. 42. Общий вид генератора на жидком топливе с указанием места расположения рычага заслонки «газа».

4.6. Приложение

Распайка вилки на кабель ШР40ПК16 на генераторе:

7. «Выход фазы 220 В» 220 В после предохранителя.
11. «Выход нуля 220 В».
16. «Контроль фазы 220 В» 220 В до предохранителя.
12. «Земля» аккумулятора.
13. «+12В АКК» аккумулятора.
14. «РАБОТА».
15. «СТАРТ».
8. Контакт 1 «ДАВЛЕНИЕ МАСЛА».
9. Контакт 2 «ДАВЛЕНИЕ МАСЛА».
10. «ТОПЛИВО».
1. «СТОП».
2. «СЛУЖЕБНЫЙ-1». ***
3. «ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА».

*** – для дизельных генераторов «ТСС-ЭЛАД-М» соединен с контактом «13»,

– для бензиновых генераторов «ПРАКТИКА» соединен с контактом «12».

Распайка розетки на корпус (блочной) ШР40ПК16 на блоке САП:

7. Вход фазы 220 В после предохранителя.
11. Вход нуля 220 В.
16. Контроль фазы 220 В до предохранителя.
12. «Земля» аккумулятора.
13. «+12 В АКК» аккумулятора.
14. «РАБОТА».
15. «СТАРТ».
8. Контакт 1 «ДАВЛЕНИЕ МАСЛА».
9. Контакт 2 «ДАВЛЕНИЕ МАСЛА».
10. «ТОПЛИВО».
1. «СТОП».
2. «СЛУЖЕБНЫЙ-1».

Распайка розетки на корпус – «Выход 220 В»:

- N (Ноль).
- L (Фаза).
- E (Земля).

Распайка вилки на корпус типа IEC320 (IBM) – «Вход 220 В».

- N (Ноль).
- L (Фаза).
- E (Земля).

Распайка вилки на корпус (блочной) ШР10ПК2 – напряжение батареи 24 В:

1. «+24В».
2. «Земля».

Распайка проводов 220 Вольт (для САП «Энергия»):

Электромонтажная расцветка проводов:

Полосатый – ЗЕМЛЯ.

Синий (черный) – НОЛЬ.

Коричневый (красный) – ФАЗА.

Вилка Евро на корпус.

Розетка Керамика 50 А на корпус и Беларусь 32А на корпус.

Розетка выходная 16 А.

Примечание: в МАП «Энергия» распайка нейтрального и фазного провода может отличаться. Проверить расположение этих контактов можно в соответствии с инструкцией (раздел «**Особенности подключения к отопительным котлам**»). Подобную проверку можно произвести и в САП-е.

4.7. Гарантийные обязательства поставщика

а) Продавец гарантирует, что купленное изделие не содержит механических повреждений и соответствует паспортным характеристикам.

б) Гарантийный срок 12 месяцев. Гарантийный срок исчисляется с даты продажи изделия, а при монтаже изделия Продавцом – с даты монтажа.

в) В пределах срока, указанного в п. «б», Покупатель может предъявить претензии по приобретенным изделиям при соблюдении следующих условий:

- отсутствие механических повреждений изделия;
- сохранность пломбы;
- наличие гарантийного талона с печатью, числом продажи и подписью продавца;
- соответствие серийного номера изделия номеру, указанному в гарантийном талоне.

г) Гарантийные обязательства Продавца не распространяются на случаи повреждения изделия вследствие попадания в него посторонних предметов, насекомых и жидкостей, а также несоблюдения Покупателем условий эксплуатации изделия, и мер безопасности, предусмотренных Паспортом изделия.

д) При обнаружении Покупателем каких-либо неисправностей изделия, в течение срока, указанного в п. «б», он должен проинформировать об этом Продавца и предоставить изделие Продавцу для проверки. Максимальный срок проверки – одна неделя. В случае обоснованности претензии Продавец обязуется за свой счет осуществить ремонт изделия или, при невозможности ремонта, его замену.

е) В том случае, если неисправность изделия вызвана нарушением условий его эксплуатации или Покупателем нарушены условия, предусмотренные п. «в», Продавец с согласия Покупателя вправе осуществить ремонт изделия за отдельную плату.

ГЛАВА 5. ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА. АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

Для чего нужно использовать аккумуляторные батареи (АБ) в системе автономного электроснабжения?

В простейшем виде автономное электропитание аппаратуры малой мощности (<300 Вт) можно обеспечить прямым подключением к нагрузке солнечной батареи, термоэлектрического генератора или ветроэлектрической установки, а большой мощности (>500 Вт) с помощью прямого подключения к нагрузке дизель- или бензогенератора. Недостатком такого электропитания является несогласованность величины и времени поступления электроэнергии от источника к потребителю. Так, например, в отсутствие Солнца солнечная батарея перестает работать и радиоприемник замолкает, то же самое происходит с термоэлектрическим генератором, если источник тепла перестает поддерживать необходимый (больше 200°C) перепад температур или с ветроэлектрической установкой при скорости ветра ниже 3 м/сек.

Поэтому, в автономных системах электроснабжения для сохранения вырабатываемого первичным источником энергии электричества применяются аккумуляторные батареи различных типов.

Более того, многие потребители выходят из строя при скачках питающего напряжения и при выходе напряжения за допустимые пределы (различные электронные устройства, компактные люминесцентные лампы и т.д.).

Солнечная батарея, например, имеет на выходе сильно меняющееся в широких пределах напряжение. Например, СБ, номинальным напряжением 12 В, может иметь на выходе напряжение от 0 до 21 В.

Поэтому аккумулятор, работающий в буферном режиме, просто необходим для фотоэлектрической системы. Помимо своей основной функции – хранить энергию – он выполняет также и функцию стабилизации напряжения на нагрузке.

Что касается дизельного или бензогенератора, то в коттедже или в фермерском хозяйстве целесообразно для экономии топлива эксплуатировать его не в непрерывном, а в периодическом режиме работы и не ночью, а днем. Этого можно добиться, добавив к системе электропитания аккумуляторные батареи (АБ), которые будут заряжаться циклически от генератора. При этом генератор на жидком топливе будет работать в режиме, близким к номинальной нагрузке, что повышает его КПД и снижает расход топлива на единицу выработанной электроэнергии.

Избыток электроэнергии, вырабатываемый различными источниками, может запасаться АБ на длительное время (десятки дней). Запасенная электроэнергия в любой момент может быть передана в нагрузку, при этом разрядный ток может многократно превышать ток заряда и обеспечивать питание нагрузки, мощность которой многократно превышает установленную мощность солнечной батареи, термоэлектрического генератора, ветроэлектрической установки и даже дизель или бензогенератора.

Наиболее важными показателями качества АБ являются: емкость, напряжение, габариты, вес. А также стоимость, допустимая глубина разряда, срок службы, КПД, диапазон рабочих температур, допустимый ток заряда и разряда.

В настоящее время предлагаются герметичные необслуживаемые аккумуляторы производства фирмы Leoch и TopPower (Китай). Эти АБ выполнены по технологии АГМ и сочетают в себе такие качества, как высокие эксплуатационные характеристики (надежность, долговечность) и низкая цена. Также в продаже имеются аккумуляторные батареи фирмы ВАЕ, Германия. Эти батареи дороже, но отвечают европейским стандартам качества.

На заказ поставляются аккумуляторы серий OPZv (гелевые) и OPZs (с намазанными пластинами и жидким электролитом), которые значительно лучше работают в циклических режимах заряда-разряда и имеют больший срок службы.

Возможна поставка таких аккумуляторов производства TopPower, Coslight (Китай) и ВАЕ (Германия).

Ассортимент продукции включает в себя аккумуляторы напряжением 2,4 (емкостью от 200 до 3000 А·ч), 6 и 12 В (емкостью от 1 до 200 А·ч).

Аккумуляторы с намазанными пластинами представлены продукцией заводов TopPower и Coslight (Китай) серий OPZs и OPZv. Емкость от 200А·ч и выше, напряжение 2 В. Более подробно - на соответствующих страницах сайта.

Перед тем как выбирать АБ, необходимо определить, какое напряжение (12, 24, 48 В или более) и емкость батареи аккумуляторов необходимы. После этого можно определить количество и тип аккумуляторов и произвести заказ (покупку).

5.1. Емкость аккумуляторной батареи

Количество энергии, которое может быть сохранено в батарее, называется ее емкостью. Она измеряется в ампер-часах. Одна АБ емко-

стью 100 А·ч может питать нагрузку током 1 А в течение 100 часов, или током 4 А в течение 25 часов, и т.п., хотя емкость батареи снижается при увеличении разрядного тока. На рынке продаются батареи емкостью от 1 до 2000 А·ч.

Для увеличения срока службы АБ желательно использовать только малую часть ее емкости до повторной зарядки. Каждый процесс разряда-заряда называется зарядным циклом. Если возможно использовать более 50% энергии, запасенной в АБ до ее заряда, такая батарея называется батареей «глубокого разряда».

Свинцово-кислотные АБ, спроектированные для использования в системах автономного электроснабжения, имеют срок службы от 300 до 5000 циклов (для никель-кадмиевых до 50000 циклов), при условии, что они разряжаются на 20% емкости. В системах на базе ВИЭ батарея может разрядиться гораздо сильнее. Для обеспечения длительного срока службы, обычный цикл должен быть менее 20% емкости АБ, а глубокий разряд – не более 80% емкости.

Можно повредить батареи, если перезарядить их. Максимальное напряжение кислотных АБ должно быть 2,5 вольта на элемент, или 15 В для 12-ти вольтовой батареи. Многие фотоэлектрические батареи имеют мягкую нагрузочную характеристику, поэтому при увеличении напряжения ток заряда снижается значительно. Хотя это и хорошо для АБ, однако следует учитывать, что заряд все-таки идет до напряжения примерно 17 вольт (для фотоэлектрической батареи с напряжением холостого хода 18 В). Поэтому во многих случаях необходим специальный контроллер заряда. В случае применения ветроэлектрических станций или микроГЭС, такие контроллеры обязательны.

5.2. Выбор емкости аккумуляторной батареи

При расчете системы автономного электроснабжения очень важно правильно выбрать емкость аккумуляторной батареи.

Для предварительного расчета Вы можете руководствоваться следующими простыми правилами:

- емкость, которую должна выдавать АБ, рассчитывается исходя из количества электроэнергии в Вт·ч, потребляемого от АБ в режиме разряда. Значение количества электроэнергии рассчитывается исходя из данных вашей нагрузки и режимов ее работы (т.е. когда и сколько будет работать нагрузка данной мощности в

течение определенного периода времени, например дня или недели). Это количество электроэнергии нужно поделить на напряжение аккумуляторной батареи (12, 24 или 48 В) для получения значения необходимой емкости;

- номинальная емкость АБ (т.е. та, которая указывается в спецификации или названии АБ) будет зависеть от ряда факторов, таких как допустимая глубина разряда, температура окружающей среды, тип АБ и т.д. Значение, полученное в первом пункте, нужно будет умножить на коэффициенты, учитывающие эти условия работы;
- в общем случае нужно руководствоваться следующими параметрами: допустимая глубина разряда не должна превышать 30–40% для герметичных необслуживаемых батарей, и 20% для стартерных батарей. Это средние цифры, так как при быстром разряде большими токами допускается более низкое конечное напряжение батарей;
- емкость АБ понижается с понижением температуры. Используется коэффициент от 1 до 2,5. Значения этого коэффициента Вы можете посмотреть на **странице с рекомендациями по расчету фотоэлектрической системы**;
- срок службы АБ понижается при увеличении температуры окружающей среды выше 25°C.

Емкость аккумуляторной батареи (**АКБ**) выбирается из стандартного ряда емкостей аккумуляторов, с округлением в большую сторону от расчетной. Количество аккумуляторов, соединяемых последовательно, определяется делением номинального напряжения системы (12, 24, 48, 120 В) на номинальное напряжение одного аккумулятора. (Следует заметить, что параллельное подключение аккумуляторов не рекомендуется).

Для сокращения потребляемой энергии следует выбирать экономичные нагрузки, например, для освещения вместо ламп накаливания современные люминесцентные лампы.

5.3. Типы свинцовых аккумуляторных батарей

Есть следующие основные типы свинцовых аккумуляторных батарей, которые можно применять в системах автономного электроснабжения:

- стартерные – все вы их прекрасно знаете, требуют обслуживания и вентиляции. Имеют высокий саморазряд;
- гелевые и AGM батареи – эти герметичные, необслуживаемые, не требуют вентилируемого помещения для установки. Недорогие батареи AGM типа прекрасно работают в буферном режиме, т.е. в режиме подзарядки. В таком режиме служат до 10 лет. Если же их использовать в циклическом режиме (т.е. постоянно заряжать-разряжать на, хотя бы, 30% от емкости), то их срок службы сокращается.

Такие АБ используются в недорогих UPS. UPS предназначены для аварийного завершения работ, а не для питания нагрузки в постоянном режиме. Поэтому они стоят в офисах, где и ставят AGM батареи. Если АБ и выйдет из строя преждевременно, все же это во многих случаях дешевле, чем риск потери информации и результатов работы. Нельзя заряжать АБ током более 0,3С, иначе они могут вспучиться.

Гелевые батареи (серия OPzV) лучше выдерживают циклические режимы заряда-разряда. Также, они лучше переносят сильные морозы. Их применение более желательно в системах автономного электроснабжения, когда нет возможности поддерживать температуру аккумуляторов в оптимальных пределах. Гелевые батареи дороже AGM батарей и тем более стартерных.

Почти все герметичные аккумуляторы могут устанавливаться на боку;

- тяговые – предназначены для циклических режимов. Они более подходят для автономных систем энергоснабжения (например, бортовых). Но и значительно дороже стартерных и гелевых АБ;
- «солнечные» – специально разработаны для «тяжелых» циклических режимов. Это, в основном, так называемые заливные батареи с намазанными пластинами (серия OPzS).

В связи с этим, в системах на базе возобновляемых источников энергии, а также в системах бесперебойного питания, целесообразно использовать, хотя и более дорогие, герметичные, необслуживаемые АБ. Солнечная батарея, термоэлектрический генератор и небольшой мощности ветроэлектрическая установка вырабатывают сравнительно небольшой ток, поэтому заряд АБ длится много часов и в этом случае подходят даже самые дешевые из необслуживаемых АБ.

Такие АБ имеют большую, по сравнению со стартерными батареями, толщину пластин электродов, поэтому срок их службы в режиме длительного разряда намного превышает срок работы стартерных батарей.

5.4. Рекомендации по установке АБ в НВИЭ:

Установка аккумуляторных батарей в нетрадиционных возобновляемых источниках энергии осуществляется:

- обычными стартерными батареями, если есть кому их обслуживать, и место установки имеет вентиляцию. Нужно быть готовым к тому, что в таких батареях будет теряться часть энергии вследствие саморазряда. Автомобильные аккумуляторы также имеет смысл ставить, если система работает в очень тяжелых условиях, аккумуляторы сильно разряжаются, и нет возможности зарядить их до 100%. Например, при заряде их от генератора на жидком топливе, или при условии использования простейших контроллеров заряда в фотоэлектрических системах;
- если энергия «достается» дорого (например, в фотоэлектрических системах), то нужно обратить внимание на **гелевые аккумуляторы** (маломощные системы) или заливные аккумуляторы с намазанными пластинами (**серия OPzS**). При этом очень желательно применение контроллеров с ШИМ-модуляцией тока заряда на последней стадии заряда. Если используется простой контроллер, то нужно периодически проводить тренировочные заряды до 100% емкости аккумуляторной батареи с применением специальных зарядных устройств.

Гелевые аккумуляторы лучше применять также, если обслуживать их некому, или нет специального вентилируемого помещения для аккумуляторов. Этот вариант дороже, чем с применением автомобильных аккумуляторных батарей, и срок службы батарей в циклическом режиме будет меньше, чем заявлено производителем в рекламных буклетах. С другой стороны, из-за малого саморазряда будет теряться меньше энергии в самих аккумуляторах. Можно также использовать AGM батареи, их срок службы будет немного меньше, чем у гелевых АБ;

- если мощность системы превышает 500 Вт и нужна высокая надежность в течение длительного периода эксплуатации, то можно заказать и «солнечные» батареи серий **OPzS (заливные)** или **OPzV (герметичные)**. Такие батареи обеспечат надежное электроснабжение в тяжелых циклических режимах работы аккумуляторной батареи.

Гелевые аккумуляторные батареи имеют ряд преимуществ по сравнению с аккумуляторами с технологией AGM при сохранении всех

их достоинств - герметичности, необслуживаемости, практическом отсутствии вредных газовых выделений при работе, большой срок службы.

Гелевые аккумуляторы имеют примерно на 10–30% больший срок службы, чем AGM аккумуляторы. Также они менее болезненно переносят глубокий разряд. Однако одним из основных преимуществ гелевых аккумуляторов перед AGM является существенно меньшая потеря емкости при понижении температуры аккумулятора.

Поэтому гелевые аккумуляторы рекомендуется применять там, где требуется обеспечить долгий срок службы при более глубоких режимах разряда, а также, если температура аккумуляторов опускается ниже 5°C.

«Солнечные» аккумуляторы

«Солнечная» серия свинцово-кислотных аккумуляторов специально разработана для «тяжелых» циклических режимов, которые имеют место в любой автономной системе электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии. Это, в основном, так называемые заливные батареи с намазанными пластинами (серия OPzS).

Эти батареи очень часто работают по тому же принципу, что и обычные автомобильные стартерные батареи, однако они спроектированы специально для использования в системах автономного электроснабжения. Имеют пониженное газовое выделение. Допускают много циклов заряда и разряда до 60% от номинальной емкости без повреждения и значительного сокращения срока службы. Однако такие батареи в России пока не очень распространены, фирмы их возят на заказ до 2 месяцев, и стоят они гораздо дороже. Например, европейские аккумуляторы такого типа емкостью 100 А·ч, 12 В стоят около 350 евро.

Некоторые аккумуляторные заводы в Москве на заказ могут собирать такие аккумуляторы из импортных комплектующих, однако стоимость снижается незначительно (процентов на 10%), а срок изготовления практически такой же, как и для импорта оборудования (2–3 месяца).

В последнее время появились **китайские аккумуляторы «солнечного» типа**, цена их значительно меньше европейских и американских – почти в 2 раза. Такие аккумуляторы выпускаются как отдельные банки напряжением 2 В емкостью от 200 А·ч и выше. Есть как заливные, так и герметичные аккумуляторы. К сожалению, и из Китая нужно будет аккумуляторы заказывать и ждать.

Если делать серьезную систему автономного электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии, где большое значение име-

ет снижение затрат на обслуживание и эксплуатацию, имеет смысл обратить внимание на аккумуляторы серии OPzS. Так как количество возможных циклов заряда разряда будет значительно выше, чем при применении других типов свинцово-кислотных батарей, заменять комплект АБ в системе придется значительно реже. Однако, при принятии решения, нужно посчитать, что будет дешевле в сумме за период предполагаемой работы системы – частая замена недорогих аккумуляторов или редкая замена более дорогих «солнечных» аккумуляторов.

Автомобильные аккумуляторы

Крупномасштабное производство автомобильных АБ сделало их сравнительно дешевыми, однако они приспособлены лишь для стартерного режима работы и не очень подходят для автономных систем электропитания, особенностью которых является равномерный отбор мощности в течение длительного времени. Стартерные АБ рассчитаны на отдачу малого количества энергии (около 5–7% емкости) большими токами в течение малого времени.

Стартерные автомобильные аккумуляторы широко распространены и недороги. Стартерные АБ требуют периодического обслуживания и вентиляции. Имеют высокий саморазряд.

Лучшими свойствами обладают тяговые АБ, но они требуют регулярного обслуживания и специального помещения из-за вредных газовых выделений и возможного вытекания электролита.

Многие продавцы энергетического оборудования для автономных систем рекомендуют применение автомобильных АБ в качестве аккумуляторного элемента системы. При этом они лукавят, указывая наименьшую возможную стоимость для этой составляющей системы, тем самым, делая более привлекательным свое оборудование.

Более того, в расчетах зачастую применяется 100% глубина разряда АБ, что недопустимо для любых типов свинцово-кислотных аккумуляторных батарей (см., например, сайт «МикроАрт», которые выпускают ББП МАП «Энергия»). Это делается для большей привлекательности предлагаемых систем. Потребитель вправе и должен знать, как будет работать система уже на этапе покупки энергосистемы, а не в процессе эксплуатации и обман тут недопустим.

Стартерные батареи рассчитаны на то, чтобы выдавать большие токи (сотни ампер) в течение очень короткого промежутка времени (несколько секунд) для того, чтобы запустить двигатель машины.

Они не очень подходят для использования в системах автономного электроснабжения, потому что рассчитаны на то, чтобы быть постоян-

но полностью заряженными и срок их службы будет значительно меньшим, если эти батареи будут работать в режиме глубокого разряда (то есть, когда большая часть энергии АБ используется до того, как начнется зарядка).

Применение автомобильных стартерных батарей в системах электроснабжения может быть оправдано только в низких бюджетных системах, которые будут под пристальным контролем обслуживающего персонала (необходимо следить за уровнем и плотностью электролита, регулярно проводить выравнивающий заряд АБ, и т.п.). Необходимо также помнить, что для эксплуатации такого типа батарей необходимо отдельное, хорошо вентилируемое помещение.

Другой областью применения стартерных батарей могут быть автономные системы электроснабжения, которые работают в тяжелых циклических режимах (до нескольких циклов в день) с хроническим недостаточным зарядом. При этом обязательно происходит сульфитация и осыпание пластин. Срок службы батарей сокращается. Любые свинцово-кислотные батареи выйдут из строя значительно раньше срока, заявленного производителем. Поэтому переплачивать за более дорогие AGM и гелевые аккумуляторы не имеет смысла.

Аккумуляторные батареи с технологией AGM

AGM батареи – герметичные, необслуживаемые, не требуют вентилируемого помещения для установки. Батареи AGM прекрасно работают в буферном режиме, т.е. в режиме подзарядки. В таком режиме служат до 10–12 лет. Если же их использовать в циклическом режиме (т.е. постоянно заряжать-разряжать хотя бы на 30–40% от емкости), то их срок службы сокращается.

Основная спецификация аккумулятора AGM:

Технология: плоские пластины AGM.

Порты: медные. Емкость: 10 ч разрядки при 25°C.

Срок службы при наполнении: 7–10 лет при 20°C.

Кол-во циклов: 200 циклов при 100% разрядке.

400 циклов при 50% разрядке.

900 циклов при 30% разрядке.

Такие АБ используются в UPS; вообще UPS предназначены для аварийного завершения работ, а не для питания нагрузки в постоянном режиме. Поэтому, учитывая, что обычно они стоят в офисах, там и ставят AGM и гелевые батареи. Даже если АБ и выйдет из строя преждевременно, все же это во многих случаях дешевле, чем риск потери информации и результатов работы.

AGM батареи нельзя заряжать током более 0,3 С, иначе могут вспучиться.

Гелевые AGM батареи лучше выдерживают циклические режимы заряда-разряда. Их применение более желательно в системах автономного электроснабжения. Однако они дороже AGM батарей и тем более стартерных.

Почти все герметичные аккумуляторы могут на какое-то время устанавливаться на бок. Однако производитель обычно рекомендует устанавливать батареи в «нормальной», вертикальной позиции.

Такие АБ имеют большую, по сравнению со стартерными батареями, толщину пластин электродов, поэтому срок их службы в режиме длительного разряда намного превышает срок работы стартерных батарей.

В связи с этим, в системах на базе возобновляемых источников энергии, а также в системах бесперебойного питания, целесообразно использовать, хотя и более дорогие, герметичные, необслуживаемые АБ. Солнечная батарея, термоэлектрический генератор и небольшой мощности ветроэлектрическая установка вырабатывают сравнительно небольшой ток, поэтому заряд АБ длится много часов и в этом случае подходят даже самые дешевые из необслуживаемых АБ.

Батареи фирмы ВАЕ, Серия OPzV



Рис. 43. Общий вид аккумуляторной батареи ВАЕ

Применение

OPzV – батареи фирмы ВАЕ относятся к лучшим согласно классификации EUROBAT (Евробат) для не требующих ухода свинцовых батарей при особом применении более 10 лет. Для использования в случаях повышенных требований к надёжности батарей и при аварийном периоде от 1 ч до более 10 ч OPzV – батарея фирмы ВАЕ – наиболее правильный выбор.

Их используют для снабжения резервным током телефонных узлов связи, станций направленной радиосвязи, устройствах аварийного освещения и других установках.

Конструкция

Положительный электрод – трубчатая пластина с тканой полиэфировой сумкой и массивными решетками в коррозиестойчивом сплаве PbCaSn;

отрицательный электрод – решетчатая пластина в сплаве PbCaSn;

Таблица 49

Типы, ёмкости, размеры, вес

Тип	С10 А·ч	С5 А·ч	С3 А·ч	С1 А·ч	Ri 1) мВ	Ik 2) кА	Длина L, мм	Ширина, В мм	Высота макс., мм	Вес, кг
U _с , В/элемент	1,80	1,77	1,75	1,67						
12V 1 ОРzV 50	59	47	44	34	21,60	0,58	272	205	385	42,5
12V 2 ОРzV 100	107	97	88	69	10,80	1,15	272	205	385	50,5
12V 3 ОРzV 150	169	143	127	101	7,20	1,73	380	205	385	72
6V 4 ОРzV 200	219	192	173	129	2,70	2,30	272	205	385	48
6V 5 ОРzV 250	276	242	212	165	2,16	2,88	380	205	385	63
6V 6 ОРzV 300	326	291	255	200	1,80	3,45	380	205	385	70
2V 12 ОРzV 600	654	572	514	383	0,30	6,90	205	272	385	48
2V 15 ОРzV 750	828	721	630	489	0,24	8,63	205	380	385	63
2V 18 ОРzV 900	973	867	758	593	0,20	10,35	205	380	385	70

*1, 2) Внутреннее сопротивление и ток короткого замыкания согласно IEC 896-2

сепарация – микропористый сепаратор;
электролит – серная кислота, плотность 1,24 кг/л, посредством пиро-генной кремниевой кислоты, увязана в гель;
бак – ударопрочный, свободный от галогена САН (стирол – акрил – нитрил) серой окраски, UL 94НВ;
крышка – ударопрочный, свободный от галогена САН (стирол – акрил – нитрил) серой окраски, UL 94НВ;
блоки с холостыми элементами – 4 В, 6 В, 8 В, 10 В;
клапан – на элемент 1 клапан с защитой против обратного зажигания, открывающее давление 100 мбар, закрывающее давление примерно 50 мбар;
вывод полюсного Борна – 100% непроницаемый для газа и электролита, скользящий полюсный Борн;
исполнение полюсного Борна – с латунной втулкой М10;
соединитель (перемычка) – гибкий изолированный медный кабель с поперечными сечениями 35, 50, 70 или 95 мм²;
способ защиты – IP 25 согласно DIN 40050, защита от прикосновения согласно VBG.

Заряд

Заряд аккумулятора может производиться при контроле тока заряда (напряжение не контролируется), либо напряжением. Тогда ток максимального заряда не ограничивается. Наконец, можно заряжать аккумулятор при автоматическом контроле тока и напряжения заряда. При этом:

заряд током и напряжением ($I \cdot U$ – график I_{MAX} не ограничен);
при заряде напряжением оно контролируется от $U = 2,23$ до $2,25$ В/элемент $\pm 1\%$, при интервале температур от 10°C до 45°C ;
при заряде соотношение $DU/DT = -0,004$ В/К при среднемесячной температуре ниже 10°C ;
заряд повышенным напряжением от $U = 2,35$ до $U = 2,40$ В/элемент, ограничен по времени;

для аккумулятора С10, разряженного до 50%, время заряда до 90%, при начальном токе $1,5 \cdot I_{10}$ и напряжении 2,23 В/элемент, равно 6 часов.

Характеристика разряда

рекомендуемая температура – 20°C ;
начальная ёмкость – 100%;
степень разряда – обычно до 80%;
не допускать глубокий разряд более 80% емкости и разрядов до конечных напряжений, ниже допустимых значений обусловленных током разряда;

восстанавливаемость после глубокого разряда – аккумулятор системы «гель» позволяет полный заряд и восстановление после непреднамеренного глубокого разряда.

Техническое обслуживание

каждые 6 месяцев проверять напряжение батареи, напряжения и температуры на контрольных блоках;

каждые 12 месяцев заносить в протокол напряжение батареи, напряжения на блоках и температуры.

Особенности эксплуатации:

классификация согласно EUROBAT (Евробат) - 10 лет, особое использование;

срок службы:

*от 12 до 15 лет при 20°C,

*от 6 до 7,5 лет при 30°C,

*от 3 до 4 лет при 40°C;

не требует ухода; во время срока службы, долив воды не требуется;

количество циклов согласно IEC 896 – 2 = 1200;

саморазряд – примерно 2% в месяц при 20°C;

температура эксплуатации – от -20°C до 45°C, рекомендуется 10 до 30°C, от 45 до 55°C – кратковременно;

требования к вентиляции – 25% (f1=0,5 ´ f2=0,5), согласно VDE 0510 часть 2;

батарея соответствует DIN 40 744;

восстанавливаемость после глубокого разряда – очень хорошая;

испытания согласно IEC 896-2;

нормы безопасности – VDE 0510, часть 2;

транспортировка – при транспортировке по воздуху, шоссе и воде не является опасным грузом.

Таблица 50

Аккумуляторы типа BAT

Глубокий цикл 12 Volt аккумулятора AGM				
Номер артикула	A·h	V	Д×Ш×В мм	Вес, кг
BAT212120080	12	12	151×98×101	4
BAT412120080	35	12	197×130×180	11
BAT412550080	55	12	299×138×230	20
BAT412600080	60	12	260×168×233	21
BAT412800080	80	12	260×168×233	27
BAT412100180	100	12	224×171×330	33
BAT412121080	120	12	409×176×225	38
BAT412151080	150	12	485×172×240	47
BAT412201080	200	12	522×238×238	65

Глубокий цикл 12 Volt гелевого аккумулятора				
Номер артикула	Ah	V	Д×Ш×В мм	Вес, кг
BAT412550100	55	12	299×138×230	20
BAT412600100	60	12	260×168×233	21
BAT412800100	80	12	260×168×233	26
BAT412101100	100	12	224×171×330	33
BAT412121100	120	12	409×176×225	38
BAT412151100	150	12	485×172×240	48
BAT412201100	200	12	522×238×238	66
Срок жизни 12 Volt гелевого аккумулятора				
Номер артикула	Ah	V	Д×Ш×В мм	Вес, кг
BAT702801260	800	2	710×215×193	56
BAT702102260	1000	2	710×215×235	68
BAT702152260	1500	2	855×215×277	109
BAT702202260	2000	2	815×215×400	138
BAT702302260	3000	2	815×215×580	202

Основная спецификация гелевого аккумулятора BAT412550100:

Технология: плоские гелевые пластины.

Порты: медные.

Емкость: 10 ч разрядки при 25°C.

Срок службы при наполнении: 12 лет при 20°C.

Кол-во циклов: 300 циклов при 100% разрядке*.

600 циклов при 50% разрядке.

1300 циклов при 30% разрядке.

Основная спецификация гелевого аккумулятора BAT702801260:

Технология: трубчатые гелиевые пластины.

Порты: медные.

Емкость: 10 ч разрядки при 25°C.

Срок службы при наполнении: 20 лет при 20°C.

Кол-во циклов: 1200 циклов при 100% разрядке *

700 циклов при 50% разрядке.

2400 циклов при 30% разрядке.

5.5. Применение и эксплуатация кислотно-свинцовых герметичных аккумуляторов

Появившиеся на российском рынке в начале 90-х годов кислотно-свинцовые герметичные аккумуляторные батареи (далее – аккумулято-

* Все рисунки и технические характеристики, использованные в этой работе, приведены из документации для аккумуляторов фирмы «Fiamm», а также полностью соответствуют техническим характеристикам параметров аккумуляторов, производимых фирмами «Cobe» и «Yuasa».

ры), предназначенные для использования в качестве источников постоянного тока для электропитания или резервирования аппаратуры ОПС, связи и видеонаблюдения, в короткий срок завоевали популярность у пользователей и разработчиков. Наиболее широкое применение получили аккумуляторы, производимые фирмами: «Power Sonic», «CSB», «Fiamm», «Sonnenschein», «Cobe», «Yuasa», «Panasonic», «Vision».

Достоинства этих аккумуляторов:

- герметичность, отсутствие вредных выбросов в атмосферу;
- не требуются замена электролита и доливка воды;
- возможность эксплуатации в любом положении;
- не вызывает коррозии аппаратуры ОПС;
- устойчивость без повреждений к глубокому разряду;
- малый саморазряд (менее 0,1%) от номинальной емкости в сутки при температуре окружающей среды +20°C;
- сохранение работоспособности при более чем 1000 циклов 30% разряда и свыше 200 циклов полного разряда;
- возможность складирования в заряженном состоянии без подзаряда в течение двух лет при температуре окружающей среды +20°C;
- возможность быстрого восстановления емкости (до 70% за два часа) при заряде полностью разряженного аккумулятора;
- простота заряда;
- при обращении с изделиями не требуется соблюдение каких-либо мер предосторожности (так как электролит находится в виде геля, отсутствует утечка кислоты при повреждении корпуса).

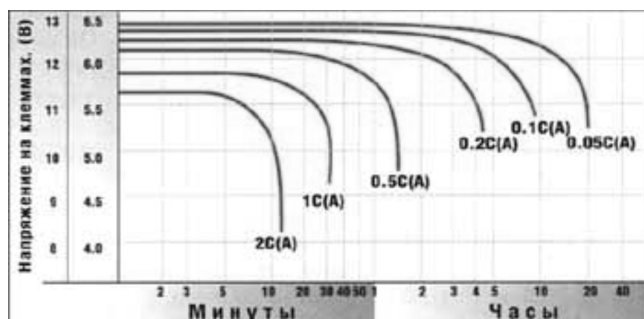


Рис. 50. Зависимость времени разряда аккумулятора от тока разряда.

Одной из основных характеристик является емкость аккумулятора С (произведение тока разряда А на время разряда ч). Номинальная емкость (значение указано на батарее) равна емкости, которую отдает

аккумулятор при 20-часовом разряде до напряжения 1,75 В на каждой ячейке. Для 12-вольтового аккумулятора, содержащего шесть ячеек, это напряжение равно 10,5 В. Например, аккумулятор с номинальной емкостью 7 А·ч обеспечивает работу в течение 20 ч при токе разряда 0,35 А. При расчете времени работы аккумулятора при токе разряда, отличном от 20-часового, реальная емкость его будет отличаться от номинальной. Так, при более 20-часовом токе разряда реальная емкость аккумулятора будет меньше номинальной (рис. 50).

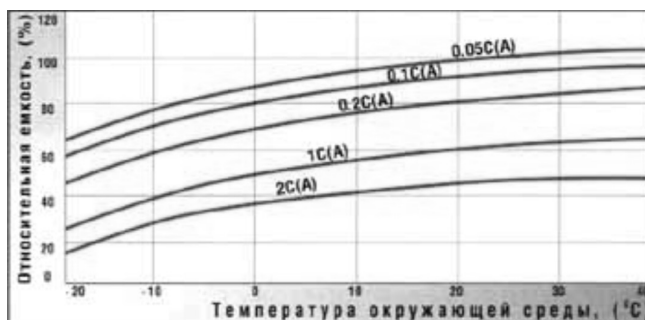


Рис. 51. Зависимость емкости аккумулятора от температуры окружающей среды.

Емкость аккумулятора также зависит от температуры окружающей среды (рис. 51). Все фирмы-производители выпускают аккумуляторы двух номиналов: 6 и 12 В с номинальной емкостью 1,2 ... 65,0 А·ч.

Эксплуатация аккумуляторов

При эксплуатации аккумуляторов необходимо соблюдать требования, предъявляемые к их разряду, заряду и хранению.

Разряд аккумулятора

При разряде аккумулятора температура окружающей среды должна поддерживаться в пределах от -20°C (для некоторых типов аккумуляторов от -30°C) до $+50^{\circ}\text{C}$. Такой широкий температурный диапазон позволяет устанавливать аккумуляторы в неотапливаемых помещениях без дополнительного подогрева.

Не рекомендуется подвергать аккумулятор «глубокому» разряду, так как это может привести к его порче. В табл. 51 приведены значения допустимого напряжения разряда для различных значений тока разряда.

Аккумулятор после разряда следует немедленно зарядить. Это особенно касается аккумулятора, который был подвергнут «глубокому» разряду. Если аккумулятор в течение длительного периода времени на-

ходится в разряженном состоянии, то возможна ситуация, при которой восстановить полностью его емкость будет невозможно.

Таблица 51

Ток разряда, А	Допустимое напряжение разряда, В / ячейка
0,2 С и менее	1,75
От 0,2 до 0,5	1,70
От 0,5 до 1,0	1,55
От 1,0 и более	1,30

Некоторые разработчики источников питания со встроенным аккумулятором устанавливают напряжение отключения батареи при ее разряде предельно низким (9,5...10 В), пытаясь увеличить время работы в резерве. На самом деле увеличение продолжительности ее работы в этом случае незначительно. Например, остаточная емкость батареи при ее разряде током 0,05·С до 11 В составляет 10% от номинальной, а при разряде большим током это значение уменьшается.

Соединение нескольких аккумуляторов

Для получения номиналов напряжений свыше 12 В (например, 24 В), используемых для резервирования приемно-контрольных приборов и извещателей для открытых площадок, допускается последовательное соединение нескольких аккумуляторов. При этом следует соблюдать следующие правила:

- Необходимо использовать одинаковый тип аккумуляторов, производимых одной фирмой-изготовителем.
- Не рекомендуется соединять аккумуляторы с разницей даты времени изготовления больше чем 1 месяц.
- Необходимо поддерживать разницу температур между аккумуляторами в пределах 3°С.
- Рекомендуется соблюдать необходимое расстояние (10 мм) между батареями.

Хранение

Допускается хранить аккумуляторы при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 40°С (рис. 53).

Аккумуляторы, поставляемые фирмами-изготовителями в полностью заряженном состоянии, имеют достаточно малый ток саморазряда, однако при длительном хранении или использовании циклического режима заряда возможно уменьшение их емкости (рис. 52). Во время хранения аккумуляторов рекомендуется перезаряжать их не реже 1 раза в 6 месяцев.

Заряд аккумулятора

Заряд аккумулятора можно осуществлять при температуре окружающей среды от 0 до плюс 40°C.

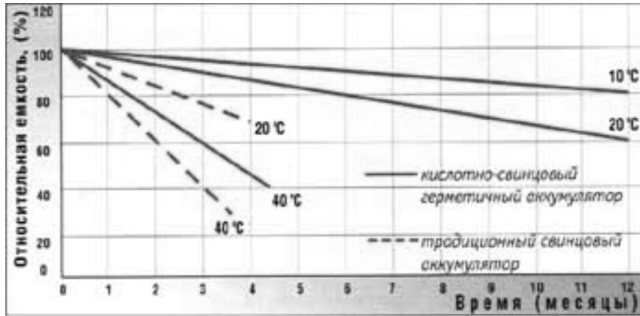


Рис. 52. Зависимость изменения емкости аккумулятора от времени хранения при различной температуре.

При заряде аккумулятора нельзя помещать его в герметично закрытую емкость, так как возможно выделение газов (при заряде большим током).

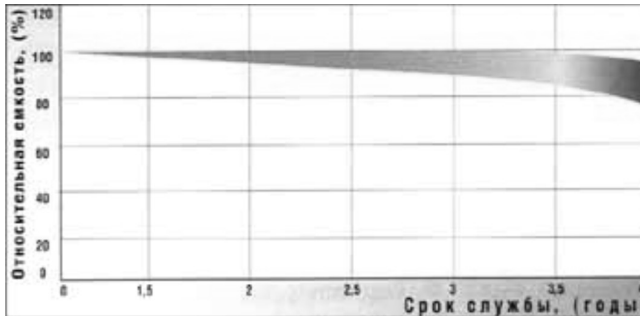


Рис. 53. Зависимость срока службы аккумулятора от температуры окружающей среды.

Выбор зарядного устройства

Необходимость правильного выбора зарядного устройства продиктована тем, что чрезмерный заряд будет не только уменьшать количество электролита, а приведет к быстрому выходу из строя элементов аккумулятора. В то же время уменьшение тока заряда приводит к увеличению продолжительности заряда. Это не всегда желательно, особенно при резервировании аппаратуры ОПС на объектах, где часто происходят отключения электроэнергии.

Срок службы аккумулятора существенно зависит от методов заряда и температуры окружающей среды (рис. 52 – 55).

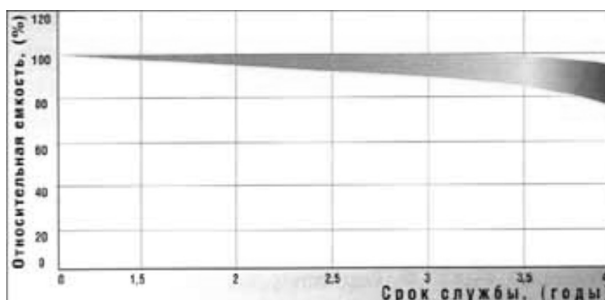


Рис. 54. Зависимость изменения относительной емкости аккумулятора от срока службы в буферном режиме заряда.

Зависимость количества циклов разряда аккумулятора от глубины разряда* % (рис. 55) показывает глубину разряда на каждый цикл номинальной емкости, взятой как 100%.

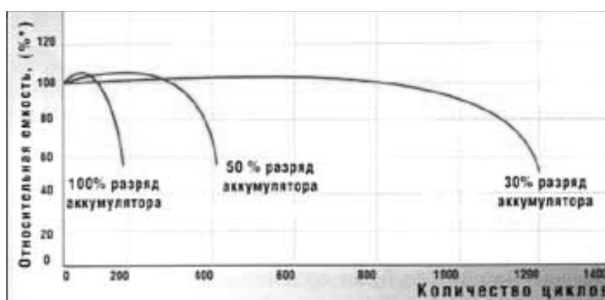


Рис. 55. Зависимость количества циклов разряда аккумулятора от глубины разряда* %

Буферный режим заряда

При буферном режиме заряда аккумулятор всегда подключен к источнику постоянного тока. В начале заряда источник работает как ограничитель тока, в конце (когда напряжение на батарее достигает необходимого значения) — начинает работать как ограничитель напряжения. С этого момента ток заряда начинает падать и достигает величины, компенсирующей саморазряд аккумулятора.

Циклический режим заряда

При циклическом режиме заряда производится заряд аккумулятора, затем он отключается от зарядного устройства. Следующий цикл

заряда осуществляется только после разряда аккумулятора или через определенное время для компенсации саморазряда. Характеристики заряда аккумулятора приведены в табл. 52.

Таблица 52

Характеристики	Тип заряда, режим	
	Буферный	Циклический
Напряжение, В/ячейка	2,25...2,30	2,40...2,45
Начальный ток заряда, А	1/4 С, не более	1/4 С, не более
Минимальное время заряда, ч	24	10
Температурный коэффициент	-3 мВ/ С/ ячейка	-5 мВ/ С/ ячейка
Температура окружающей среды, °С	От 0 до +40	

Примечание. Температурный коэффициент не следует принимать во внимание, если заряд протекает при температуре окружающей среды 10...30°С.

На рис. 55 показано количество циклов разряда, которым можно подвергнуть аккумулятор в зависимости от глубины разряда.

Ускоренный заряд аккумулятора

Допускается проведение ускоренного заряда аккумулятора (только для циклического режима заряда). Для данного режима характерно наличие цепей температурной компенсации и встроенных температурных защитных устройств, так как при протекании большого тока заряда возможен разогрев аккумулятора. Характеристики ускоренного заряда аккумулятора приведены в табл. 53.

Таблица 53

Характеристики	Значения
Начальный ток заряда, А	1,0...1,5 С
Напряжение, В	2,45–2,50 В/ячейка при 20°С
Время заряда (от 50% разряженного значения до полного заряда аккумулятора), ч	1...3
Температурный коэффициент	-5 мВ/ С/ ячейка
Температура окружающей среды, °С	От 0 до плюс 30

Примечание: следует использовать таймер, чтобы предотвратить заряд аккумулятора.

Для аккумуляторов, имеющих емкость более чем 10А·ч, начальный ток не должен превышать 1 С.

Срок службы кислотно-свинцовых герметичных аккумуляторов может составлять 4...6 лет (при соблюдении требований, предъявляемых к заряду, хранению и эксплуатации аккумуляторов). При этом, в течение указанного срока их эксплуатации никакого дополнительного обслуживания не требуется.

ГЛАВА 6. ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Зарядить аккумулятор очень просто: если соблюдена полярность и обеспечен приемлемый ток, главное – **вовремя остановиться**.

Сегодня мало кто представляет свою повседневную жизнь без аккумуляторов. Кроме мобильных телефонов, портативных компьютеров и радиостанций, электроинструмента и многого другого, где применение аккумуляторов, само собой разумеется, последние начинают вытеснять из употребления первичные элементы – старые добрые батарейки. Появление щелочных аккумуляторов в размерах бытовых батареек яркое тому свидетельство. Естественно, кто же откажется несколько сот раз использовать батарейку, цена которой лишь в 2 – 3 раза выше?! Одним словом, чем дальше, тем больше аккумуляторов будет применяться в быту и технике. Но для того, чтобы получить эти самые несколько сотен циклов эксплуатации, которые отличают аккумулятор от первичного элемента, нужно их правильно эксплуатировать.

Под правильной эксплуатацией аккумуляторов следует понимать соблюдение условий разряда и заряда. Что касается разряда – не следует, во-первых, превышать максимально допустимые разрядные токи и, во-вторых, переразряжать аккумулятор.

Первое достигается правильным выбором типа и емкости аккумулятора.

Второе можно обеспечить при помощи специальных сервисных устройств, обеспечивающих автоматическое отключение аккумулятора от нагрузки при полном разряде. Большинство мобильных телефонов, портативных компьютеров и видеокамер имеют в своем составе такие устройства. Кроме того, если пользователь (оператор) достаточно внимателен, и выключит, например, свой аккумуляторный фонарик, свет которого начал меркнуть, то с его аккумулятором ничего не случится.

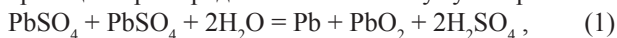
Разряженные аккумуляторы нужно правильно зарядить. На бытовых щелочных аккумуляторах обычно написано, как это сделать. Как правило изготовители рекомендуют «стандартный» заряд – ток $0,1C_{\text{НОМ}}$ (где C – номинальная емкость аккумулятора), время 14–16 часов. В подавляющем большинстве случаев этот режим заряда и является правильным с точки зрения обеспечения долговечности аккумулятора, но не каждый пользователь будет ждать половину суток, заряжая аккумулятор мобильного телефона или видеокамеры. Поэтому, в большинстве

случаев применяется почти правильный, так называемый «быстрый» заряд.

Поскольку каждый тип аккумуляторов имеет свои особенности, обуславливающие область их применения и требования к заряду, то имеет смысл говорить о методах заряда для каждого типа аккумуляторов в отдельности. Далее рассматриваются первичные элементы, поэтому во избежание путаницы следует помнить, что аккумулятор или элемент это элементарный заряжаемый гальванический источник тока, а батарея – последовательно соединенные два и более аккумулятора.

6.1. Свинцово-кислотные аккумуляторы

Свинцово-кислотным аккумулятором называется гальванический элемент, в котором активным веществом положительного электрода служит двуокись свинца, а отрицательного – губчатый свинец. Рассмотрим химические реакции при заряде кислотного аккумулятора:



при перезаряде:



побочная реакция:



Из уравнения (1) видно, что при заряде на отрицательном электроде восстанавливается губчатый металлический свинец, а на положительном – двуокись свинца.

Свинцово-кислотные аккумуляторы бывают заливные и герметичные. Заливные, более дешевые, и допускают замену и долив электролита. В настоящее время наблюдается тенденция на снижение их применения, т.к. они пригодны лишь для стационарного использования и неприменимы в жилых и рабочих помещениях из-за выделения различных газов в процессе эксплуатации (см. уравнения (2) и (3)).

Разумеется молекула серного ангидрида SO_3 тяжелая и малоподвижная. Скорее всего, она прореагирует с водяным паром и вернется в раствор электролита, но при перезаряде (2), когда газообразование идет активно, вполне вероятен вынос ядовитого газа в окружающее пространство.

Количества его малы, но в закрытом помещении смесь газов, получающихся в результате реакции (2), взрывоопасна. Однако, с точки зрения заряда, это самые неприхотливые аккумуляторы. Их можно заря-

жать токами до $0,25 C_{\text{НОМ}}$, а условием окончания заряда приблизительно можно считать достижение некоторого напряжения, например, для температуры 20°C это напряжение составит $2,43\text{--}2,53\text{ В}$.

Кроме того, если даже этот порог превышен, то перезаряд приведет к «кипению» – электрохимическому разложению воды. При условии, что помещение хорошо проветривается, единственной проблемой станет восстановление нормального уровня электролита.

6.2. Свинцово-кислотные герметичные аккумуляторы

Свинцово-кислотные герметичные аккумуляторы отличаются от заливных, в основном, применением гелиевого электролита и герметичностью контейнера.

На этом типе следует остановиться и рассмотреть его более подробно. Если не считать немного более высокой стоимости, герметичный кислотный аккумулятор лишен недостатков заливного, что значительно расширяет область его применения.

Что собой представляет и какие особенности имеет этот тип аккумулятора, довольно подробно описано выше. С точки зрения заряда, это самый лучший, в смысле простоты, аккумулятор. Во-первых, о степени заряженности однозначно свидетельствует напряжение на аккумуляторе $2,43\text{--}2,53\text{ В}$ для циклического режима заряда, а во-вторых, даже при превышении зарядного напряжения не происходит выделения газов – рекомбинация в толще гелиевого слоя и на пробках клапанов, выполненных из каталитической резины.

Однако при значительных токах заряда, скорость выделения газов может превысить скорость рекомбинации, и сработает предохранительный клапан.

Кислотные аккумуляторы можно заряжать в широком диапазоне температур $-20\text{--}+50^{\circ}\text{C}$. Максимальные зарядные токи – до $0,35 C_{\text{НОМ}}$.

Заряжать кислотные аккумуляторы можно от любого источника тока, обеспечив выполнение условия – не превышать величину максимального зарядного тока. Условие окончания заряда – достижение напряжения порога отключения можно контролировать по вольтметру или началу «кипения», которое можно определить на слух.

Для того чтобы освободить человека от контроля процесса заряда аккумуляторной батареи, применяются автоматические зарядные устройства.

Простое автоматическое зарядное устройство (далее ЗУ) приведено на рис. 56.



Рис. 56. Структурная схема зарядного устройства (схема 1).

Источник питания заряжает аккумуляторную батарею (далее АБ) через управляемый ключ. Устройство управления отслеживает напряжение на АБ и, при достижении напряжения:

$U = (2,35 - 2,43) \times N$ вольт, где N – количество элементов в батарее, выдает сигнал разомкнуть ключ.

Зависимости токов и напряжений от времени приведены на рис. 57.

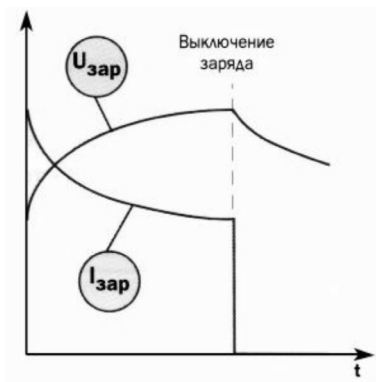


Рис. 57. Зависимость напряжения и тока заряда аккумулятора от времени.

Эффективность такого заряда составляет 80 – 90% в зависимости от величины тока в конце заряда.

Для получения полного заряда требуется вторая ступень дискретного или непрерывного дозаряда. При дискретном дозаряде устройство управления после отключения ключа продолжает контролировать напряжение на АБ и при его снижении до порога включения снова замыкает ключ. По мере достижения полного заряда длительность импульсов дозаряда уменьшается, а паузы увеличиваются, так как порог от-

ключения по мере заряда достигается быстрее, а нижний порог включения медленнее (рис. 58).

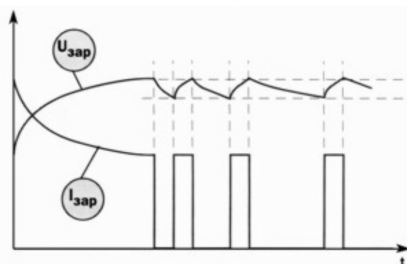


Рис. 58. Зависимость напряжения и тока заряда аккумулятора при дозаряде от времени.

Применяется этот способ при малых токах заряда, так как большие токи на конечной стадии заряда кислотных аккумуляторов нежелательны. Кроме того, у побывавших в эксплуатации аккумуляторов обычно повышается внутренне сопротивление, что приводит к преждевременному достижению порога отключения.

Лучшим, но более сложным является так называемое «быстрое» автоматическое зарядное устройство (рис. 59). Здесь от источника питания питаются стабилизаторы тока и напряжения. Стабилизатор тока выдает максимальный допустимый ток заряда, по мере роста напряжения на АБ уменьшает его, а при достижении порога, переводит АБ во вторую стадию – заряд постоянным напряжением $U=(2,26 - 2,31)N$ от стабилизатора напряжения. Именно эта схема заряда рекомендуется всеми фирмами производителями АБ, с различными вариациями, например фирма PANASONIC (Япония) рекомендует постоянный стабильный ток на все время заряда, а фирма Sonnensheinn (Германия) для аккумуляторов серий А400 и А500 рекомендует несколько большее пороговое значение напряжения. Разумеется это устройство сложнее и дороже других.

Оптимальным по сумме параметров, включая стоимость, является автоматическое зарядное устройство (рис. 60).

Здесь источник питания, как в зарядном устройстве на рис. 56, обеспечивает ограничение тока и питает стабилизатор напряжения, отрегулированный на напряжение $U_3=(2,26 - 2,31)N$ вольт.

До достижения указанного напряжения ток заряда будет определять источник питания, а при достижении на АБ напряжения U_3 стабилизатор напряжения войдет в режим и будет ограничивать ток, поддерживая напряжение на АБ постоянным.



Рис. 59. Структурная схема зарядного устройства со стабилизаторами тока и напряжения заряда (схема 2).

Именно этот метод применяется для заряда батарей, работающих в буферном режиме или находящихся в горячем резерве. Зависимости токов и напряжений от времени заряда приведены на рис. 57, 58 и 61 соответственно зарядным устройствам на рис. 56, 59 и 60.

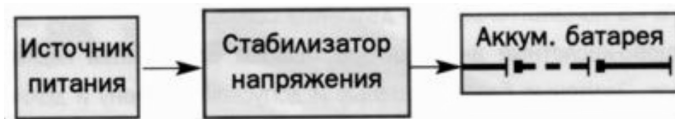


Рис. 60. Структурная схема зарядного устройства со стабилизатором напряжения (схема 3).

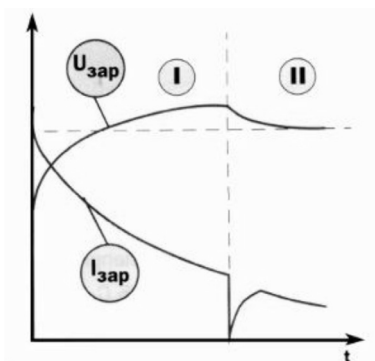


Рис. 61. Зависимость напряжения и тока заряда от времени с двумя стабилизаторами.

Существует множество публикаций о заряде кислотных аккумуляторов асимметричным током – чередуя импульсы заряда и разряда. Якобы такой метод заряда повышает срок службы аккумуляторов, но у

авторов нет единого мнения по поводу величины и формы этих импульсов. Если учесть, что кислотные аккумуляторы являются самыми дешевыми, то применение дорогих устройств, для сомнительного продления их срока службы, вряд ли целесообразно.

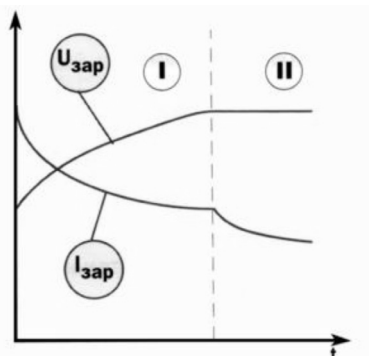


Рис. 62. Зависимость напряжения и тока заряда от времени с одним стабилизатором напряжения.

Таким образом, в системах бесперебойного питания могут использоваться четыре основных разновидности аккумуляторов (АКБ):

1. Стартерные автомобильные аккумуляторы, не требующие большого обслуживания (проверка уровня электролита раз в год и доливка дистиллированной воды при необходимости). Их необходимо устанавливать в нежилое проветриваемое помещение. Срок службы, при оптимальных условиях эксплуатации 3–5 лет.

2. Стартерные автомобильные необслуживаемые герметичные. Их можно устанавливать в жилое помещение. Срок службы при оптимальных условиях эксплуатации 3–6 лет.

3. Стационарные аккумуляторы типа AGM. Их можно устанавливать в жилое помещение. Срок службы, при оптимальных условиях эксплуатации до 12 лет.

4. Стационарные аккумуляторы типа GEL (гелевые). Их можно устанавливать в жилое помещение. Срок службы, при оптимальных условиях эксплуатации 12 лет.

Стационарные аккумуляторы (АКБ) типа AGM, почти такие же, как стартовые необслуживаемые. Но они имеют адсорбированный электролит (он как бы не жидкий, т.к. находится в порах стекловолоконных сепараторов) и срок их службы при соблюдении требований (например, не оставлять разряженными более 24 часов или заряжать не на 100% и

т.п.) не 6, а 12 лет. Но и цена их выше в 2 раза. Учитывая, что всё же за долгий срок есть вероятность их разряда и длительного оставления в разряженном состоянии (или неполного заряда), их преимущества перед стартерными автомобильными необслуживаемыми герметичными АКБ весьма спорны. Менее рискованно купить последние в два раза дешевле, пусть даже их потребуется заменить раньше.

Существуют стационарные АКБ типа GEL (гелевые), электролит у них в особых сепараторах, они немного дороже, чем AGM, но вот они действительно раза в 1,5–2 более устойчивы к глубоким разрядам, недозарядам и т.п. чем AGM, хотя их срок службы тоже установлен 12 лет.

Получается, что если электричество есть, но иногда пропадает, имеет смысл покупать обычные стартерные или стартерные необслуживаемые (или, если есть лишние деньги, типа AGM) – ведь разряды будут относительно редкими и далеко не всегда до полного разряда АКБ.

А вот если система полностью автономна, т.е. нет сети вообще, а есть бензогенератор и/или солнечные батареи и/или ветровой генератор, т.е. когда система постоянно заряжается/разряжается, может заряжаться не до конца, и часто находиться в разряженном состоянии – вот тогда, вероятно, имеет смысл потратиться на дорогие гелевые АКБ.

6.3. Сравнительные характеристики аккумуляторных батарей, изготовленных по технологии AGM и Gel.

Каждый тип батарей имеет свои достоинства и недостатки, по этой причине весьма важно для каждого конкретного случая сделать правильный выбор.

Технология AGM:

- Низкая начальная стоимость по сравнению с гелевыми.
- Они идеально подходят для работы в буферном режиме. В сетях с редкими перебоями в электроснабжении.
- Превосходные рабочие характеристики при коротких режимах разряда большой мощности.
- Для коротких режимов разряда большой мощности можно использовать батареи меньшего размера.

Параметры этих батарей приведены в табл. 53.

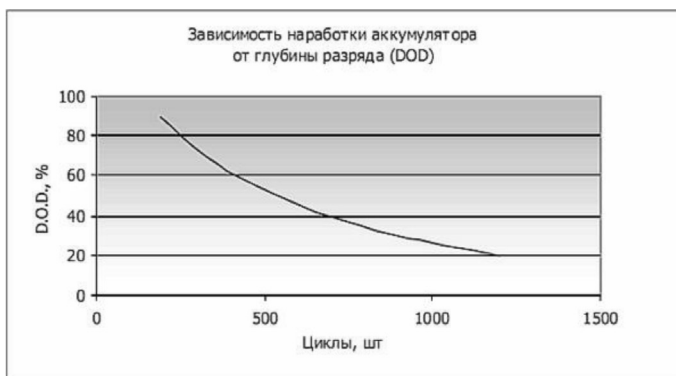


Рис. 63. Зависимость наработки аккумулятора (количество циклов) от глубины разряда АБ, изготовленных по технологии **AGM**.



Рис. 64. Общий вид аккумуляторов, изготовленных по технологии **AGM**.

Технология Gel

Технология Gel дает ряд преимуществ батареям по сравнению с аналогичными, изготовленными по технологии AGM.

Основные **преимущества** при использовании в области телекоммуникаций:

- Повышенная долговечность и возможность эксплуатации в режимах глубокого разряда при работе с высокими нагрузками.
- Полное восстановление из состояния глубокого разряда, даже в том случае, когда к процессу заряда не приступили сразу же после разряда батареи.

- Эксплуатация в условиях нестабильного сетевого электропитания.
- Батарея может быть разряжена даже при неполном заряде, без потери емкости аккумуляторной батареи.
- Прекрасные рабочие характеристики при длительных режимах разряда.
- Пониженный саморазряд.

На рис. 65 показана зависимость наработки этого аккумулятора от глубины разряда.

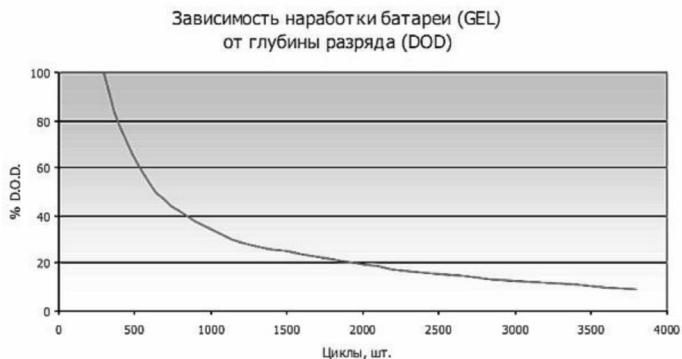


Рис. 65. Зависимость наработки аккумулятора (количества циклов) от глубины разряда, изготовленного по технологии **Gel**.

Емкость АБ

Емкостью аккумулятора называется количество электричества, которое аккумулятор отдает при разряде до наименьшего допустимого напряжения. Чем больше сила разрядного тока, тем ниже напряжение, до которого может разряжаться аккумулятор, например, при определении номинальной емкости аккумуляторной батареи разряд ведется током $I=0,05C$ (где C – емкость одного или суммарная емкость нескольких аккумуляторов) до напряжения 10,5 В, температура электролита должна быть в интервале от +18 до +27°C, а время разряда 20 ч. Конец срока службы батареи согласно ГОСТ 959.0–84 наступает, когда ее емкость составляет 40% от C .

Емкость батареи в стартерных режимах определяется при температуре +25°C и разрядном токе 3С. В этом случае, время разряда до напряжения 6 В должно быть не менее 3 мин. При разряде батареи током 3С (температура электролита –18°C) напряжение батареи через 30 с после начала разряда должно быть 8,4 В (9,0 В для необслуживаемых батарей), а после 150 с не ниже 6 В. Этот ток иногда называют током холод-

ной прокрутки или пусковым током, он может отличаться от 3С. Этот ток указывается на корпусе батареи рядом с её ёмкостью.

Таблица 54

Технические характеристики аккумуляторных батарей

Модель	Размеры, мм			Вес, кг	Расположение клемм	Внутреннее сопротивление, МОм	Макс. ток заряда, А	Ток к.з., А
	Длина	Ширина	Высота					
HZY12-7,5	151	65	99 (101)	2,5	D-T1	28	1,5	275
HZY12-12	150	97	100 (101)	4,0	D-T2	20	2,4	500
HZY12-18	181	76	167	5,9	C-M5	12	4,5	700
HZY12-26	166	176	126	8,8	C-M5	9,5	6,5	900
HZY12-33	195	130	160	10,9	B-M6	8,5	8	1100
HZY12-44	197	165	170	14,0	C-M6	7,5	11	1400
HZY12-55	228	137	207	17,5	B-M6/ Flag	6,5	14	1700
HZY12-70J	350	167	179	22,1	1/4»C-M6	5	18	2100
HZY12-70	259	168	208	21,5	B-M6	5	18	2100
HZY12-80	259	168	208	23,3	B-M6	5	20	2400
HZY12-90	305	168	208	27,0	B-M6	4	22	2650
HZY12-100	305	168	208	28,4	B-M6	5	25	2900
HZY12-110	332	174	213	32,2	B-M6	4	27	3000
HZY12-120	408	176	227	35,4	B-M6	3	30	3300
HZY12-135	340	173	280	39,8	C-M6	2,5	35	3750
HZY12-150	482	170	242	44,3	B-M6	2	38	4200
HZY12-160	530	209	214	57,4	E-M6	2	40	4700
HZY12-200	520	240	220	66,0	E-M6	<2	50	5400

В эксплуатации ёмкость батареи зависит от силы разрядного тока, температуры, режима разряда (прерывистый или непрерывный), степени заряженности и изношенности аккумуляторной батареи. При увеличении разрядного тока и степени разряженности, а также с понижением температуры ёмкость аккумуляторной батареи уменьшается. При низких температурах падение ёмкости аккумуляторной батареи с повышением разрядных токов происходит особенно интенсивно.

Соединение аккумуляторов

На автобусах или грузовых автомобилях с дизельными двигателями могут устанавливаться несколько аккумуляторных батарей. Если батареи соединены между собой параллельно, то общая ёмкость будет равна сумме ёмкостей отдельных батарей, а общее напряжение не изменится. Перед параллельным соединением аккумуляторов, необходимо примерно выровнять напряжение на них (например, подзарядив их). Для увеличения обще-

го напряжения батареи их соединяют последовательно, т.е. «+» одной батареи соединяют с «-» другой. В этом случае общее напряжение будет равно сумме напряжений отдельных батарей, а общая емкость не изменится, но за счёт повышения напряжения до 24 В, мощность, выделяемая на нагрузку, удвоится (или удвоится время работы с исходной мощностью).



Рис. 66. Схемы соединений аккумуляторов в системах ИБП.

При работе аккумулятора к концу разряда, серноокислый свинец закрывает поры активной массы электродов, препятствуя притоку электролита из сосуда и увеличивая электрическое сопротивление электродов. Равновесие нарушается, и напряжение начинает резко падать. Аккумуляторные батареи разряжаются только до конечного напряжения (10,5 В), соответствующего перегибу разрядной характеристики. Разряд прекращается, хотя активная масса израсходована не полностью.

Для определения времени работы неважно как соединены между собой аккумуляторы – последовательно, параллельно или последовательно и параллельно.

6.4. Ориентировочное время работы аккумуляторов при различных нагрузках

Здесь необходимо заметить, что аккумуляторы обладают свойством *остаточной ёмкости*. Т.е., например, если, используя аккумулятор 90 А·ч, вы работали газонокосилкой мощностью 1 кВт в течение 45 мин после чего МАП выключился – уменьшите нагрузку до 500 Вт (подключите, к примеру, электрический лобзик) и работайте ещё столько же! Затем можно подключить 300 Вт-ную дрель, а потом 130 Вт-ный краскопульт, далее 60Вт-ный паяльник и, наконец, 30 Вт-ную лампоч-

ку. Но даже в этом случае вы «вычерпаете» около 80% от максимальной ёмкости аккумулятора. «Вычерпывание» 100% не рекомендуется, т.к. ресурс аккумулятора, в этом случае, сокращается. (Из приведенного выше примера совсем не следует что эти (и другие) нагрузки нельзя включить все сразу.)

Таблица 54

Нагрузка/ Ёмкость аккумулятора	100 Вт	300 Вт	500 Вт	1 кВт	2 кВт	4 кВт
4 × 190А·ч	86 ч	26 ч	26 ч	8 ч 20 мин	4 ч	1ч 50 мин
2 × 190А·ч	42 ч	13 ч 15 мин	13 ч 15 мин	3 ч 50 мин	1ч 45мин	48 мин
4 × 90А·ч	40 ч	13 ч 10 мин	13 ч 10 мин	3 ч 40 мин	1ч 40мин	45 мин
1 × 190А·ч	21 ч	6 ч 10 мин	6 ч 10 мин	1 ч 40 мин	45 мин	13 мин
2 × 90А·ч	20 ч	6 ч	6 ч	1 ч 35 мин	44 мин	12 мин
1 × 190А·ч	9ч 30 мин	3 ч	3 ч	45 мин	12 мин	3 мин
1 × 55А·ч	5ч 40 мин	1 ч 45 мин	1 ч 45 мин	13 мин	3 мин	–

При использовании полностью необслуживаемых аккумуляторов, при интенсивных разрядах ёмкость уменьшается по мере увеличения скорости разряда, но не так «драматично», как в случае аккумуляторов, выполненных по традиционной технологии.

Если у Вас возникла необходимость приобрести аккумуляторную батарею для МАП «Энергия» и для автомобиля, желательно руководствоваться несколькими правилами:

а) Для автомобиля подходит аккумулятор любой ёмкости равной или большей расчетной (например, вместо аккумулятора 55А·ч можно ставить аккумулятор до 100 А·ч (генератор не испортится, но времени на ПОЛНУЮ зарядку такого аккумулятора потребует несколько больше). Ограничение только одно – размеры (впрочем, практически у всех аккумуляторов до 100 А·ч габариты периметра примерно одинаковы).

Чем больше ёмкость – тем лучше (облегчается запуск двигателя в зимнее время, увеличивается время работы МАП «Энергия» без необходимости включения двигателя). Не следует лишь пренебрегать правилами эксплуатации автомобиля и делать попытку пуска двигателя более 8–10 секунд. Соблюдайте и необходимые интервалы между попытками.

б) Лучше приобретать аккумуляторы с малым внутренним сопротивлением, что позволяет им отдавать в нагрузку очень большие токи (правда, ограниченное время). Это тоже облегчает пуск двигателя и улучшает работу МАП «Энергия» с приборами, требующими очень большой мощности. В качестве примера приведем 90 А·ч необслуживаемый аккумулятор Solite, который обеспечивает ток до 750 А при тем-

пературе -18°C (учтите также, что при таких низких температурах емкость батареи обычно падает в два раза).

в) Рекомендуем покупать полностью необслуживаемые аккумуляторы (следует иметь в виду, что отечественные аккумуляторы малого обслуживания принято называть необслуживаемыми, а полностью необслуживаемые (герметичные) аккумуляторы в России ещё практически не выпускаются. И дело здесь не только в том, что отпадает необходимость периодически проверять электролит и доливать дистиллированную воду.

В обслуживаемые аккумуляторы рекомендуется доливка дистиллированной воды хотя бы раз в месяц.

В аккумуляторах малого обслуживания для контроля уровня электролита и доливки воды сохранены пробки, однако контроль уровня и его корректировку достаточно осуществлять раз в год или при пробеге в 50 тысяч километров.

Широко распространенные кислотные аккумуляторы, выполненные по классической технологии, доставляют много хлопот и оказывают вредное влияние на людей и аппаратуру. Они наиболее дешевы, но требуют дополнительных затрат на их обслуживание, специальных помещений и персонал.

Наиболее удобными и безопасными из кислотных аккумуляторов (особенно для эксплуатации в помещении) являются абсолютно необслуживаемые герметичные аккумуляторы.

6.5. Общие характеристики аккумуляторных батарей

Саморазряд заряженной батареи (кроме необслуживаемой) после бездействия аккумулятора в течение 14 суток при температуре окружающего воздуха ($20\pm 5^{\circ}\text{C}$) не должен превышать 10% номинальной емкости. После бездействия его в течение 28 суток – 20%. Саморазряд необслуживаемой батареи после ее бездействия в течение 90 суток не должен превышать 10% номинальной емкости, а после бездействия в течение года – 40%.

Минимальный срок службы батарей обычной конструкции и с общей крышкой в эксплуатации должен составлять 1 год при наработке транспортного средства в пределах этого срока не более 150 тыс. км пробега или 2 года при наработке транспортного средства в пределах этого срока не более 90 тыс. км пробега.

Минимальный срок службы необслуживаемых батарей в эксплуатации должен быть равен 3 годам при наработке транспортного средства не более 100 тыс. км пробега.

Минимальный срок службы полностью необслуживаемых батарей составляет от 5 до 10 лет (некоторые типы более дорогих батарей для промышленного применения, например, Vb, VbV, OPzS и другие, имеют срок службы 15 и даже 20 лет) в зависимости от условий эксплуатации.

Здесь отметим, что срок службы аккумуляторных батарей, эксплуатирующихся только в комплекте с МАП «Энергия» – возрастает, так как в этом случае будут отсутствовать вредные воздействия типа вибрации (при движении автомобиля), постоянного перезаряда, нагрева аккумулятора и т. п.

6.6. Технические характеристики полностью необслуживаемых аккумуляторов

1. Абсолютно необслуживаемые в течение всего срока службы.
2. Продолжительный срок службы (с сохранением остаточной емкости 80%).
3. Классификация Евробат – высокая работоспособность (High Performance).
4. Очень малое газовое выделение за счет системы внутренней рекомбинации.
5. Способность быстрого восстановления емкости.
6. Очень малый саморазряд: даже после 2 лет хранения (при 20°C) не требует дополнительного заряда перед вводом в эксплуатацию.
7. Допускается перезаряд.
8. Устойчивы к глубокому разряду согласно DIN 43539, ч. 5.
9. Соответствуют VDE 0108, ч. 1 для аварийного энергоснабжения.

Герметизированные аккумуляторы по степени воздействия на аппаратуру и людей, отличаются от своих предшественников тем, что они могут находиться в помещении с естественной вентиляцией. Для них не требуется отдельного помещения. Они оснащены искрогасящим клапаном, исключающим распыление электролита и воспламенение гремучей смеси. Согласно DIN 43 539 при возрастании давления выше 30 кПа клапан аккумулятора сбрасывает избыточное давление газа.

Благодаря особенностям конструкции, именно такие аккумуляторы способны обеспечить наибольшие пусковые токи при одинаковой ёмкости с обычными аккумуляторами.

Надетые на такие аккумуляторы клеммы автомобильной проводки не окисляются. По сравнению с остальными они заряжаются в 2–3 раза быстрее.

Вывод. Исходя из всего вышеизложенного, лучше приобретать полностью необслуживаемые аккумуляторы ёмкостью от 90А·ч, с пусковыми токами от 600 А, залитые, с внутренним индикатором напряжения.

Если планируется покупка нескольких аккумуляторов для установки в помещении и совместная эксплуатация с МАП «Энергия» для бесперебойного питания, рекомендуется устанавливать общую ёмкость аккумуляторов не менее, чем номинальную, указанную в паспорте (см. таблицу с тех. характеристиками).

Это могут быть аккумуляторы малого обслуживания, например, «Автосил 190А·ч» (проверка уровня электролита раз в год и, при необходимости, долив дистиллированной воды). Если в помещении находятся люди – необходимо выбирать герметичные необслуживаемые аккумуляторы, например корейские HANKOOK.

Соединение с клеммами и проводами должно быть очень качественное (они не должны сильно греться).

6.7. Корейские аккумуляторы HANKOOK



Рис. 67. Общий вид корейских аккумуляторов HANKOOK:

1 – ручка, 2 – индикатор «Магический глаз», 3 – герметично запаянная крышка, 4 – конструкция представляет собой одно целое и упрочненный корпус, 5 – передовая технология спайки пластин и сварки по центральной оси.

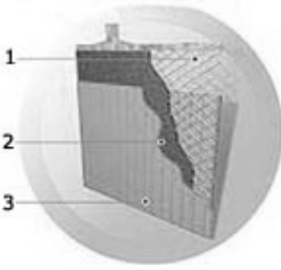


Рис.68. Структура пластин корейского аккумулятора HANKOOK:

- 1 – новая высоколегированная кальциевая решетка, 2 – высококачественная намазка пластин, 3 – конвертный сепаратор с низким электрическим сопротивлением.

6.8. Аккумуляторы типа SKAT

Для использования совместно с МАП-ом в режиме источника бесперебойного питания, внутри помещения, желательно использование полностью необслуживаемых аккумуляторов, например, SKAT.







		
<u>Бастион аккумулятор для ИБП 200А·ч</u> 14.652 руб.	<u>Бастион аккумулятор для ИБП 150А·ч</u> 11.520 руб.	<u>Бастион аккумулятор для ИБП 120А·ч</u> 8.928 руб.
		
<u>Бастион аккумулятор для ИБП 100А·ч</u> 7.488 руб.	<u>Бастион аккумулятор для ИБП 80А·ч</u> 6.552 руб.	<u>Бастион аккумулятор для ИБП 65А·ч</u> 5.508 руб.

Рис. 69. Общий вид аккумуляторов SKAT.

ГЛАВА 7. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

7.1. Биологические газовые установки

Назначение

Установки переработки методом метанового сбраживания (без доступа кислорода) отходов сельскохозяйственного производства (помет птицы, навоз, бытовые отходы, фекалии, отходы пищевой промышленности и т.п.)

Получаемые продукты

В результате переработки образуются два полезных продукта:

- горючий газ (биогаз): смесь метана (до 70%) и углекислого газа (до 30%);
- органическое удобрение.

Использование продуктов переработки:

- жидкое органическое удобрение экологически чистое;
- концентрированное (используется при разбавлении 1:20);
- высокоэффективное, универсальное;
- полное отсутствие патогенов, всхожих семян сорняков;
- используется на любых почвах под любые культуры;
- биогаз используется для получения тепловой и/или электрической энергии; полностью биогазовая система энергетически независима, потребление энергии от внешних источников отсутствует;
- на собственные нужды потребляется не более 20% вырабатываемого газа.

Достоинства установки:

- полная утилизация отходов;
- полная автоматизация процесса;
- производство дешевого топлива из отходов;
- производство органических удобрений из отходов;
- улучшение экологической обстановки.

7.2. Расчет основных параметров биогазовой установки

Принцип работы биогазовой установки (БГУ)

В основу работы БГУ заложены биологические процессы сбраживания и разложения органических веществ под воздействием метаноо-

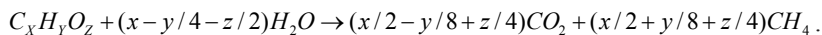
бразующих бактерий в анаэробных условиях, характерных отсутствием свободного кислорода, высокой влажности и температурной среды 50–70°C для термофильных бактерий.

Анаэробное сбраживание осуществляется в герметичной емкости – реакторе (метантенке) цилиндрической формы горизонтального расположения. Для эффективного сбраживания в полости реактора необходимо поддерживать постоянную температуру в соответствии с принятым режимом брожения в 55°C и осуществлять регулярное перемешивание сбраживаемого сырья [20].

Следует отметить, что мезофильный режим требует меньших затрат тепла, но распад органических веществ при такой температуре происходит медленнее и не в полном объеме, чем при термофильном процессе.

Термофильный режим переработки сырья требует больших затрат тепла, имеет более высокую скорость распада, более высокий выход биогаза и наименее вреден для окружающей среды, меньшие капитальные затраты на сооружение, но большие на автоматику. Однако этот режим чуть более сложен для реализации и контроля.

Основное химическое уравнение, описывающее анаэробное сбраживание, имеет вид:



Некоторые органические соединения растений (например, лишим) и все неорганические составляющие не поддаются сбраживанию. Они представляют собой инертную в этом процессе массу, образуют шлак, способный засорить систему. 95% массы, заполняющей биогазогенератор, составляет вода.

Эти реакции слегка экзотермичны, в процессе их протекания выделяется примерно 1,5 МДж тепла на 1 кг сухой массы сбраживаемого материала. Этого, конечно, недостаточно для необходимой величины температуры сбраживаемой массы.

Согласно [21], если подлежащий сбраживанию материал высушить и сжечь, то теплота его сгорания составит примерно 16 МДж/кг. Только около 10% потенциальной теплоты сгорания теряется в процессе сбраживания. Таким образом, КПД конверсии составляет 90%. Кроме того, материал с повышенной влажностью, будучи введен в процесс сбраживания, дает высококачественное, с хорошо управляемым горением, газообразное топливо, в то время как одно лишь удаление 95% влаги требует до 40 МДж тепла на каждый килограмм сухого остатка. На практике сбраживание редко ведут до конца, так как это сильно увеличивает длительность процесса [21]. Обычно сбраживают примерно 60% иско-

дногo продукта. Выход газа составляет примерно от 0,2 до 0,4 м³ на 1 кг сбраживаемого сухого материала при нормальных условиях и при расходе 1 м³ воды на 5 кг сухой биомассы.

Использование биогазовых установок сельскими потребителями обеспечивает долгосрочное сокращение (за счет утилизации) органических отходов, в результате которого снижается не только выброс вредных газов в атмосферу, но и попадание вредных веществ в почву и воду. К положительным результатам от использования БГУ, следует отнести снижение затрат на приобретение удобрений и улучшение культивирования почвы сельскохозяйственных угодий за счет получения дополнительных доходов от эксплуатации БГУ, улучшение условий жизни и получения экономической стабильности, повышение урожайности полей и создание дополнительных рабочих мест.

Определение расхода газа

Все элементы систем газоснабжения рассчитываются на максимальные часовые расходы газа, так называемые расчетные расходы. При наличии разных потребителей система распределения газа рассчитывается на совмещенный расчетный расход, определяемый по суточному графику потребления газа всеми потребителями.

Расчетные расходы газа определяют несколькими способами: на основании данных проектов газоснабжения, по номинальным расходам газа газовыми приборами или по теплопроизводительности установок, по нормам годового расхода газа потребителями, по укрупненным показателям.

Способ определения расхода газа по номинальным расходам газовыми приборами применяется в том случае, когда известно количество устанавливаемых приборов и их типы, – номинальные расходы газа газовыми приборами и горелочными устройствами учитываются согласно паспортным данным заводов-изготовителей.

Исходные данные для расчета:

Площадь отапливаемого дома: 100 м²;

Число проживающих в доме: 4 человека.

Расход газа на отопление:

Согласно ранее произведенному выше расчету тепловой производительности котла $N_k = 5,983 \text{ кВт}$.

Рассчитаем расход газа:

Теплота сгорания 1 м³ биогаза (60% метана и 40% углекислого газа) [20]:

$$H_m = 22 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^3} = 6,116 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}.$$

При КПД горелочного устройства, равном 90%, мы получим 5,5 кВт·ч тепловой энергии из одного кубического метра газа.

Суточный расход газа в отопительный период (с 1 октября по 1 марта) на отопление жилого дома при максимальной нагрузке котла, составит:

$$G_{\text{отп}} = \frac{N_k \cdot 24}{5,5} = \frac{5,983 \cdot 24}{5,5} = 26,108 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}.$$

Расход газа на горячее водоснабжение

Система горячего водоснабжения должна обеспечивать подачу потребителям горячей воды требуемого качества и температуры в количествах, определяемых расчетом числа потребителей воды или установленных санитарно-технических приборов.

Секундный расход горячей воды определяется по формуле:

$$G = 5 \cdot g \cdot a,$$

где g – расход горячей воды одним водоразборным прибором. Принимаем значение g согласно [22], для прибора с наибольшим расходом горячей воды (смеситель ванной комнаты), $g=0,3$ л/с.

Величина a определяется в зависимости от общего числа водоразборных приборов ($n=2$) и вероятности их действия P в час наибольшего водопотребления:

$$P = \frac{g_{\text{нч}} \cdot N}{3600 \cdot g \cdot n},$$

где $g_{\text{нч}}=5$ л – норма расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления у водоразборных точек технологического оборудования; N – количество потребителей.

$$P = \frac{5 \cdot 4}{3600 \cdot 0,3 \cdot 2} = 0,0093.$$

При $P \cdot n = 0,0093 \cdot 2 = 0,0186 \rightarrow a = 0,495$. Тогда:

$$G = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,495 = 0,7425 \frac{\text{л}}{\text{сек}}.$$

Часовой расход горячей воды в час наибольшего водопотребления определяется по формуле:

$$G_{\text{ч}} = 18 \cdot g_{\text{х}} \cdot k_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{х}},$$

где $k_{\text{н}}$ – безразмерный коэффициент использования водоразборного прибора в час наибольшего водопотребления. Принимаем $k_{\text{н}} = 0,82$

для $g_{\text{х,max}} = 6 \frac{\text{л}}{\text{ч}}$;

$g_{\text{х}}$ – расход горячей воды, л/ч;

α_x – безразмерный коэффициент, который определяется в зависимости от количества кранов ($n=2$) и вероятности использования их в период водопотребления:

$$P_q = \frac{P}{k_H} = \frac{0,0093}{0,82} = 0,011.$$

По приложению для $P_q \cdot n = 0,011 \cdot 2 = 0,022 \rightarrow a = 0,812$. Тогда:

$$G_q = 18 \cdot 6 \cdot 0,82 \cdot 0,812 = 71,91 \frac{\text{л}}{\text{ч}}.$$

Расход горячей воды за сутки наибольшего водопотребления определяется по формуле:

$$G_{\text{сут}} = N \cdot g_{\text{НГсут}} \cdot 0,001,$$

где $N=4$ – количество потребителей горячей воды;

$g_{\text{НГсут}} = 120 \frac{\text{л}}{\text{сут}}$ – норма расхода горячей воды в сутки.

$$G_{\text{сут}} = 4 \cdot 120 \cdot 0,001 = 0,44 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}.$$

Часовой расход тепла системой горячего водоснабжения определяется по формуле:

$$Q_q = G_q \cdot \gamma \cdot C_p \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ВХ}}),$$

где γ – плотность воды, $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

G_q – часовой расход горячей воды;

C_p – удельная теплоемкость воды, $C_p = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$;

$t_{\text{ГВ}}, t_{\text{ВХ}}$ – температура горячей и холодной воды, $t_{\text{ГВ}} = 55^\circ\text{C}$, $t_{\text{ВХ}} = 5^\circ\text{C}$, [4].

Тогда

$$Q_q = 71,91 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 4,19 \cdot (55 - 5) = 15,065 \frac{\text{МДж}}{\text{ч}}.$$

Аналогично определяется и суточный расход тепла:

$$Q_{\text{сут}} = G_{\text{сут}} \cdot \gamma \cdot C_p \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ВХ}}),$$

$$Q_{\text{сут}} = 0,44 \cdot 10^3 \cdot 4,19 \cdot (55 - 5) = 92,180 \frac{\text{МДж}}{\text{сут}}.$$

Тогда суточный расход газа на приготовление горячей воды составит:

$$G_{\text{ГВС}} = \frac{92,18}{5,5} = 16,76 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Расход газа на приготовление пищи

Номинальный расход газа стандартной плитой с 3 конфорками и духовым шкафом составляет 7760 ккал/час [19]. Плотность биогазовой смеси (60% – метана, и 40% – углекислого газа) при нормальных условиях составляет $\rho = 1,2 \frac{\text{к}\mathcal{Z}}{\text{м}^3}$ [20].

Расход газа одной плитой:

$$v = \frac{q}{Q} = \frac{7760}{10853,1} = 0,715 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Определим суточную потребность в газе на индивидуальное хозяйство из расчета, что газ требуется только на приготовление пищи. Продолжительность включения плиты в сутки в среднем составит 4 часа – на приготовление пищи утром – 0,5 часа, в обед – 2 часа, ужин – 1,5 часа.

Суточный расход газа одной плитой:

$$G_{\text{пл}} = v \cdot t = 0,715 \cdot 4 = 2,86 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Таким образом, суммарный расход газа на нужды одного жилого хозяйства составляют:

$$G_{\Sigma} = G_{\text{отп}} + G_{\text{ГВС}} + G_{\text{пл}} = 26,108 + 16,76 + 2,86 = 45,728 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Определение ориентировочных параметров биогазовой установки

В качестве базового компонента субстрата принят навоз от крупного рогатого скота (КРС). От одного животного, массой 500 кг, в сутки можно получить от 27,7 до 36,6 кг навоза, с содержанием влаги порядка 85% [23, табл. 5]. Наличие в составе субстрата кроме стойлового навоза твердых подстилочных материалов, остатков кормов и других остатков растительного происхождения, не рекомендуется, поскольку срок их разложения намного превышает срок брожения.

При выборе технологического процесса утилизации органических отходов был принят процесс их непрерывной переработки, позволяющий достигать наибольшей интенсивности разложения при условии, когда количество добавляемого органического вещества в единицу времени к находящемуся в реакторе субстрату, соответствует количеству его, разложившемуся на данный момент. Данная технологическая схема позволила получать максимальный выход биогаза и более эффективное использование полезного объема биореактора.

Режим работы установки принят термофильным – он требует больших затрат тепла, но имеет более высокую скорость распада, более высокий выход биогаза и наименее вреден для окружающей среды.

Определение необходимой биомассы для производства биогаза

Возможный энергетический выход установки для чистого метана:

$$E = \eta \cdot H_m \cdot f_m \cdot V_b = G_{\Sigma} \cdot 5,5,$$

где η – КПД горелочного устройства, (принят $\eta = 0,6$, поскольку некоторое количество сгорающего метана идет на подогрев CO_2 , входящего в биогаз, и за счет этого не может быть использовано на другие цели) [21, ф.(11.7)];

H_m – теплота сгорания на единицу объема биогаза – $H_m = 22 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^3}$

при парциальном давлении около 1000 Па;

f_m – доля метана в биогазе, $f_m = 60\%$, [20, табл. 9], V_b – объем получаемого биогаза.

Объем получаемого биогаза из сухой биомассы: $V_b = c \cdot m_0$,

где c – выход биогаза из сухой биомассы,

$$c^{50^\circ\text{C}} = 140,54 \frac{\text{см}^3}{\text{г}} \quad [20, \text{рис. 5}].$$

Преобразуем формулы для получения количества сырья, необходимого для получения известного количества биогаза:

$$M = \frac{E}{\eta \cdot H_m \cdot f_m \cdot c \cdot 0,15},$$

где 0,15 – поправка на влажность сырья. Первоначальное сырье (навоз) имеет влажность от 70–85%. Для подачи в биогазовую установку желательно соблюдать 85% влажность зимой и 92% – летом [20].

Таким образом суточная масса необходимого сырья для обеспечения биогазом одного жилого дома:

$$M = \frac{G_{\Sigma} \cdot 5,5}{\eta \cdot H_m \cdot f_m \cdot c \cdot 0,15} = \frac{45,728 \cdot 5,5}{0,6 \cdot 22 \cdot 0,6 \cdot 140,54 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15} = 1506 \frac{\text{кг}}{\text{сут}}.$$

Данные по производительности биогаза в зависимости от типа сырья приведены в табл. 55.

Схема технологической структуры биогазовой установки

На рис. 70 представлена одна из возможных и наиболее оптимальная структурная схема переработки отходов с помощью биогазовой установки. Ниже рассмотрим подробнее технологический процесс.

Таблица 55

Производительность биогаза в зависимости от используемого сырья за период ферментации

Сырье (субстрат)	Биогаз (м ³ на м ³ субстрата)
Куриный помет	53,71
Конский навоз	40,60
Навоз КРС	32,40
Навоз КРС (свежий)	76,69
Овечий навоз	162,00
Свиной навоз	25,52

Тип сырья	Выход газа, м ³ на тонну сырья
Навоз коровий	60
Навоз свиной	65
Помет птичий	130
Отходы бойни	300
Жир	1300
Барда послеспиртовая	70
Зерно	500
Силос, ботва, трава, водоросли	400
Молочная сыворотка	60
Свекольный и фруктовый жом	70
Глицерин технический	500
Дробина пивная	180

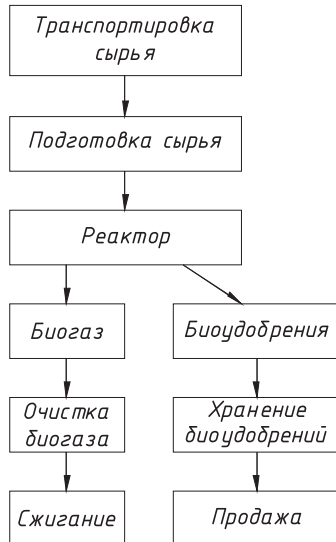


Рис. 70. Схема переработки органических отходов с помощью биогазовой установки.

Технологическая схема биогазовой установки изображена на рис. 72.

Устройство загрузки и выгрузки

Работа БГУ предполагает ежедневную загрузку сырья и выгрузку сброженного навоза. Подача и перемешивание сырья производится пневматическим способом. Пневматическое загрузочное устройство использует бункер подачи сырья (бак-смеситель), для которого используются стальные емкости от 0,5 до 1 м³, выдерживающие давление до 5 атм., и трубопроводы диаметром не менее 100 мм с задвижкой. Сырье загружается в бункер и из бункера – в реактор с помощью компрессора. Применяется поршневой компрессор марки ИФ-56, который одновременно служит для откачки вырабатываемого биогаза.

Свежий навоз собирается в емкость для подачи сырья перед тем, как загружается в реактор. Размер емкости равняется суточному объему сырья, $V_f = 11,4 \frac{м^3}{сут}$, примем $V_l = 15 м^2$. Емкость используется для достижения нужной однородности и влажности сырья.

Для обеспечения герметичности реактора в процессе загрузки и выгрузки входная и выходная трубы располагаются под наклоном к вертикальной оси таким образом, чтобы нижний конец трубы был расположен ниже уровня жидкости. Благодаря этому создается гидравлический затвор, препятствующий проникновению воздуха в реактор.

Для равномерного распределения свежего сырья по всему объему реактора и эффективности удаления переработанного шлама трубы загрузки и выгрузки располагаются на противоположных сторонах реактора.

Загружаемая масса может содержать твердые частицы достаточно крупного размера, например, подстилочный материал (солому, опилки), стебли растений, а также посторонние предметы. Для того чтобы трубы не забивались, их диаметр должен быть не менее 300 мм. Загрузочная труба имеет бункер для предварительной подготовки сырья.

Сброженная масса удаляется из реактора вручную переливом через выгрузочную трубу после загрузки свежего сырья. Из реактора сброженная масса попадает в хранилище для биоудобрений, которое служит для временного хранения переработанного сырья. Хранилище находится в заглубленном состоянии и изготавливается из бетона [26].

Реактор

Реактором служит металлическая цистерна, которая размещается над поверхностью земли на фундаменте. Важным требованием к реактору является обеспечение герметичности и коррозионной стойкости. Реактор имеет люк, необходимый для проведения периодических про-

филактических и ремонтных работ внутри реактора. Между корпусом и крышкой обязательна установка резиновой прокладки.

Внутреннюю и внешнюю поверхности стенок металлической цистерны необходимо проверить на предмет наличия раковин, качества сварки, наличия отверстий и других повреждений, которые при их обнаружении должны быть устранены. Затем эти поверхности должны быть очищены и окрашены.

Определение объема реактора [20]

Определим объем реактора биогазовой установки из условия:

Объем жидкой массы, заполняющей генератор равен:

$$V_f = \frac{M}{\rho_m} = \frac{1506}{131,5} = 11,453 \frac{м^3}{сут},$$

где $\rho_m = 131,5 \frac{кг}{м^3}$ – плотность сухого материала, распределенного в массе.

Объем самого биогазогенератора определяется выражением:

$$V_d = V_f \cdot t_r,$$

где V_f – скорость подачи сбраживаемой массы в генератор; t_r – время пребывания очередной порции в генераторе – от 8 до 20 суток.

При условии мгновенной переработки сырья $V_f = 11,453 \frac{м^3}{сут}$, и времени пребывания порции в генераторе 20 суток, рассчитаем объем биогазогенератора:

$$V_d = V_f \cdot t_r = 11,453 \cdot 10 = 114,53 м^3.$$

Общий объем сырья в установке не должен превышать 2/3 объема реактора [24], тогда $V_{реактора} = V_d \cdot \frac{3}{2} = 114,53 \cdot \frac{3}{2} = 171,795 м^3$.

Таблица 56

Объем реактора биогазовой установки, необходимый для сбраживания навоза, полученного от одного животного (температура сбраживания + 37°C).

Виды животных	Необходимый объем реактора, м ³	
	Низкая эффективность сбраживания	Высокая эффективность сбраживания
	К Р С	
Телята до 1 года	0,75	0,45
Телята от 1 до 2 лет	1,75	1,05
Телки старше 2 лет, быки на откорме, коровы	2,5	1,5
Волы, племенные быки	3	1,8
	СВИНЬИ	
Поросята до 12кг	0,03	0,02

Поросята от 12 до 20 кг	0,05	0,03
Поросята от 20 до 45 кг	0,15	0,09
Свиньи от 45 до 60 кг	0,4	0,24
Племенные свиньи более 90	0,83	0,5
Овцы		
Овцы до 1 года (ягнята)	0,13	0,08
Овцы старше 1 года	0,25	0,15
Лошади		
Жеребята и лошади до 3 лет	1,75	1,05
Лошади старше 3 лет	2,75	1,65
Куры		
Цыплята – бройлеры 1200 г	0,006	0,004
Цыплята – бройлеры 800 г	0,004	0,002
Куры – несушки 1600 г	0,008	0,005
Куры – несушки 1500 г	0,008	0,005

Количество образующегося биогаза для нормально функционирующего процесса при температуре 37°C и среднем времени удержания сырья в реакторе, равном 10 дням, находится в пределах 0,3 – 0,45 м³ (60% метана) на килограмм сухого вещества. Низшая теплотворная способность биогаза равняется примерно 6,6 кВт·ч/м³.

В случае если среднее время удержания сырья в реакторе составляет 10 суток, объем реактора должен быть в 10 раз больше суточной нормы отходов при влажности последних 8 – 10%. Таким образом, размеры реактора определяются индивидуально для каждого хозяйства по имеющемуся поголовью домашних животных.

Принимаем в качестве реактора ёмкость, объёмом 172 м³.

В случае если точное суточное количество отходов неизвестно, для определения необходимого объема реактора рекомендуется использовать справочные данные, приведенные в табл. 56.

Например, для 2-х коров, 2 телят до года, 10 овец, 15 ягнят и 1 лошади объем установки (в случае высокой эффективности сбраживания), будет равен:

$$2 \cdot 1,5 \text{ м}^3 + 2 \cdot 0,45 \text{ м}^3 + 10 \cdot 0,15 \text{ м}^3 + 15 \cdot 0,08 \text{ м}^3 + 1 \cdot 1,65 = 8,25 \text{ м}^3.$$

Устройство подогрева сырья

Непрямой *подогрев сырья* осуществляется теплообменниками, расположенными внутри реактора. Наиболее надежной схемой является система отопления от водонагревательного котла, работающего на биогазе и электричестве. В качестве нагревательных элементов выби-

раем регистры из гладких труб. Теплоносителем служит горячая вода (+60°C). Более высокая температура повышает риск налипания взвешенных частиц на поверхности теплообменника [24].

Регистры располагаем в зоне действия перемешивающего устройства, что помогает избежать осаждения твердых частиц на его внешней поверхности.

При монтаже системы подогрева важно обеспечить условия, необходимые для естественной циркуляции жидкости в системе. Для этой цели нужно обеспечить подачу горячей воды в верхнюю точку системы. Подогрев сырья при помощи системы, горячая вода остывает и возвращается охлажденной в нижнюю точку водонагревательного котла.

На трубопроводах подогрева сырья должны быть установлены краны Маевского для выпуска воздуха из верхних точек, а на системе обогрева оборудования – расширительный бачок для компенсации изменения объема воды. Для контроля температуры внутри реактора устанавливается датчик температуры.

Устройство перемешивания сырья

Перемешивание сырья в реакторе повышает эффективность работы БГУ, предотвращает осаждение твердых частиц на теплообменники и дно реактора. Оно препятствует образованию корки на поверхности. Перемешивание может быть постоянным или периодическим в зависимости от режима работы реактора. В выбранной схеме перемешивание осуществляется борботированием, биогаз пропускается через сбраживаемую массу, тем самым, перемешивая ее.

Система отбора биогаза

Система сбора биогаза состоит из распределительного газового трубопровода с запорной арматурой, сборника конденсата, предохранительного клапана, компрессора, ресивера, газгольдера и потребителей биогаза (кухонные плиты, нагреватели воды, двигатели внутреннего сгорания и др.) Система монтируется только после установки биогазового реактора в рабочее положение.

Система должна изготавливаться из стальных труб с внутренним диаметром не менее 15 мм и сварными соединениями. Для запора газовой системы в момент запуска реактора обязательна установка полуоборотного крана.

Для отвода скопившейся влаги в трубопроводах служит сборник конденсата, который устанавливается в самой нижней точке газоотвода из реактора. Биогаз, образующийся в реакторе, содержит большое коли-

чество водяных паров, которые могут конденсироваться на стенках трубопроводов и приводить к их закупорке.

Отверстие для отбора биогаза из реактора должно располагаться в его верхней части. Вслед за сборником конденсата устанавливается предохранительный клапан, выполненный в виде емкости с водой, которая обеспечивает пропускание газа в одном направлении.

Внутри емкости входной конец трубопровода опущен в воду, а выходной – расположен над водой. Это позволяет предотвратить проникновение атмосферного воздуха через газовую систему в реактор и избежать обратного удара пламени через систему газораспределения.

Клапан должен быть установлен перед разветвлением системы по направлению к движению газа для того, чтобы весь образующийся биогаз проходил через клапан.

Способ накопления биогаза зависит от того, для каких целей будет использован биогаз. Если предусмотрено прямое сжигание в горелках котлов двигателей внутреннего сгорания, то большие газгольдеры не нужны. В этом случае они необходимы для выравнивания неравномерности газовыделения и улучшения, тем самым, условий горения.

Для накопления больших объемов биогаза используются стальные баллоны малого и среднего объема, рассчитанные на давление до 200 кг/см². Газ в такие газгольдеры закачивается с помощью компрессора.

Определение объема газгольдера

Размер *газгольдера*, то есть его объем, зависит от уровня производства и уровня потребления биогаза. Объем запаса газа в газгольдере должен составлять не менее 3-х дневной потребности хозяйства согласно [25]:

$$V_{\text{газголд}} = 3 \cdot G_{\Sigma} \cdot 5,5 = 3 \cdot 45,728 \cdot 5,5 = 754,512 \text{ м}^3.$$

Объем газгольдера примем равным 755 м³.

Трубопроводы для подачи биогаза от установки к котлу должны быть защищены от повреждения. В качестве трубопроводов приняты оцинкованные трубы, которые прокладываются под землей на глубине не менее 25 см.

Для уменьшения риска утечки газа необходимо свести к минимуму использование разъемных соединительных элементов трубопроводов. Утечки газа могут быть проверены мыльным раствором.

Газопровод должен быть оснащен предохранительно-сбросным клапаном, выпускающим биогаз в атмосферу при повышении давления свыше 0,03–0,035 МПа (0,3–0,35 кг/см²) [5].

Кроме накопления биогаза в газгольдере, его избыток можно сжигать. Сжигание неиспользуемого газа предотвращает загрязнение атмосферы метаном. Для этого может быть использовано простейшее факельное устройство, установленное поодаль от сгораемых предметов и построек.

Монтаж и эксплуатация биогазовой установки

Рекомендуемый порядок строительства биогазовой установки [24]:

При строительстве простейшей биогазовой установки рекомендуется придерживаться следующего порядка:

1. Выбор месторасположения установки.
2. Заготовка материалов для реактора.
3. Монтаж загрузочной и выгрузочной труб.
4. Подготовка котлована для установки реактора.
5. Установка реактора.
6. Монтаж загрузочного бункера.
7. Монтаж газоотвода.
8. Установка крышки люка.
9. Проверка реактора на герметичность.
10. Окраска и теплоизоляция установки.
11. Запуск биогазовой установки.

Подготовительные работы

Выбор месторасположения установки зависит от нескольких факторов – наличия свободных площадей, отдаленности от жилых помещений, мест складирования отходов и расположения мест содержания животных. В зависимости от глубины залегания грунтовых вод, удобства загрузки и выгрузки сырья реактор может иметь наземное, частично или полностью заглубленное положение.

Термоизоляционные материалы должны иметь хорошие изолирующие свойства, быть дешевыми и доступными. Подходящими материалами являются солома, глина, шлак, сухой навоз. Утепление производится послойно, сначала засыпают слой соломы, затем глины, и так до верхней части реактора. Затем делают досыпку глины со шлаком толщиной не менее 300 мм. Во избежание контакта изоляции и земли используют полиэтиленовую пленку.

Сборка реактора

В первую очередь производится монтаж загрузочной и выгрузочной труб. Их располагают в противоположных сторонах реактора для того, чтобы свежее сырье не попало под выгрузку. Для этого используются трубы диаметром не менее 150 мм. Загрузочная труба присоеди-

Таблица 57
 Спецификация и смета на изготовление простейшей биогазовой установки с ручной загрузкой без перемешивания и без подогрева сырья в реакторе, выгоды и окупаемость (по Кыргызстану)

№	Объем реактора Наименование оборудования и материалов	Количество материалов и стоимость, тыс. сомов											
		1 м ³		3 м ³		5 м ³		7 м ³		10 м ³			
		Кол-во	Тыс. сом.	Кол-во	Тыс. сом.	Кол-во	Тыс. сом.	Кол-во	Тыс. сом.	Кол-во	Тыс. сом.		
1	Реактор (стальная емкость)	1	1	1	4	1	7,5	1	9,5	1	12,5	1	1,1
2	Бункер загрузочный (стальной), шт.	1	0,5	1	0,7	1	0,9	1	1	1	1,1	1	1,1
3	Труба загрузочная стальная Ф-300 (м)	1	0,3	1,5	0,4	2	0,6	2,5	0,8	2,5	0,8	2,5	0,8
4	Труба разгрузочная стальная Ф-300 (м)	1	0,3	1,5	0,45	2	0,6	2,5	0,8	2,5	0,8	2,5	0,8
5	Емкость для хранения полученных удобрений (сталь, бетон и пр.), шт.	1	0,5	1	1	1	1,5	1	2,5	1	2,5	1	3,5
6	Труба Ф-25 (м)	5	0,5	5	0,5	5	0,5	5	0,5	5	0,5	5	0,5
7	Труба Ф-15 (м)	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,3
8	Клапан предохранительный, шт.	1	0,1	1	0,1	1	0,15	1	0,2	1	0,2	1	0,2
9	Воляной затвор, шт.	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2
10	Кран Ф-25, шт.	1	0,12	1	0,12	1	0,12	1	0,12	1	0,12	1	0,12
11	Кран Ф-15, шт.	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05
12	Манометр (0-1 кгс/см ²), шт.	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2
13	Вспомогательные материалы, тыс. сом.		1		1		1,2		1,2		1,2		1,5
	Итого стоимость	5,07	9,02	13,82	17,37	21,77							
	Перерабатывает сырья в год, тонн	6,3	18,9	31,5	44,1	63							
	Биогаза в год, м ³	315	0,882	945	2,646	1575	4,410	2205	6,174	3150	8,820	63	16,38
	Биоудобрения в год	6,3	1,638	18,9	4,914	31,5	8,19	44,1	11,466	63	16,38	25,2	11
	Выгоды в год	2,52	7,56	12,6	17,64	25,2							
	Срок окупаемости, месяцы	25	15	14	12	11							

няется к бункеру загрузки, который может быть выполнен из металла. После этого реактор может быть установлен на фундаменте и теплоизолирован. Теплоизоляция принята толщиной 100 мм Isover согласно [24].

Монтаж газоотвода

Газовая система сооружается только после того, как реактор установлен и закончен общий монтаж. Трубопровод для подачи газа к котлу должен быть защищен от повреждений. Отвод газа производится в верхней части реактора. Для газоотвода используются стальные трубы диаметром 25 мм.

В систему газоотвода входит водяной затвор, представляющий собой сосуд, наполненный до половины водой. Входной трубопровод погружен в воду, а трубопровод, отводящий газ расположен над водой.

7.3. Работа и обслуживание биогазовой установки

Подготовка к эксплуатации

Этап подготовки включает в себя проверку герметичности реактора и газовой системы. Для этого к газовой системе подключается манометр, перекрываются все краны с тем, чтобы избыточное давление воздуха в реакторе можно было измерить манометром.

С помощью насоса реактор заполняется водой до рабочего уровня. Избыточный воздух будет вытесняться через предохранительный клапан. После этого фиксируют показания водяного манометра и оставляют заполненный реактор на сутки.

Если по истечении суток показание манометра не изменилось или изменилось незначительно, то можно считать, что газовая система и реактор обладают достаточной герметичностью. При потере давления в реакторе и газовой системе необходимо отыскать и устранить течь.

Запуск биогазовой установки

Работы по пуску БГУ могут быть начаты только тогда, когда установка в целом и ее элементы будут признаны пригодными к эксплуатации в части соответствия требованиям безопасной эксплуатации.

Предназначенное для загрузки биосырьё должно быть подвергнуто осмотру на предмет свежести и отсутствия твердых частиц.

Не рекомендуется для запуска установки использовать навоз старше 5 дней. При более длительном хранении навоза в нем увеличивается содержание кислот. Такое сырьё оказывает неблагоприятное воздействие на процесс брожения, так как изменяет оптимальное соотношение

микроорганизмов в реакторе, вследствие чего нормальный ход процесса может нарушиться.

Твердые фрагменты неорганического происхождения, такие как: песок, галька, глина и цемент, обуславливают образование осадка, а твердые растительные фрагменты способствуют образованию корки. Это приводит к уменьшению газообразования и сокращению выхода биогаза. Для их удаления необходимо смонтировать реактор с уклоном к сливному устройству.

После осмотра навоз загружается в приемный бункер и разбавляется водой до влажности 92–95% в летний период и 85% – в зимний. После получения однородности сырье загружается в реактор, который должен быть заполнен не более чем на 2/3 внутреннего объема. Оставшаяся пустота используется для накопления биогаза.

Загружаемое в реактор сырье не должно быть холодным, а его температура должна приближаться к оптимальной температуре сбраживания. Для этого можно использовать воду с $T=60^{\circ}\text{C}$.

Успешная работа БГУ зависит от наличия в реакторе штаммов метанообразующих микроорганизмов, большое количество которых содержится в свежем навозе крупного рогатого скота (КРС).

Для обеспечения устойчивого роста микроорганизмов в пусковой период нагрев загруженного сырья должен проводиться постепенно, не более 2–3 градусов в сутки, и доведен до нужной температуры. В процессе нагрева должно быть обеспечено интенсивное перемешивание сырья.

Через 7–8 суток начинается активная жизнедеятельность микроорганизмов в реакторе. Первый биогаз содержит небольшое количество метана и горит неустойчиво. Впоследствии, метанообразование усилится, и биогаз начинает гореть более интенсивно.

Обслуживание биогазовой установки

В период эксплуатации БГУ большое значение имеют суточная доза загрузки свежего навоза и периодичность ее внесения. Доза загрузки – величина непостоянная и зависит от различных субъективно-объективных факторов.

Для данной установки, работающей в термофильном режиме, ежесуточная доза загрузки достигает 12,5% полного объема загружаемого сырья.

Суточная доза должна вноситься в реактор не целиком, а постепенно, равными порциями через одинаковые промежутки времени 4–6 раз в сутки. Загружаемая порция сырья должна подогреться.

Процесс сбраживания является сложным биохимическим явлением. Поэтому обязательным условием успешной эксплуатации БГУ является создание условий, необходимых для развития организмов, обеспечивающих процесс метанового сбраживания.

Разные штаммы бактерий имеют различные оптимальные температуры жизнедеятельности. Максимальный объем вырабатываемого биогаза у психрофильных бактерий наблюдается при температуре +23°C, у мезофильных бактерий – при +35°C, у термофильных – при +55°C. Колебания температуры в течение суток не должны превышать 0,5 градуса – для термофильного режима.

Помимо поддержания оптимальной температуры в реакторе немаловажное значение имеет перемешивание сырья, которое позволяет сохранить однородность распределения загружаемого сырья и его постоянный контакт с микроорганизмами, а также выравнивает температуру по всему объему реактора. Оно предотвращает образование корки на свободной поверхности и неподвижного осадка на дне. О том, как протекает процесс сбраживания, можно судить по интенсивности выделения биогаза, а также по цвету сброженной массы на выходе из реактора.

Отсутствие биогаза или его слабое образование свидетельствует о низкой активности микроорганизмов и может быть обнаружено по серому цвету сброженного сырья. Причиной этого может быть также недостаток микроорганизмов, приводящий к затуханию процесса, для возобновления которого требуется введение питательных растворов с потенциалом хорошего газообразования.

При избытке питательных веществ возможно образование кислот и снижение активности микроорганизмов. В этом случае цвет сброженного сырья изменяется на черный, а на его поверхности может образоваться белая пленка. Нейтрализовать мета кислоты можно введением растительной золы или известковой воды.

Если сброженная масса имеет темно-коричневый цвет и при этом образуется пена, то можно считать, что идет нормальный процесс брожения.

Ориентировочное количество и стоимость продуктов переработки в БГУ

Точный расчет стоимости сооружения и эксплуатации биогазовой установки необходим для расчета окупаемости установки, сравнения стоимости альтернативных моделей и сбора информации о предстоящих финансовых затратах.

Показатели взяты для биогазовой установки с газгольдером, механической подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием

сырья, с подогревом сырья в реакторе при работе в мезофильном режиме, объемом реактора 200 м³.

Согласно [24] количество и стоимость основных продуктов переработки составит:

Удобрения, тонн в год	4800
Удобрения, тонн в сутки	13,3
Биогаз, м ³ в год	238800
Биогаз, м ³ в сутки	663
Стоимость БГУ, сом	566667
Стоимость удобрений в год, сом.	1248000
Стоимость газа в год, сом	668640
Выгоды в год, сом	1916640
Срок окупаемости, месяцы	3,7

Таким образом, рассчитываемая биогазовая установка окупится не более чем за полгода. Для наиболее полного расчета стоимости существуют также расчетные таблицы, учитывающие вложения на строительство, и монтаж установок, которые составляют достаточный процент – около 25% от стоимости БГУ.

Техника безопасности при обслуживании биогазовой установки

При эксплуатации биогазовой установки нужно обращать внимание на следующее:

1. Вдыхание биогаза в больших количествах в течение долгого времени может вызвать отравление, так как содержащийся в биогазе сероводород очень ядовит. Неочищенный биогаз пахнет тухлыми яйцами, но после очистки не имеет никакого запаха. Поэтому все помещения, где стоят бытовые приборы, использующие биогаз, нужно регулярно проветривать. Газовые трубы должны регулярно проверяться на герметичность и защищаться от повреждений. Обнаружение утечек газа должно производиться с помощью мыльной эмульсии или специальными приборами. Применение открытого огня для обнаружения утечки газа запрещается.

2. Биогаз в смеси с воздухом в пропорции от 5 до 15% при наличии источника воспламенения с температурой 600°C или более может привести к взрыву. Открытый огонь опасен при концентрациях биогаза в воздухе более 12%. Таким образом, запрещается курение и разведение огня около установки. При проведении сварочных работ расстояние до газового оборудования должно быть не менее 10 метров. После слива сырья из биогазовых установок для проведения ремонта, реактор должен проверяться, так как существует опасность взрыва смеси биогаза и воздуха.

3. Давление газа, подаваемого по газопроводу к месту потребления не должно превышать 0,15 МПа (1,5 кг/см²), а перед газовыми приборами должно быть не более 0,13 кг/см². Реактор должен быть оснащен задвижками, гидрозатворами, которые в случае необходимости могли бы отключить его от магистрального газопровода. Реактор должен иметь клапан автоматического сброса избыточного давления в газовой системе в случае его повышения сверх нормы.

4. Используемое электрооборудование должно быть заземлено. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4,0 Ом.

5. Основными источниками санитарной опасности является присутствие в жидком навозе и навозных стоках яиц гельминтов, бактерий групп кишечной палочки и другой патогенной микрофлоры. Поэтому нужно соблюдать предохранительные меры для предотвращения заражения. Так, не рекомендуется принимать пищу в помещении фермы и рядом с биогазовыми установками.

6. Реактор и хранилище для биоудобрений должны быть построены так, чтобы избежать опасности падения человека внутрь.

К обслуживанию биогазовых установок могут быть допущены лица не моложе 18 лет, имеющие разрешение Госгортехнадзора КР в виде удостоверения установленного образца на право обслуживания биогазовых установок и проведение газоопасных работ.

7.4. Технические характеристики типовых БГУ русского производства

Таблица 58

Объем биореактора, м ³	5	10	25	50	100	200	400
Суточная загрузка, т	1	2	5	10	20	40	80
Выход удобрений, т/сут.	1	2	5	10	20	40	80
Выход биогаза, м ³ /сут.	20	40	100	200	400	800	1600
Эквивалентная тепловая мощность по биогазу, кВт	5	10	25	40	100	200	400
Потенциальная электрическая мощность, кВт	1,7	3,4	7,5	15	35	70	150
Стоимость, тыс. руб.	2.800	3.700	5.560	7.500	9.900	13.600	18.500
Цена оборудования, тыс. евро	80	105	158	214	290	390	550
Режим работы	Автоматический						

Таблица 59

Технические характеристики биогазовой станции на навозе
украинского производства

Характеристики	Размерности	Значения						
		20	40	60	80	100	200	400
Производительность по переработке сырья	т/сутки	20	40	60	80	100	200	400
Выход биогаза	м ³ /сутки*	1200	2400	3600	4800	6000	12000	24000
Потребляемая электр. мощность	кВт·ч	8	12	18	20	25	50	80
Потребляемая тепловая мощность	кВт·ч	25	50	72	96	115	230	420
Обслуживающий персонал	Человек	1	1	1	1	1	1	1
Занимаемая площадь	Га	0,20	0,25	0,30	0,45	0,50	0,65	0,80
Выход твердых биоудобрений	т/сутки	3	5	8	11	14	28	55
Выход жидких биоудобрений	м ³ /сутки	17	33	49	65	81	162	325

* выход биогаза из свежего навоза.

В табл. 59 приведены технические характеристики биологических газовых станций, использующих в качестве сырья **навоз** сельскохозяйственных животных в Украине. Данные указаны с учетом численности обслуживающего персонала.

Таблица 60

Прайс-лист на биогазовые станции на навозе

Производительность по сырью т/сутки	Стоимость, евро*			
	Проектная документация	Шеф-монтаж буроводования, пуско-наладка, обучение	Оборудование	Строительство**
20	32.000	20.000	190.000	180.000
40	50.000	25.000	255.000	240.000
60	62.000	30.000	290.000	280.000
80	75.000	35.000	320.000	310.000
100	90.000	40.000	360.000	340.000
200	130.000	45.000	520.000	490.000
400	220.000	60.000	910.000	870.000

* оплата по курсу в национальной валюте;

** строительная часть (бетонные емкости) при желании выполняется Заказчиком самостоятельно с документации Исполнителя по себестоимости.

Таблица 61

Технические характеристики биогазовой станции на силосе

Характеристики	Размерности	Значения						
		10	20	40	60	80	100	120
Производительность по переработке сырья	т/сутки	10	20	40	60	80	100	120
Выход биогаза	м ³ /сутки*	2000	4000	8000	12000	16000	20000	24000
Потребляемая электр. мощность	кВт·ч	12	20	40	55	70	85	100
Потребляемая тепловая мощность	кВт·ч	40	80	120	160	220	300	350
Обслуживающий персонал	Человек	1	1	1	1	1	1	1
Занимаемая площадь	Га	0,20	0,25	0,35	0,45	0,50	0,65	0,80
Выход твердых биоудобрений	т/сутки	2	3	6	10	13	16	19
Выход жидких биоудобрений	м ³ /сутки	6	13	26	38	51	64	77

Для сравнения с биогазовыми станциями на навозе, в табл. 61 приведены технические характеристики биологических газовых станций на **силосе**. Эти станции также предлагаются для реализации в Украине.

Таблица 62

Прайс-лист на биогазовые станции на силосе

Производительность по сырью, т/сутки	Стоимость, евро*			
	Проектная документация	Шеф-монтаж оборудования, пуско-наладка, обучение	Оборудование	Строительство**
10	32.000	20.000	240.000	290.000
20	50.000	25.000	370.000	390.000
40	75.000	30.000	490.000	520.000
60	90.000	40.000	590.000	670.000
80	130.000	45.000	700.000	770.000
100	150.000	50.000	820.000	870.000
120	200.000	60.000	970.000	990.000

* оплата по курсу в национальной валюте;

** строительная часть (бетонные емкости) при желании выполняется Заказчиком самостоятельно по документации Исполнителя по себестоимости.

7.5. Переработка отходов сельскохозяйственного производства

Не секрет, что *проблема переработки отходов* сельскохозяйственного производства зачастую является головной болью для производителей основной продукции. Ранее, при малой интенсивности сельскохозяйственного и пищевого производств, отходы возвращались в экосистему и перерабатывались естественным путем под воздействием природных факторов. Однако скорости природных процессов весьма невелики и объем отходов, вносимый в какую-либо локальную область (поле, овраг и пр.), не может быть большим. При превышении критического объема, природная экосистема перестает справляться с задачей переработки отходов и происходит ее разрушение.

В условиях повышения степени концентрации производства и его интенсивности перед производителями стоит задача *минимизировать вред окружающей среде*, которая решается более-менее успешно при помощи различных очистных сооружений, создания полигонов для захоронения отходов. Затраты на перевозку отходов на полигоны, на работу очистных сооружений дополнительно ложатся на стоимость основной продукции и не вызывают энтузиазма у производителей. В принципе, отходы сельскохозяйственного и пищевого производства являются великолепным сырьем для производства иной продукции, например, удобрений и пищевых добавок. Необходим *новый подход* к решению вышеназванной проблемы. Он заключается в следующем – необходимо снять с производителя заботу об экологии его производства, т.е. проблему переработки и утилизации отходов. Предлагаемая *технология и разработанное оборудование* позволяют перевести проблему отходов с целью недопущения загрязнения окружающей среды в нормальную производственную задачу выпуска продукции, и ее реализации с целью получения прибыли.

Новые подходы к реализации процесса *метанового сбраживания*, ряд примененных аппаратных и технологических новшеств позволили в значительной степени интенсифицировать известный процесс и увеличить эффективность технологии переработки органических отходов, и придать получаемым продуктам новые потребительские качества, востребованные на рынке.

Таким образом, задача *улучшения экологической обстановки* в районах высокой концентрации сельскохозяйственного и пищевого производств решается путем *полной переработки отходов* основного

производства в продукцию, имеющую самостоятельное значение и потенциальную нишу на рынке.

Биомасса отходов сельскохозяйственных животных и птиц представляет собой масштабный источник загрязнения окружающей среды. Непрерывное образование и накапливание этих отходов на ограниченных территориях – это серьезнейшая экологическая проблема. В России общее количество таких отходов достигает 1 млрд. м³. Эти отходы относятся к 4 классу опасности и отличаются высокой влажностью, что затрудняет их транспортировку и хранение, и наносят большой вред, загрязняя воздух, почвы, наземные источники и подземные воды.

В то же время эти отходы, как и отходы многих других сельскохозяйственных производств, представляют собой значительный источник возобновляемой энергии. Постоянно растущие цены на ископаемое органическое топливо делают весьма актуальными задачи изыскания альтернативных, постоянно возобновляемых источников энергии. Например, количество энергии, потенциально получаемое только из отходов на территории Приволжского федерального округа, составляет около 30 ГВт в год, что эквивалентно 50 Горьковским ГЭС.

Одним из перспективных способов переработки любых органических отходов является метод метанового сбраживания. Этот метод интересен тем, что он обеспечивает уникальные технологические преимущества, а именно:

- реализацию идеи безотходного производства;
- производство из отходов 2-х полезных продуктов: биогаза и органических удобрений;
- использование биогаза для производства электрической и/или тепловой энергии;
- энергия, производимая при помощи данной технологии, является, в соответствии с Киотским протоколом, т.н. «зеленой» энергией.

Переработка отходов при помощи технологии метанового сбраживания широко распространена в странах ЕС, особенно в Скандинавии и Германии, где производство «зеленой» энергии из возобновляемых источников вносит заметный вклад в энергетический баланс стран и отдельных территорий и имеет тенденцию к заметному росту.

В течение 80-х годов аналогичные технологии развивались и в СССР, но за последние 15 лет данное направление практически сошло на «нет».

Мобильная биоэнергетическая установка (БЭУ) с производительностью 1 м³/сут. отходов была создана компанией «ГРИНТЕК» со-

вместно с партнерами в инициативном порядке с целью демонстрации возможностей технологии, показа технического и технологического уровня решения вышеупомянутых задач – переработки отходов, получения дополнительных возобновляемых энергоресурсов и восстановления и повышения плодородия почв.

БЭУ предназначается для переработки различных отходов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности. В качестве исходного сырья могут быть использованы *любые органические отходы* ферм, птицефабрик, маслобоен, мясоперерабатывающих производств и т.д.

В качестве выходных продуктов получают высокоэффективное *органическое удобрение (кормовые добавки) и биогаз*.

В процессе работы биоэнергетической установки выделяется *биогаз*, представляющий собой смесь метана (CH_4) и углекислого газа (CO_2). Удельная теплота сгорания 5500-6500 ккал/м³.

Выход *газа* составляет от 5 м³ (сырье КРС) до 10 м³ (птичий помет) в сутки с 1 м³ рабочего объема реактора. Газ может быть использован для собственных нужд, выработки электроэнергии.

Исходя из опыта эксплуатации, на собственные нужды установки расходуется не более 20% вырабатываемого газа. Таким образом, *биоэнергетическая установка* является *энергонезависимой* и может покрыть значительную часть энергопотребления основного производства.

Включение биоэнергетических установок в производственный цикл позволяет решить как минимум три задачи:

1. *Утилизировать отходы* в зонах производства и переработки сельхозпродуктов и улучшить экологическую обстановку.

2. Получить *дополнительные энергетические ресурсы* на основе местного возобновляемого сырья, при этом снизив вредные выбросы в атмосферу (Киотский протокол).

3. Получить *дешевые экологически чистые органические удобрения* и обеспечить процесс восстановления и увеличения естественного плодородия почв.

Применение этих удобрений обеспечивает увеличение урожайности от 20 до 350% по различным культурам, уменьшает необходимость применения минеральных удобрений (может полностью их заменить) и пестицидов, что позволяет вести процесс выращивания различных культур экономически более эффективно и получать продукцию с улучшенными потребительскими свойствами – *экологически чистые продукты питания*.

Вышеупомянутая технология может послужить одной из основ для создания **экологически чистых замкнутых циклов интенсивного сельскохозяйственного производства и обеспечения продовольственной независимости страны**, что является одной из основных задач при реализации Национальных проектов в области сельского хозяйства.

Из процесса производства исчезает понятие отходов, т.к. отходы на каком-либо этапе производства являются исходным сырьем в процессе дальнейшей переработки материала. При этом, получаемая в результате передела продукция имеет свою ценность и с успехом может быть использована в процессе производства **экологически чистых продуктов**.

Получаемое органическое удобрение «Урожай-С» – сертификат №РОСС RU.ПР35.СОО 110 ТУ 2186-001-25603567-2000.

Весовая доля влаги не более $90 \pm 5 \%$

Кислотность среды $\text{pH} = 7 - 8$.



Рис. 71. Фотография внешнего вида крупной биологической газовой установки.

ООО «СпецЭнергоСнаб» совместно с партнерами предлагает комплекс услуг по созданию альтернативных возобновляемых источников энергии на базе переработки отходов сельскохозяйственного производства, включая:

- исследование исходного сырья и разработку оптимальной технологической схемы;
- проектирование и согласование проекта;
- поставку основного и вспомогательного оборудования;
- монтаж оборудования;
- пуско-наладочные работы;
- исследования свойств получаемых продуктов и их сертификация;

- поставку газовых электрических генераторов необходимой мощности;
- проведение дополнительных строительно-монтажных работ.

Отходы сельского хозяйства и пищевой промышленности позволяют получать энергию. Энергию из ничего. Такими отходами могут быть навоз скота, свиней, птичий помет, отходы боен, пивная дробина, барда – отходы после получения спирта, свекольный жом, канализационные стоки и др.

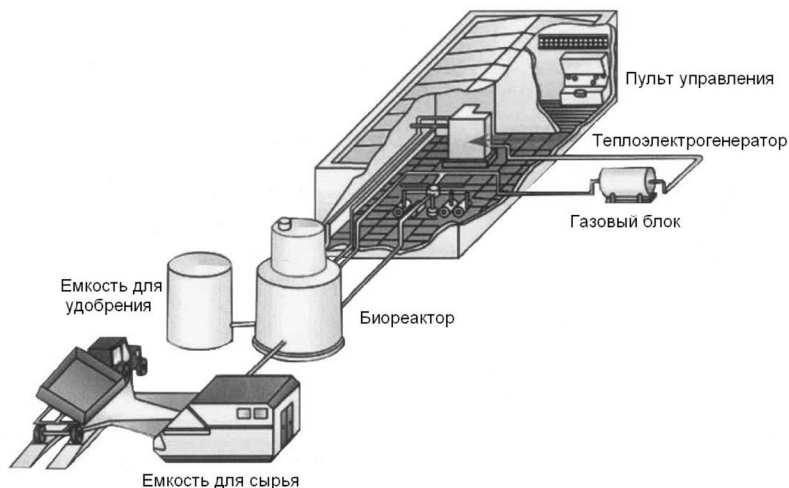


Рис. 72. Технологическая схема биологической газовой установки.

Переработка отходов на биологической газовой установке дает:

биологический газ, который получается в процессе брожения из биологических отходов. Этот газ может использоваться в качестве обычного природного газа для обогрева, выработки электроэнергии. Его можно сжимать, использовать для заправки автомобиля, накапливать, перекачивать, т.е. получается собственная газовая скважина;

- *электроэнергию, которую можно получить из 1 м^3 биологического газа в объеме $2\text{ кВт}\cdot\text{ч}$ (биологический газ, который при сжигании в когенераторе дает электроэнергию);*
- *тепло, которое получается, например, в установке ZORGTM от охлаждения электрогенератора без дополнительного сжигания газа;*
- *биологические удобрения, которые получают после перебраживания биомассы - это экологически чистые жидкие и твердые удобрения (биогумус). Урожаи растут на 40–50%;*

- *утилизацию или очистку* обычных биологических отходов, например, навоза, который нельзя использовать, по крайней мере, 3 года и надо хранить в лагунах. А установка *ZORGTM* перерабатывает эти отходы в удобрение (биоудобрение), готовое к использованию;
- *топливо для автомобиля* – биологический газ после очистки от CO₂ – это метан, которым можно заправлять автомобили.

Таблица 63

Состав удобрений, получаемых в результате переработки различного сырья

Исходное сырье	N общий, %	N аммоний, %	P*, %	K**, %	Влажность, %	pH
Птичий помет	0,2–0,8	0,1–0,5	0,87–1,7	0,4–0,8	80–90	8
Свиной навоз	0,2–1,2		0,1–0,4		80–90	6,3–8,1
Навоз КРС	0,4	0,25	0,2	0,45	80–90	

* P представлен фосфатитами и нуклеопротеидами, которые усваиваются растениями лучше, чем соли минеральных удобрений;

** K – весь находится в жидкой фазе и полностью доступен растениям.

В зависимости от исходного сырья, жидкий шлам, обладающий уникальными свойствами, может быть использован в качестве готового к применению удобрения (переработка навоза, помета) или высокоэффективных кормовых добавок (отходы пищевых производств, пивной промышленности).

Разработанная технология выгодно отличается от других, как по эксплуатационным характеристикам, так и по экологической чистоте процесса.

Другие преимущества удобрений, получаемых с использованием предлагаемой технологии:

а) Азот, содержащийся в исходном сырье, практически весь сохраняется в составе удобрений в аммонийном состоянии или органической форме, более доступных для питания корневой системы растений. Коэффициент использования достигает 80% по сравнению с 30% для необработанного сырья.

б) Под воздействием микробиологических культур, содержащихся в удобрениях, в почвах происходит образование гумусовых материалов, улучшаются качественные характеристики почвы: степень аэрации, инфильтрационная и водоудерживающая способности.

в) Полное обеззараживание. В результате переработки отходов происходит полное уничтожение семян сорняков, патогенов и т.д.

г) Эффект дезодорации. В значительной степени уменьшается интенсивность характерных для отходов запахов.

Качество удобрений, получаемых на установке, регламентируется Техническими условиями (ТУ 2186-001-25603567–2000) России.

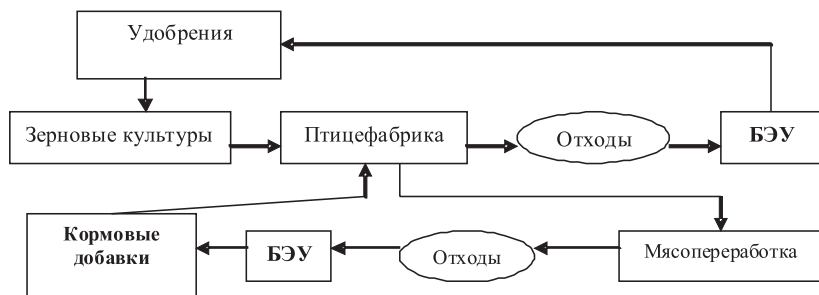


Рис. 73. Принципиальная схема замкнутого экологически чистого цикла сельхозпроизводства.

Замкнутые экологически чистые циклы сельскохозяйственного производства показаны на рис. 73.

Вышеописанная технология может послужить одной из основ для создания экологически чистых замкнутых циклов интенсивного сельскохозяйственного производства. Компания «ГРИНТЕК» разработала типовой ряд биоэнергетических установок для переработки отходов в объеме от 1 до 80 м³/сутки. Технические данные работы БГУ по сырью, газу, тепловой и электрической мощности приведены в табл. 64.

Указанные производительности позволяют закрыть потребности большинства сельхозпроизводителей, от небольшой фермы (5 голов КРС или 50 свиней, или 500 голов птицы – 1 м³/сут. отходов) до значительных производств (700 голов КРС или 6500 свиней, или 70000 голов птицы – 80 м³/сут. отходов). Более производительные комплексы могут быть созданы по специальным проектам.

Таблица 64

Производительность БГУ

Объем реактора		5 м ³	10 м ³	25 м ³	50 м ³	100 м ³	200 м ³	400 м ³
1	Производительность по сырью, м ³ /сут.	1	2	5	10	20	40	80
2	Производительность по газу, м ³ /сут.	20	40	100	200	400	800	1600
3	Эквивалентная тепловая мощность, кВт	5	10	25	40	100	200	400
4	Потенциальная электрическая мощность, кВт	1,7	3,4	7,5	15	35	70	150

Возможности технологии были продемонстрированы во время презентации мобильной биоэнергетической установки (БЭУ) 18 июля 2006 г. в Нижегородской области. БЭУ создана на высоком технологическом уровне, не уступающем зарубежным аналогам.

Новые подходы к реализации процесса метанового сбраживания и ряд примененных аппаратных и технологических новшеств позволили в значительной степени интенсифицировать процесс и увеличить эффективность технологии переработки органических отходов. Разработанная технология выгодно отличается от остальных как по эксплуатационным характеристикам, так и по экологической чистоте процесса. Выход биогаза на 30–40% выше, металлоемкость установки меньше в 2–2,5 раза по сравнению с аналогами.

Конструктивные особенности аппаратов позволяют вести процесс непрерывно. Система автоматики на базе персонального компьютера обеспечивает контроль и оптимизацию параметров работы установки, сигнализацию аварийных ситуаций. Стоимость установок на 40–50% ниже зарубежных. При серийном производстве стоимость будет снижена еще на 20–25%.



Рис. 75. Общий вид мобильной БЭУ фирмы «ГРИНТЕК».

Компания «ГРИНТЕК» готова к производству биоэнергетических установок и комплектации ими высокотехнологичных объектов животноводства в рамках реализации Национального проекта в области сельского хозяйства.

Целесообразно было бы реализовать ряд показательных объектов (с производительностью 20 – 40 м³/сут. отходов) в различных областях Кыргызской Республики для привлечения внимания как сельхозпроиз-

водителей, так и местных властей к данным проблемам (экология, возобновляемые энергоресурсы, повышение плодородия почв) и возможным путям их решения.

7.6. Биогазовая установка типа ZORG™

Производит биогаз и биоудобрения из биоотходов сельского хозяйства и пищевой промышленности путем бескислородного брожения (анаэробного сбраживания).

Биогазовая установка – самая активная система биологической очистки. Система, которая выполняет функцию утилизации, переработки и очень быстро самоокупается. Отличия от других систем биоочистки: 1) биогазовая установка не потребляет энергию, а производит ее; 2) энергия нужна предприятию самому, а продукты других так называемых систем очистки (сухой корм или сушеный навоз) нужно еще продавать.

В качестве сырья можно использовать навоз крупного рогатого скота (КРС), навоз свиней, птичий помет, отходы бойни (кровь, жир, кишки, каньгу), отходы растений, силос, прогнившее зерно, канализационные стоки, жиры, биомусор, отходы пищевой промышленности, солодовый осадок, выжимку, послеспиртовую барду, барду биоэтанольного завода, пивоваренную дробину (отходы дробленого солода после фильтрации сусла), свекольный и фруктовый жом, свекольную ботву, технический глицерин (от производства биодизеля), мезгу и другие отходы крахмало-паточного производства, молочную сыворотку, флотат-массу, твердый сепарированный осадок станций флотации городских очистных сооружений, водоросли. Большинство видов сырья можно смешивать с другими видами сырья.

Назначение биогазовой установки ZORG™

БГУ обеспечивает переработку биологических отходов. Результатами переработки отходов является:

- экологическая очистка;
- получение газа-метана;
- получение биоудобрений;
- экономия капитальных затрат (для новых строящихся предприятий);
- дополнительные выгоды (при установке дополнительных модулей);
- получение электрической энергии;
- получение тепла на отопление и горячее водоснабжение;
- получение топлива для автомобилей.

Утилизация или очистка отходов с/х производства

Биогазовая установка своим присутствием позволяет уменьшить санитарную зону (расстояние от предприятия – источника отходов до жилой зоны) с 500 до 150 м. Для многих предприятий цена вопроса экологии часто сопоставима с жизнью предприятия.

Размеры устаревших отстойников и лагун огромны и запахи от них стоят тоже соответствующие. Площадь биогазовой установки же меньше площади лагун и навозохранилищ в несколько раз. В лагунах (навозохранилищах) вода в отходах связана коллоидными соединениями и испаряется мало. А после биогазовой установки масса переброжена, вода отсепарирована и испарение идет легко. Переброженную массу можно сразу разливать на поля как удобрение, а не ждать 3 года. Таким образом, можно иметь лагуны площадью меньше в 5 раз! Капитальные затраты на строительство лагун – это просто выкинутые деньги. А, сделав вложение в биогазовую установку, Вы возвращаете деньги с прибылью и более эффективно используете земельные площади. Строительство биогазовой установки актуально не только для новых строящихся ферм, но, и для старых. Ведь обычно старые лагуны переполнены под завязку и их ремонты выливаются в круглые суммы.

Если некоторые отходы можно просто хранить в отстойниках, то на утилизацию некоторых (например, на отходы бойни) необходимо затрачивать энергию и средства. Вместо энергозатратного получения мясокостной муки лучше получать газ.

При использовании обычных отстойников, свалок и лагун фильтрат часто попадает в грунтовые воды, отчего болеют люди и животные, а предприятию санэпидемстанция выписывает огромные штрафы. Вы можете посмотреть, например, во что только обходится лечение животных. Используя систему очистки, Вы сделаете так, что Ваши животные, и Вы сами будете меньше болеть, тратить меньше на лекарствах и забудете о штрафах.

При комплектации биогазовой установки устройствами с дополнительной степенью очистки, как например, фильтр-прессы, декантеры, можно понизить уровни ХБК и БПК до приемлемых для слива в канализацию или существующие заводские очистные. ХБК – химическая потребность в кислороде и БПК биологическая потребность в кислороде. Биогазовая установка позволяет убрать основную массу загрязняющих органических веществ (уменьшается содержание 60–70% органики в стоках).

Получение биогаза

Биогаз – это газ, состоящий примерно из 50–70% метана (CH_4) 50–30% углекислого газа (CO_2). Синонимами для биогаза являются такие слова, как канализационный газ или болотный газ, газ-метан. Различные виды микроорганизмов метаболизируют углерод из органических субстратов в бескислородных условиях (анаэробно). Этот процесс, называемый гниением или бескислородным брожением, следует за цепью питания. В процессе брожения из биоотходов вырабатывается биогаз. Этот газ может использоваться как обычный природный газ для технологических целей, обогрева, выработки электроэнергии. Его можно накапливать, перекачивать, использовать для заправки автомобиля или продавать соседям. Для работы электрогенераторов биогаз используется без какой либо очистки.

Биогаз по своим характеристикам близок к природному газу. Если на предприятии используются регулируемые горелки, то биогаз только осушают и удаляют примеси сероводорода и аммиака. Если горелки не регулируемые, то устанавливают систему очистки от углекислого газа.

Для заправки автомобилей устанавливается дополнительная система очистки. После такой системы очистки полученный газ – полный аналог природного газа (90% метана (CH_4) и 10% углекислого газа (CO_2)). Вторым продуктом очистки биогаза является CO_2 . Этот газ тоже идет в прибыль. Его можно использовать как сухой лед, для газировки или технических целей.

Все понимают, что дальнейшие подорожание газа неизбежно и значительно. Протяжка километров газопровода стоит миллионов долларов. Вместо того, чтобы строить газопроводы, за эти или даже меньшие средства можно построить биогазовые установки. По проложенному газопроводу за газ еще нужно платить, а газ от биогазовой установки – почти бесплатен (менее 30 евро за 1000 м³). Биогазовая установка является лучшим решением по автономному газоснабжению и газификации удаленных районов.

Получение биоудобрений

При использовании таких сбалансированных биоудобрений урожайность повышается на 30–50%. Обычный навоз, барду или другие отходы нельзя эффективно использовать в качестве удобрения 3–5 лет. При использовании же биогазовой установки биотходы перебраживают и переброженная масса тут же может использоваться как высокоэффективное биоудобрение. Дело даже не только в экологии, а в простой выгоде. В обычных биотходах (например, навоз) минеральные вещества связаны химически с органикой. Это осложняет усвоение их растениями.

ми. Для примера, минерализация в природном навозе 40%. В переброженной массе минерализация 60%. Т.е. минералы уже больше не связаны с органикой. Переброженная масса – это готовые, экологически чистые, жидкие и твердые биоудобрения, лишённые нитритов, семян сорняков, патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, специфических запахов. При использовании таких сбалансированных биоудобрений урожайность повышается на 30–50%.

Биогазовая установка даёт удобрения высочайшего качества. Биоудобрения стоит продавать. Эти удобрения по качеству выше минеральных, а их себестоимость равна практически «0». Продавать удобрения можно соседям.

Экономия капитальных затрат

Для новых строящихся комплексов, если не устанавливать биогазовую установку придётся протягивать газопровод, линию электропередачи, устанавливать резервные дизель-генераторы и строить отстойники – лагуны. За эти деньги можно частично построить биогазовую установку. Экономия капитальных затрат составляет 30–40% от стоимости биогазовой установки.

Получение электроэнергии

Из 1 м³ биогаза в генераторе можно выработать **2 кВт электроэнергии**. Причем электричество без перепадов как в общественной сети. Установив биогазовую установку, Вы будете иметь свою электроэнергию всегда по одной цене – почти бесплатно. Почти – это 0,01 \$ за кВт.

Получение тепла

Тепло от охлаждения генератора или от сжигания биогаза можно использовать для обогрева предприятия, технологических целей, получения пара, сушки семян, сушки дров, получения кипяченой воды для содержания скота.

Возле биогазовых установок можно возродить и ставить новые теплицы. Тепло можно получать как при сжигании газа специально, так и отбирать тепло, которое получается при охлаждении электрогенератора. Например, можно отапливать 2 га теплиц только от одного охлаждения электрогенератора, т.е. не сжигая газ специально для получения тепла. В себестоимости тепличных огурцов, помидоров, цветов 90% затрат – это тепло и удобрения. Выходит, что возле биогазовой установки теплица может работать с 300–500% рентабельностью.

Тепло также может использоваться для приведения в действие испарителей рефрижераторов, что может применяться, например, для охлаждения свежего молока на молочных фермах или для хранения мяса, яиц.

Получение топлива для автомобилей

После доочистки биогаза получается биометан (90–95% метана, остальное CO_2). Биометан ничем не отличается от природного газа по составу или свойствам. Отличие только в происхождении. Таким метаном можно и стоит заправлять технику.

Сегодня уже существует огромная сеть заправочных метановых станций. В условиях подорожания солярки использование метана становится более выгодным. Компания ЗОРГ строит биогазовые станции вместе с системой очистки и заправочной метановой станцией. Также мы беремся переоборудовать технику под метан. Переоборудование единицы техники обойдется в 2200 евро со всеми материалами и работами. Такая биогазовая заправочная станция окупается менее чем за полгода.

Себестоимость метана – 20 евро за тыс. m^3 , а стоимость солярки 900 евро за 1000 л.

1 л солярки – эквивалент 1 m^3 метана.

7.7. Принцип работы биогазовой установки ZORG™

Жидкие биоотходы перекачиваются на биогазовую установку фекальными насосами по бардопроводу или трубопроводу навозоудаления. Канализационная насосная станция (КНС) находится в специальном технологическом помещении. Твердые отходы (например, навоз, помет) доставляются по транспортерной ленте, а с хранилища помета или навоза – трактором. Жидкие отходы попадают не прямо в реактор, а в предварительную емкость. В этой емкости происходит гомогенизация массы и подогрев (иногда охлаждение) до необходимой температуры. Обычно объем такой емкости на 2–3 дня.

Твердые отходы могут сгружаться в емкость с жидкими отходами и перемешиваться с ними. Либо твердые отходы загружаются в специальный шнековый загрузчик. Из емкости гомогенизации и загрузчика твердых отходов биомасса (навоз или помет или барда) поступает в реактор (другое название биореактор, метантенк, ферментатор). Реактор (биореактор, метантенк, ферментатор) является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром из кислотостойкого железобетона. Это конструкция теплоизолируется слоем утеплителя. Толщина утеплителя рассчитывается под конкретные климатические условия. Внутри реактора (метантенка, ферментатора) поддерживается фиксированная для микроорганизмов температура. Температура в реакторе мезо-

фильная (30–41°C). В отдельных случаях применяются реакторы с термофильным режимом (около 55°C). Перемешивание биомассы внутри реактора производится несколькими способами. Способ перемешивания выбирается в зависимости от типа сырья, влажности и других параметров. Перемешивание производится наклонными миксерами, миксерами типа «падл-гигант», погружными мешалками. Материал всех перемешивающих устройств – нержавеющая сталь. В отдельных случаях перемешивание не механическое, а гидравлическое. Т.е. масса раздается насосами по трубкам в слой, где живут колонии бактерий. Реакторы бывают с деревянным или железобетонным сводом. Срок службы реактора более 25–30 лет.



Рис. 76. Схема биогазовой установки ZORG™.

Подогрев реактора ведется теплой водой. Температура воды на входе в реактор 60°C. Температура воды после реактора около 40°C. Система подогрева – это сеть трубок, находящихся внутри стенки реактора, либо на ее внутренней поверхности. Если биогазовая установка комплектуется когенерационной установкой (тепло-электрогенератором), то вода от охлаждения генератора используется для подогрева реактора. Температура воды на выходе генератора – 90°C. Эта вода смешивается с водой (40°C) и поступает в реактор с температурой 60°C. Вода специально подготовленная и рециркуляционная. В зимний период биогазо-

вой установке требуется до 70% вторичного тепла, отведенного от теплоэлектрогенератора. В летний – около 10%. Если биогазовая установка работает только на производство газа, тогда теплая вода берется от специально установленного водогрейного котла. Затраты тепловой и электрической энергии на нужды самой установки составляют от 5 до 15% всей энергии, которую дает биогазовая установка.

Среднее время гидравлического отстаивания внутри реактора (в зависимости от субстратов) – 20–40 дней. На протяжении этого времени органические вещества внутри биомассы метаболизируются (преобразовываются) микроорганизмами. Для кукурузного силоса период брожения составляет 70–160 дней. Период брожения определяет объем реактора.

Всю работу по сбраживанию отходов проделают анаэробные микроорганизмы. В биореактор микроорганизмы вводятся один раз при первом запуске. Дальше никаких добавок микроорганизмов и дополнительных затрат не требуется. Введение микроорганизмов производится одним из трех способов: 1) введение концентрата микроорганизмов; 2) добавление свежего навоза или 3) добавление биомассы с другого действующего реактора. Обычно используется 2 и 3 способ из-за дешевизны. В навозе микробы присутствуют и попадают в него еще из кишечника животных. Эти микроорганизмы полезны и не приносят вреда человеку или животным. К тому же реактор – это герметичная система. Поэтому реакторы, а точнее их назвать ферментерами, располагаются в непосредственной близости от фермы или производства.

На выходе имеем два продукта: биогаз и биоудобрения (компостированный и жидкий субстрат).

Биогаз сохраняется в емкости для хранения газа – газгольдере. Здесь в газгольдере выравниваются давление и состав газа. Газгольдер ZORG™ это высокопрочная растягивающаяся EPDM мембрана. Материал мембраны стоек к солнечному свету, осадкам и испарениям в реакторе. Срок службы газгольдера 15 лет. Газгольдер герметически накрывает реактор сверху. Над газгольдером накрывается дополнительно тентовое покрытие. В пространство между газгольдером и тентом закачивается воздух для создания давления и теплоизоляции. В отдельных случаях газгольдер представляет собой многокамерный мешок. Такой мешок, в зависимости от проектного решения, может крепиться сверху бетонного свода ремнями, либо в специальной бетонной емкости. Запас объема газгольдеров обычно 0,5–1 день.

Из газгольдера идет непрерывная подача биогаза в газовый или дизель-газовый теплоэлектрогенератор. Здесь уже производится тепло

и электричество. 1 м³ газа дает 2 кВт·ч электрической и 2 кВт·ч тепловой энергии. Крупные биогазовые установки имеют аварийные факельные установки на тот случай, если двигатель/двигатели не работают и биогаз надо сжечь. Газовая система может включать в себя вентилятор, конденсатоотводчик, десульфуратор и т.п.

Всей системой управляет система автоматики. Система контролирует работу насосной станции, мешалок, системы подогрева, газовой автоматики, генератора. Для управления достаточно всего 1 человека 2 часа в день. Этот человек ведет контроль с помощью обыкновенного компьютера. После 2-х недельного обучения на установке может работать человек без особых навыков, т.е. после училища.

Переброшенная масса – это биоудобрения, готовые к использованию. Жидкие биоудобрения отделяются от твердых с помощью сепаратора и сохраняются в емкости для хранения биоудобрения. В Германии этот субстрат – аммиачная вода в основном используется как удобрение из-за высокой концентрации аммиака (NH₄). Твердые удобрения хранятся на специальном участке. Из емкости хранения жидких удобрений насосами масса перекачивается в бочки-прицепы и вывозится на свои поля или на продажу. Как вариант, возможна комплектация биогазовой установки линией фасовки и упаковки биоудобрений в бутылочки по 0,3; 0,5, 1,0 л. Если биоудобрения не представляют никакого интереса для собственника, что вообще странно, и требуется избавиться от жидкого субстрата, тогда биогазовая установка комплектуется устройствами с дополнительными степенями очистки.

В случае, когда предприятию требуется не электроэнергия, а газ для заправки автомобилей, биогазовая установка комплектуется системой очистки и метановой заправочной станцией. Система очистки биогаза – устройство по отделению CO₂ из биогаза. Например, если требуется техническая углекислота, то по принципу абсорбера – десорбера. Содержание углекислого газа доводится с 40 до 10% (и даже 1%, если требуется). Такой вариант может быть чрезвычайно интересен, ввиду дороговизны солярки.

Для отдельных видов сырья описанный выше способ требует коррекции. Например, такой способ совершенно недопустим для моносырья, такого как послеспиртовая барда и пивная дробина. В таком случае используется двухстадийная технология с дополнительными реакторами гидролиза. Особенностью процесса является поддержание уровня кислотности в реакторах гидролиза. Технология запатентована компанией ZORG и тщательно охраняется, что делает невозможным дру-

гим компаниям, даже если им станет известно ноу-хау, использовать этот метод и устройство.

Установка на себя потребляет всего 10–15% энергии зимой и 3–7% летом. Для работы очень большой установки достаточно 1 человека 2 часа в день.

Состав оборудования и сооружений биогазовой установки:

1. Емкость гомогенизации.
2. Загрузчик твердого сырья.
3. Реактор (другое название – биореактор, метантенк, ферментатор).
4. Мешалки.
5. Газгольдер (хранилище газа).
6. Система смешивания воды и отопления.
7. Газовая система.
8. Насосная станция.
9. Сепаратор.
10. Приборы контроля.
11. КИПиА с визуализацией.
12. Аварийные факельные горелки и система безопасности.

Фотографии частей биогазовой установки



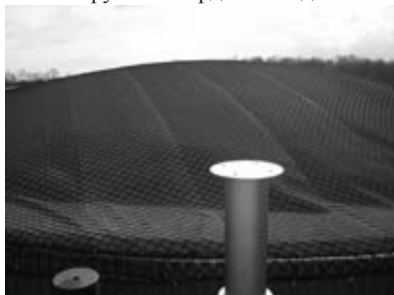
Реактор изнутри.



Загрузчик твердых отходов.



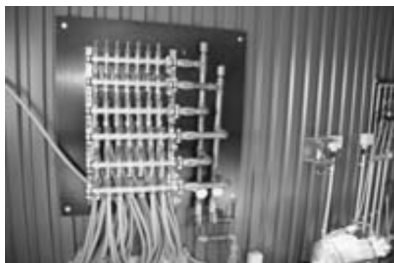
Насосная станция.



Аварийный факел.



Газгольдер.



Контроль мутности биомассы.



Ко-генератор в контейнере.



Сепаратор.



Ко-генератор.



КИП и А.



Визуализация процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение биоэнергетических установок в производственный цикл позволяет решить, как минимум, три задачи:

1. **Утилизировать отходы** в зонах производства и переработки сельхозпродуктов и улучшить экологическую обстановку.

2. Получить **дополнительные энергетические ресурсы** на основе местного возобновляемого сырья.

3. Получить **дешевые экологически чистые органические удобрения** и обеспечить процесс восстановления и увеличения естественного плодородия почв.

Показатели топливно-энергетического комплекса Кыргызской Республики

Показатели топливно-энергетического комплекса Кыргызской Республики можно проиллюстрировать следующей таблицей:

Таблица 65

Вид топлива	Запасы	Производство	Потребление
Уголь	2317 млрд. т	538 тыс. т	538 тыс. т
	1983,4 млрд. т у.т.	460,6 тыс. т у.т.	460,6 тыс. т у.т.
Природный газ	4700 млн. м ³	24 млн. м ³	960 млн. м ³
	6439 тыс. т у.т.	32,88 тыс. т у.т.	1315,2 тыс.т у.т.
Нефть	20,2 млн. т	122 тыс. т	714 тыс. т
	29,1 млн. т у.т.	175,7 тыс. т у.т.	1028,2 тыс. т у.т.
Гидроэнергетика	162,7 млрд. кВт·ч	12,6 млрд. кВт·ч	9,085 млрд. кВт·ч
	19,85 млн. т у.т.	1,54 млн. т у.т.	1,11 млн. т у.т.
Солнечная энергия	41,6 млрд. т у.т.		
Геотермальные источники	20,9 млрд. т у.т.		
Ветер	4,3 млрд. т у.т.		
МикроГЭС	1,72 млрд. т у.т.		
Биогаз	1,21 млрд. т у.т.		

Как видно из табл. 65, данные по использованию солнечной, геотермальной, ветровой и гидравлической энергии от микроГЭС отсутствуют, несмотря на сравнительно большие запасы. Это говорит о том, что в республике пока очень мало уделяется внимания альтернативным нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии.

Запасы биомассы в Кыргызстане, млн. м³ в год.

КРС – 730

МРС – 219

Лошади – 105

Свиньи – 25

Птицы – 36

Коммунальное хозяйство – 8.

Данные взяты из материалов Совета по развитию нанотехнологий в КР.

Единицы измерения. Взаимосвязь энергетических эквивалентов

Таблица 66

Единицы измерения

j	w	h	Kilo (к)		Mega (М)		Giga (Г)		Tera (Т)		Peta (П)	
			KJ	кВт·ч	MJ	МВт·ч	GJ	ГВт·ч	TJ	ТВт·ч	PJ	ПВт·ч
Дж	Вт	с	10 ³	10 ³	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁹	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹⁵	10 ¹⁵

Таблица 67

Взаимосвязь энергетических эквивалентов

	Кгуд	т. у.т.	кВт·ч	МДж	Показатель						баррель (нефти)
					Мкал	т (нефти)	м ³ (нефти)	м ³ (газа)	т (угля)	баррель (нефти)	
1 кг у.т.	—	10 ⁻³	8,12	29,2	7,0	0,693·10 ⁻³	8,09·10 ⁻⁴	0,73	1,168·10 ⁻³	5,08·10 ⁻³	
1 т у.т.	10 ³	—	8,12·10 ³	29,2·10 ³	7·10 ³	0,693	0,809	730	1,168	5,08	
1 кВт·ч	0,122	0,122·10 ⁻³	—	3,596	0,856	8,5·10 ⁻⁵	9,88·10 ⁻⁵	0,0893	1,428·10 ⁻⁴	6,22·10 ⁻⁴	
1 МДж	0,0342	0,03425·10 ⁻³	0,278	—	0,2397	2,38·10 ⁻⁵	2,768·10 ⁻⁵	0,025	4·10 ⁻⁵	1,742·10 ⁻⁴	
1 Мкал	0,142	0,142·10 ⁻³	1,167	4,171	—	9,9·10 ⁻⁵	1,152·10 ⁻⁴	0,104	1,66·10 ⁻⁴	7,26·10 ⁻⁴	
1 т нефти	1,44·10 ³	1,44	11,76·10 ³	42·10 ³	10096,1	—	1,128	1050	1,68	7,30	
1 м ³ нефти	1236	1,236	10117	36120	8682,7	0,806	—	903,0	1,44	6,29	
1 м ³ газа	1,37	1,37·10 ⁻³	11,2	40,0	9,6	9,52·10 ⁻⁴	1,058	—	1,6·10 ⁻³	6,96·10 ⁻³	
1 т угля	856	0,856	7000	25·10 ³	6000	0,595	0,692	625	—	4,355	
1 баррель нефти	196,5	0,196	1607	5,74·10 ³	1377	0,137	0,159	143,5	0,23	—	
1 ккал	0,142·10 ⁻³	0,142·10 ⁻⁶	1,167·10 ⁻³	4,171·10 ⁻³	—	9,9·10 ⁻³	1,152·10 ⁻⁷	0,104·10 ⁻³	1,166·10 ⁻⁷	7,26·10 ⁻⁷	

Пример:

Сжигание 1 т природного газа (около 1000 м³)=сжиганию 1,2 т мазута;

= -//- 1,8 т каменного угля;

= -//- 4,4 т бурого угля(от 3-х до 4,4 т);

= -//- 4,4-5,5 т торфа;

= -//- 4,6 т (около 6 м³) дров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аметистов Е.В.* Основы современной энергетики в 2-х томах. – М.: Изд-во МЭИ, 2008.
2. *Виссарионов В.И.* Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2007.
3. *Харченко Н.В.* Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика в 3-х частях / Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.П. Шиллере. – М.: Стройиздат, 1990.
5. *Хайрих Г., Найорк Х., Нейстлер В.* Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1986.
6. Техничко-экономические характеристики ветроэнергетики: Методическое пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 1997.
7. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии / Под ред. В.И. Виссарионова. – М., 2004.
8. Техничко-экономические характеристики малой гидроэнергетики: Методическое пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2001.
9. Техничко-экономические характеристики солнечной энергетики на основе фотоэлектрических энергоустановок: Методическое пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 1997.
10. *Денисенко Г.И.* Возобновляемые источники энергии. – Киев: Высшая школа, 1983.
11. Курс лекций летней школы по возобновляемым источникам энергии. Акад. наук Респ. Узбекистан. НПО «Физика – Солнце». – Ташкент, 2007.
12. *Дьяков А.Ф.* Ветроэнергетика России. – М.: Изд-во МЭИ, 1996.
13. *Агеев В.А.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (курс лекций). – М.: Изд-во МЭИ, 2004.
14. *Пантелеев В.П., Аккозиев И.А.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Методическое пособие. – Бишкек, Изд-во КРСУ, 2008.
15. *Журавлев О. В.* Применение и эксплуатация кислотно-свинцовых герметичных аккумуляторов. [http:// www.solarhome.ru](http://www.solarhome.ru).

16. *Котомин В.Э.* Зарядные устройства для химических источников тока. [http: // www.solarhome.ru](http://www.solarhome.ru).
17. *Email: info2@solarhome.ru*
18. *Мохов В.В., Фомичева Е.В.* Биоэнергетические установки для переработки отходов сельскохозяйственного производства. (ООО «ГРИНТЕК»). [http: // www.agro-consult.ru](http://www.agro-consult.ru).
19. *Пешехонов Н.И.* Проектирование газоснабжения. – Киев, 1970.
20. *Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М.* Биогаз: теория и практика. – М.: Колос, 1982. – 148 с.
21. *Дж. Твайделл, А. Уэйр.* Возобновляемые источники энергии / Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
22. *СНиП 34.11.76* «Горячее водоснабжение». – М.: Госстрой, 1976.
23. *Соуфер С., Заборски О.* Биомасса как источник энергии. – М.: Мир, 1985. – 368 с.
24. *Веденев А. Г., Маслов А. Н.* Строительство биогазовых установок. Краткое руководство. – Бишкек: «Евро», 2006. – 28 с.
25. *СНиП 2.04.08-87**, Газоснабжение, 1999.
26. *Жирков В., Герман А.* Основы строительства биогазовой установки для анаэробной переработки сельскохозяйственных отходов. – Бишкек: «Евро», 2006. – 28 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Характеристика альтернативных источников энергии	5
1.1. Солнечная энергетика	5
1.2. Солнечные коллекторы	27
1.3. Ветроэнергетика	45
1.4. Гидроэнергетика	60
Глава 2. Геотермальная энергетика	72
2.1. Тепловые насосы	72
Глава 3. Инверторные системы	81
3.1. Система переменного тока	81
3.2. Инверторы МАП «Энергия»	86
Глава 4. Электронные системы автоматического пуска мини-электростанций	102
4.1. Система автоматического пуска (САП) миниэлектростанций с инвертором МАП	104
4.2. Инструкция по использованию САП «Энергия»	109
4.3. Инструкция по использованию ЖКИ индикатора	113
при просмотре и установке параметров САП	113
4.4. Меню параметров САП (настроено по умолчанию)	114
4.5. Дополнительные инструкции по работе с мини-электростанциями и возможные неисправности	117
4.6. Приложение	120
4.7. Гарантийные обязательства поставщика	122
Глава 5. Химические источники тока. Аккумуляторные батареи	123
5.1. Емкость аккумуляторной батареи	124
5.2. Выбор емкости аккумуляторной батареи	125
5.3. Типы свинцовых аккумуляторных батарей	126
5.4. Рекомендации по установке АБ в НВИЭ	128
5.5. Применение и эксплуатация кислотно-свинцовых герметичных аккумуляторов	136
Глава 6. Зарядные устройства для химических источников тока	143
6.1. Свинцово-кислотные аккумуляторы	144
6.2. Свинцово-кислотные герметичные аккумуляторы	145
6.3. Сравнительные характеристики аккумуляторных батарей, изготовленных по технологии AGM и Gel.	150

6.4. Ориентировочное время работы аккумуляторов при различных нагрузках	154
6.5. Общие характеристики аккумуляторных батарей	156
6.6. Технические характеристики полностью необслуживаемых аккумуляторов	157
6.7. Корейские аккумуляторы HANKOK	158
6.8. Аккумуляторы типа SKAT	159
Глава 7. Биоэнергетические установки	160
7.1. Биологические газовые установки.....	160
7.2. Расчет основных параметров биогазовой установки	160
7.3. Работа и обслуживание биогазовой установки	175
7.4. Технические характеристики типовых БГУ	179
7.4. Технические характеристики типовых БГУ	179
7.5. Переработка отходов сельскохозяйственного производства	182
7.6. Биогазовая установка типа ZORG™	190
7.7. Принцип работы биогазовой установки ZORG™	194
Заключение	200
Литература	202

В.П. Пантелеев, И.А. Аккозиев, И.И. Галанина, Д. Сулайманова

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЛИЩНОГО КОМПЛЕКСА
ОТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
Справочно-методическое пособие

Редактор И.С. Волоскова
Компьютерная верстка: А.С. Шелестова
Подписано в печать 1.04.09
Формат 60×84 1/16
Офсетная печать. Объем 13 п. л.
Тираж 100 экз. Заказ 30

Издательство КРСУ
720000, Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, Бишкек, ул. Горького, 2.