

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы,

д.т.н. _____ В.Л. Бурковский

Ответственный исполнитель,

д.т.н. _____ А.М. Литвиненко

Исполнитель темы,

к.т.н _____ А.В. Романов

Исполнитель темы,

_____ О.Г. Левина

Реферат

Отчет с., ч., рис., табл., источников,

Прил.

ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКИ, СИГМЕНТНЫЕ ВЕТРОЭЛЕКТРО - ГЕНЕРАТОРЫ, МЕХАНИЧЕСКИЕ УЗЛЫ, ПОДШИПНИКОВЫЕ УЗЛЫ, КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ

Объектом исследования является сегментные ветроэлектродгенераторы предназначенные для выработки электроэнергии без применения мультипликаторов.

Цель работы: создание макетного образца ветроэлектродгенератора.

В процессе работы проводились расчеты по выбору основных механических узлов и проектирование основных деталей.

В результате исследования впервые был создан макетный образец ветроэлектродгенератора номинальная мощность 100 Вт.

Основным конструктивным показателем является возможность эксплуатации без использования мультипликатора.

Эффективность установки определяется отсутствием мультипликатора, что приводит к повышению надежности.

Содержание

	стр.
Список исполнителей	2
Реферат	3
Введение	5
Основная часть	
Назначение изделия	6
Технические характеристики	6
Устройство и принцип работы	7
Основные конструктивные узлы	8
Описание блока управления	10
Указание мер безопасности	14
Перечень основных узлов.....	14
Список использованных источников	17

Введение

В результате выполнения проекта «АВТОНОМНЫЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НА БАЗЕ СЕГМЕНТНЫХ ВЕТРОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ (ВЭГ)» были составлены два промежуточных отчета.

В отчете за октябрь приведена оценка современного состояния решаемой научно - технической проблемы, основание и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения проекта, обоснованно актуальность и новизна темы, приведена аналитическая оценка изменения интенсивности электромагнитного поля при перемещении сегмента статора в сегментных ВЭГ.

Приведен выбор главных размеров генератора, сведены в таблицу основные элементы ВЭГ мощностью 100 Вт.

В отчете за ноябрь приведен расчет механизмов вращения с расчетом жесткости опор, а также приведены чертежи основных элементов ВЭГ.

В основном отчете приведена полностью таблица элементов ВЭГ, приведен полный комплект чертежей, приведено назначение изделия, его технические характеристики, устройство и принцип работы, состав изделия, описание схемы блоков управления, указание мер безопасности.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

1.1. Установка ветроэнергетическая ВЭУ-СА1 предназначена для преобразования кинетической энергии ветра в электрическую и может использоваться в качестве автономного источника электроэнергии постоянного тока ($12,5 \pm 2$) В и переменного тока с напряжением прямоугольной формы (220 ± 22) В и частотой (50 ± 2) Гц для питания различных потребителей: радио - телеприемной аппаратуры, осветительных приборов, электрообогревателей, маломощных электронасосов и др.

Условное обозначение установки при заказе: «Установка ветроэнергетическая ВЭУ-СА1».

Установка может эксплуатироваться при следующих внешних условиях:

температура окружающего воздуха от минус 20 до 50 °С;

относительная влажность до 100% при температуре 25 °С;

атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст. .

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Установка имеет следующие характеристики:

рабочий диапазон скоростей ветра от 6 до 25 м/с;

скорость вращения ветроколеса в рабочем диапазоне скоростей ветра ($60 \div 10$) об/мин;

выходное напряжение постоянного тока ($12,5 \pm 2$) В;

выходное напряжение переменного тока (220 ± 22) В (форма напряжения прямоугольная) ;

частота переменного тока (50 ± 2) Гц;

максимальная суммарная выходная мощность установки при работе от генератора (в рабочем диапазоне скоростей ветра) – 120 Вт. $\cos\varphi = 0,9$.

максимальная выходная мощность установки при работе от

аккумуляторной батареи (6СТ-55М2) в течение 10 часов: при работе только канала переменного тока – 48 Вт, при работе только канала постоянного тока – 60 Вт, при работе обоих каналов – 50 Вт;

высота мачты 5,5 м;

диаметр ветроколеса 1,2 м;

масса установки без аккумуляторной батареи и без упаковки не более 130 кг.

2.2. По исполнению защиты от поражения электрическим током составные части установки относятся к классам (ГОСТ 12. 2. 007. 0-75):

Генератор – класс 01; блок управления – класс 01; блок сопротивлений – класс 111.

3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1. Принцип работы установки заключается в преобразовании ветроколесом кинетической энергии ветра в энергию вращающегося вала, которая далее преобразуется генератором в электрическую энергию.

В рабочем положении стойка генераторная установлена вертикально на опоре и закреплена с помощью анкеров и растяжек. Ветроколесо закреплено на валу генератора, а стабилизатор закреплён на поворотной платформе. Генератор и поворотная платформа входят в состав стойки генераторной. Стойка генераторная, блок управления, блок сопротивлений и аккумуляторная батарея соединены между собой кабелями.

Набегающий поток воздуха воздействует на стабилизатор и ориентирует поворотную платформу с установленным на ней генератором так, что плоскость вращения ветроколеса, закреплённого на валу генератора, устанавливается перпендикулярно направлению ветра. Ветроколесо под воздействием потока воздуха вращает вал генератора, который вырабатывает электроэнергию трехфазного тока с номинальным напряжением 230 В и номинальной частотой 50 Гц. Электроэнергия от генератора по кабелю и соединённому с ним кабелю поступает на блок управления, который

обеспечивает формирование и выдачу потребителю постоянного напряжения $(12,5 \pm 2)$ В и однофазного напряжения (220 ± 22) В частотой (50 ± 2) Гц.

4. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ УЗЛЫ

В состав стойки генераторной входят: стойка опорно-поворотная, генератор, кабель К1.

Стойка ОПОРНО-поворотная состоит из трех трубчатых секций (верхней, средней и нижней), соединенных фланцами. На верхней секции на двух подшипниках закреплена поворотная платформа, на которой закреплен генератор. Выходные клеммы генератора соединены с разъемом ШР2, расположенным на нижней секции, кабелем К1, проложенным внутри стойки опорно-поворотной. Поворотная платформа снабжена ограничителем и пружиной с малой жесткостью. Ограничитель предотвращает закручивание кабеля К1 более чем на 1,9 оборота в одну сторону от среднего положения. Пружина возвращает поворотную платформу в среднее положение при отсутствии ветра.

Генератор (Г) предназначен для преобразования энергии вращающегося вала в электрическую энергию. Генератор бесконтактный, трехфазный с возбуждением от постоянных магнитов.

Стабилизатор предназначен для ориентирования плоскости вращения ветроколеса перпендикулярно направлению ветра по принципу флюгера. Он крепится на платформе поворотной стойки генераторной с помощью двух болтов.

Опора предназначена для фиксации основания стойки генераторной на грунте при подъеме, опускании и в процессе эксплуатации. Опора представляет собой металлическую плиту с зацепами и выступом, предназначенными для фиксации основания стойки генераторной на опоре.

Растяжки предназначены для удержания стойки генераторной в вертикальном положении. Каждая растяжка состоит из металлического каната, цепи, стяжки и элементов крепления к анкерам и стойке

генераторной.

Блок сопротивлений (БС) предназначен для отбора излишков электроэнергии от генератора при автоматическом регулировании его выходного напряжения и рассеивания этой энергии в окружающем пространстве в виде тепла. Блок состоит из двух плоских резистивных элементов и корпуса, выполняющего роль теплоотвода. На корпусе закреплены складная ручка и разъем для подключения кабеля.

В установке должна использоваться аккумуляторная батарея (АБ, в комплекте установки не поставляется), которая предназначена для запасаания электроэнергии при ее избытке и для выдачи электроэнергии в нагрузку потребителя при ее недостатке. Рекомендуется применять кислотную аккумуляторную батарею с номинальным напряжением 12,0 В и емкостью не менее 50 А*ч (например, 6СТ-55М2).

Сущность технического предложения иллюстрируется чертежом, где на рис. А1 показан подшипниковый узел ветроэлектрогенератора, несущий ветроколесо, на рис. А2 показана пластина, выполняющая роль ступицы, на рис. А3 показана пластина с установленными на ней стойками, на рис. А4 и стержнями жесткости, на рис. А5 показан ветроэлектрогенератор с ветроколесом, вид сбоку в сборе, на рис. А6 показано крепление стержней к стойкам, на рис. А7 показано крепление стержней к основанию статора.

Ветроколесо входит в состав ветроэлектрогенератора, головка которого с подшипниковым узлом показан на рис. 1. В его состав входит стойка 1, входящая с зазором в трубостойку, являющуюся мачтой, к верхней части стойки прикреплены два уголка 2 с помощью болтов 3. Эти уголки служат основанием для корпуса 4 подшипникового узла. Корпус прикреплен к уголкам болтами 5. Внутри корпуса на подшипниках установлен вал 6. Передний подшипник имеет крышу 7. Пластина 8 надета на вал и зафиксирована гайкой 9. На пластине 8 установлены уголки 10, на которых закреплены основные стойки 11 с короткими стойками 12, играющими роль раскосов. Так же к пластине 8 крепятся внутренние края лопастей 13, а их

дуги 14 с роторными элементами 15 установлены на внешних краях лопастей. Стержни жесткости 16 установлены между стойками 11 и дугами 14. Крепление стержней к дугам ротора 14 с роторными элементами осуществляется с помощью болтов 19. В корпус статора также ввернуты болты 20, которые осуществляют крепление подкоса 21 и подкоса 22. К подкосу 22 присоединена стойка 23 на нижнем конце которой укреплен статор 24, стойка 23 и подкос 21 имеют верхнее крепление к направляющему устройству 25.

Ветроколесо работает следующим образом. Набегающий поток воздуха- с право на лево см. рис. 1 воздействует на лопасти которые приходят во вращение. Вращение осуществляется с помощью вала, который входит в состав подшипникового узла, основной которого в свою очередь является стойка 1, поворачивающаяся в мачте-трубостойке (на рис. Не показана). Корпус подшипникового узла укреплен на уголках 2, являющихся основанием. Ветровой поток воздействуя на лопасти приводит во вращение как пластину 8, на которой закреплены внутренние края лопастей 13, так и дуги 14 с роторными элементами. Возможное отклонение лопастей под действием ветрового потока компенсируется с помощью стержней 16, которые одним концом закреплены на дугах, а вторым на основных стойках 11. Крепление к стойкам показано на рис.3. Таким образом, осуществляется силовой треугольник: дуга ротора 14 – нижняя лопасть 13 – пластина 8 – верхняя лопасть – верхний роторный элемент – стержень 6 – основная стойка 11, через пластину 8 вторая основная стойка и нижний стержень 16.

Технико-экономическим преимуществом данного устройства является повышенная жесткость, вызванная наличием стержней которые не позволяют отклоняться концам лопастей под действием центробежных усилий.

5. ОПИСАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

Блок управления (БУ) обеспечивает:

- 1) питание нагрузок потребителя и заряд аккумуляторной батареи при

поступлении достаточной мощности от генератора;

2) использование мощности аккумуляторной батареи для питания нагрузок потребителя при недостатке мощности от генератора;

3) формирование выходного постоянного напряжения, стабилизированного на уровне $(12,5 \pm 2)$ В за счет автоматической подгрузки генератора блоком сопротивлений;

4) формирование выходного переменного однофазного напряжения $(220 + 22)$ В частотой (50 ± 2) Гц прямоугольной формы;

5) отключение цепи аккумуляторной батареи и выходных цепей при понижении постоянного напряжения до 10,5 ... 11 В или повышении до 14 ... 14,5 В;

6) индикацию режимов работы установки;

7) ручное включение и отключение цепи аккумуляторной батареи выходных цепей установки.

Устройство и работа БУ, а также работа установки в целом, описываются по схеме ВЭУ-0, 12 (см. рис. А8).

На разъем ШРЗ БУ от Г поступает трехфазный ток с номинальным значением напряжения 230 В и номинальным значением частоты 50 Гц. Это напряжение подается на вход трехфазного трансформатора который состоит из трех однофазных трансформаторов, обмотки которых соединены "звездой". Параллельно входу ТР подключены конденсаторы С1...С9, компенсирующие индуктивную составляющую входного сопротивления ТР. Два трехфазных напряжения с выхода Тр подаются на входы выпрямителей В1 и В2, которые выдают постоянные напряжения 45 В и 12,5 В соответственно. К выходу В2 (12,5 В) подключены вход регулятора напряжения РН, вход порогового элемента ПУ1 и светодиодный индикатор VD2 ("Вкл"), а через второй нормально разомкнутый контакт кнопки SB2 ("Вкл") АБ. РН автоматически регулирует выходное напряжение Г путем увеличения нагрузки на выходе В1 (45 В) при увеличении входного

напряжения и уменьшения – при уменьшении входного напряжения.

В качестве нагрузки используется блок сопротивлений БС, подключенный к выходу В1 через разъем ШР4 и регулирующий транзистор VT1, который работает в ключевом режиме. Пороговый элемент ПУ1 управляет светодиодным индикатором VD3 ("Защита") и реле K1.1. через нормально разомкнутые контакты К 1.2 и первый нормально разомкнутый контакт SB2 к выходу В2 (12,5 В) подключены: вход порогового элемента ПУ2, вход статического преобразователя СП и постоянного тока установки 12,5 В. Пороговый элемент ПУ2 управляет светодиодным индикатором VD1 ("Работа") и реле K2, через нормально разомкнутые контакты которого подключены АБ к выходу В2 выход переменного тока установки к выходу переменного тока СП 220±22) В, (50±2) Гц. Обмотки реле K1.1. и K2.1. питаются напряжением 27 В с выхода выпрямителя В3 через нормально замкнутый контакт кнопки SB1 ("Откл").

При наличии напряжения на выходе В2 или заряженной АБ светится индикатор VD2 ("Вкл"). Установка включается в работу кратковременным нажатием кнопки SB2 ("Вкл"). При этом к выходу В2 через первый контакт SB2 подключаются вход ПУ2, вход СП и выход установки 12,5 В, а через второй - АБ. СП вырабатывает переменное напряжение 220 В, появляется постоянное напряжение 27 В на выходе В3 и устанавливается режим работы установки в зависимости от соотношения заряда АБ и напряжения на выходе В2.

Если напряжение на выходе В2 больше напряжения АБ и находится в пределах 10, 5...14, 5 В, то устанавливается режим работы от Г. При этом ПУ1 включает реле K1.1., а ПУ2 - K2.1.; начинает светиться индикатор VD1 ("Работа"). Контакты K1 включаются параллельно первому контакту SB2 и фиксируют включенное состояние установки (самоблокировка). Первый контакт K2.2. включается параллельно второму контакту SB2 и обеспечивает подключение АБ к выходу В2 после отжатия SB2, а второй контакт K2.3.

подключает выход переменного тока установки к выходу переменного тока СП. Электроэнергия поступает с входа В2 на заряд АБ, на выход постоянного тока установки 12, 5 В и, СП на выход переменного тока установки 220 В, 50 Гц.

Если напряжение на выходе В2 меньше напряжения АБ и напряжение АБ больше 10,5 в (АБ заряжена), то устанавливается режим работы от АБ. При этом процесс включения установки происходит также, как в предыдущем случае, но цепь самоблокировки образуется первым контактом К2.2. и контактами К1.2. Электроэнергия поступает от АБ на выход постоянного тока установки 12,5 В и, через СП, на выход переменного тока установки 220 В, 50 Гц.

Если при работе установки от Г скорость ветра станет меньше 6 м/с, то напряжение на выходе В2 будет уменьшаться. Если при этом АБ заряжена, то установка перейдет в режим работы от АБ. Если же АБ разряжена (напряжение АБ меньше или равно 10,5 В), то ПУ2 отключит реле К2, его контакты разомкнутся и отключат АБ от нагрузки и выход переменного тока установки от выхода СП, погаснет индикатор VD1 ("Работа").

Если при работе установки ветер будет слишком сильным, то напряжение на выходе В2 может увеличиться. При достижении напряжением уровня 14.5 В ПУ1 отключит реле К1.1., которое своими контактами снимает напряжение со входа ПУ2, входа СП и выхода постоянного тока установки 12,5 В. При этом отключится К2.1. и своими контактами отключит АБ от выхода В2, а выход переменного тока установки от выхода СП: погаснет индикатор VD1 ("Работа").

При попытке включить установку при слабом ветре и разряженной батарее или при слишком сильном ветре ПУ1 и ПУ2 не включают реле К1.1. и К2.1. самоблокировки не происходит и установка не включается. При слишком сильном ветре и нажатой кнопке SB2 ("Вкл") светится индикатор VD3 («Защита»).

Работающая установка отключается кратковременным нажатием

кнопки SB1 («Откл»). При этом снимается постоянное напряжение 27 В обмоток реле K1.1. и K2.1. разрывается цепь самоблокировки, отключается АБ от выхода В2 и отключается нагрузка потребителя.

6. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

При подготовке установки (см. рис. А1) к работе и во время работы следует соблюдать следующие меры безопасности:

- 1) поднимать и опускать установку при скорости ветра не более 6 м/с и температуре не ниже минус 20 °С силами не менее двух человек при использовании грузоподъемных механизмов и не менее пяти человек без грузоподъемных механизмов;
- 2) не влезать на стойку генераторную;
- 3) не эксплуатировать установку при наличии неисправностей, ослаблении крепления растяжек и анкеров, повышенной вибрации;
- 4) не находиться вблизи установки во время работы, бури или грозы;
- 5) отключить кабель от розетки на стойке генераторной и закрыть розетку защитной крышкой при длительном отсутствии нагрузки и заряжаемой аккумуляторной батареи;
- 6) стойка генераторная и блок управления должны быть заземлены.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ

№	Наименование	Количество	Габариты и описание	Ориентировочная масса (кг)	Ориентировочная стоимость (руб)
1	2	3	4	5	6
1	Подшипниковый узел	1	Двухопорный вал в корпусе 70х70х70 мм, установленный на двух уголках, закрепленных на центральном штыре длиной верхней части - 50 мм, нижней части - 90 мм	1,3	5000
2	Ступица	1	Пластина толщиной 3 мм с центральным отверстием диам.	0,6	800

			22 мм, сторонами - 160 мм.		
3	Лопасты	4	Алюминиевый профиль толщиной 0,5 мм, длиной - 700 мм, ширина 120 мм.	0,8	1600

1	2	3	4	5	6
4	Стойка	4	Замкнутый алюминиевый профиль сечением 20х10 мм, длиной 230 мм - основная стойка и 130 мм - подпорная стойка	0,3	400
5	Статорные катушки с постоянными магнитами и ярмом	10	Элементы релейного типа, каждый габаритом 80х30х30	2,5	800
6	Роторные элементы	10	П - образные магнито провода 30х30х30 мм	1,8	500
7	Крепление статора	4	Тонкостенные стальные трубы диаметром 30 мм, длиной 700 мм	0,9	1600
8	Крепление направляющего элемента	4	Дюралевые трубы диам. 15 мм, длиной 1,2 м	0,6	1300

1	2	3	4	5	6
9	Собственно направляющий элемент	1	Дюралевая пластина толщиной 1,5 мм, размером 300x470 мм.	0,8	900
10	Основания статора и роторов	1	Пластины толщиной 1,5 мм, размер 210x100 мм.	0,6	500
11	Крепежные элементы	30	Болты М5, М8, М10 с гайками и шайбами	0,2	120

Чертежи основных деталей приведены в приложении Б.

8. Фото установки в сборе приведено в приложении В.

9. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Литвиненко А. М. Защита интеллектуальной собственности (патентная чистота) в 5-и частях. 4.1. / А.М. Литвиненко. – Воронеж. Из - во ВГТУ, 2013, с. 104 – 106.
2. Литвиненко А. М. Защита интеллектуальной собственности (патентная чистота) в 5-и частях. 4.2. / А.М. Литвиненко. – Воронеж. Из - во ВГТУ, 2013, с. 82 – 90.
3. Пат. 2204052 RU, МПК 9/00 Ветроагрегат /А.М. Литвиненко (РФ), Воронежский государственный технический университет (РФ). 2204052 С1; Заявлено 31.10.2001. Оpubл. 2003. Бюл. №13.
4. Пат. 2204734 RU, МПК 9/00 Статор ветроэлектродгенератора [Текст] / А.М. Литвиненко (РФ); Заявитель и патентообладатель Воронежский государственный технический университет. – 2204734 С1; Заявлено 31.10.2001. Оpubл. 2003. Бюл. №14.
5. Пат. 2211366 RU, МПК 1/06 Ветроколесо / А.М. Литвиненко (РФ), Воронежский государственный технический университет (РФ). 2211366 С1; Заявлено 14.02.2002. Оpubл. 2003. Бюл. №24.
6. Пат. 2211951 RU, МПК 9/00 Ветроэлектродгенераторная установка / А.М. Литвиненко (РФ), Воронежский государственный технический университет (РФ). 2211951 С2; Заявлено 27.12.2001. Оpubл. 2003. Бюл. №25
7. Пат. 2187019 RU, МПК F 03 D 5/04. Ветроэнергетическая установка / А.М. Литвиненко (РФ), Воронеж. гос. техн. ун-т (РФ). 2001101581/06; Заявлено 16.01.2001. Оpubл. 2002. Бюл. №22.
8. Пат. 2571996 RU, МПК F 03 D 9/00, F 03 D 11/00 (2006.1) статор сегментного генератора / А.М. Литвиненко (РФ), Воронеж. гос. техн. ун-т (РФ). 2013150777/06; Оpubл. Б.И. №36, 2015 г.
9. Домбровский В.В. Справочное пособие по расчету электромагнитного поля в электрических машинах/В.В. Домбровский. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 25с.

Приложение В. Фотографии макетного образца.



Рис. В1. Вид сбоку.



Рис. В2. Вид спереди.



Рис. В3. Вид спереди в динамике.