

УДК 629.535.4

А.С. Курников, проф., д.т.н., ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Е.А. Черепкова, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
С.Б. Прахов, студент 3 курса, ЭМ, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5.

ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ПАРУСНО-МОТОРНОМ КАТАМАРАНЕ «ТРИКСЕЛЬ»

Ключевые слова: катамаран, солнечные панели, парусное судно.

Рассматриваемый вопрос применения солнечных батарей на парусно-моторном катамаране.

В настоящее время наметилась тенденция развития альтернативных и экологических методов получения энергии в различных сферах деятельности человека. Судостроение не отстает от намеченного пути и также активно ведет проектирование судов с использованием солнечных батарей, поэтому перед авторами была поставлена задача, рассмотреть возможность их применения на маломерном судне в широтах Верхней и Средней Волги.



Рисунок 1- Солнечная батарея

Таблица 1 – Солнечные батареи

Наименование	Значение параметра
Площадь, доступная для размещения солнечных батарей, м ²	2.5x2 = 5, 2.4x1 = 2.4
Количество, шт	3
Sunways ФСМ-300П Поликристаллическая солнечная панель (1 ед.)	
Габариты (LxВxТ), мм	1956x992x50

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава,
аспирантов и студентов*

Секция IX Технология конструкционных материалов, машиноремонта и водоподготовка

Масса, кг	23.5
Максимальная мощность, Вт	300
Номинальное напряжение, В	12/24
КПД, %	17.3
Степень защиты	IP 65.

Таблица 2 - Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации, кВт·ч/м².

Москва, широта 55.7	янв.	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.	год
Горизонтальная панель	16.4	34.6	79.4	111.2	161.4	166.7	166.3	130.1	82.9	41.4	18.6	11.7	1020.7
Вертикальная панель	21.3	57.9	104.9	93.5	108.2	100.8	108.8	103.6	86.5	58.1	38.7	25.8	908.3
Наклон панели - 40.0°	20.6	53.0	108.4	127.6	166.3	163.0	167.7	145.0	104.6	60.7	34.8	22.0	1173.7
Вращение вокруг полярной оси	21.7	62.3	132.9	161.4	228.0	227.8	224.8	189.2	126.5	71.6	42.2	26.0	1514.3

Таблица 3 - Дневная сумма солнечной радиации, кВт·ч/м² горизонтальная площадка

Город	янв.	фев.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.	за год
Санкт-Петербург	0,35	1,08	2,36	3,98	5,46	5,78	5,61	4,31	2,6	1,23	0,5	0,2	2,8
Москва	0,5	0,94	2,63	3,07	4,69	5,44	5,51	4,26	2,34	1,08	0,56	0,36	2,63
Казань	0,68	1,44	2,82	4,29	5,52	5,93	5,72	4,49	2,86	1,51	0,83	0,54	3,06
Ростов-на-Дону	1,27	2,09	2,98	4,09	5,53	5,76	5,86	5,17	3,85	2,38	1,31	1	3,45
Нижний Новгород	0,64	1,45	2,75	3,95	5,34	5,6	5,5	4,27	2,69	1,45	0,75	0,45	2,91
Екатеринбург	0,64	1,5	2,94	4,11	5,11	5,72	5,22	4,06	2,56	1,36	0,72	0,44	2,87
Новосибирск	0,69	1,37	3,02	4,08	5,05	5,48	5,01	4,29	2,93	1,44	0,8	0,62	2,91
Хабаровск	1,64	2,72	4,11	4,61	5,39	5,86	5,42	4,53	3,81	2,56	1,72	1,28	3,64
Ереван	2,04	2,91	3,85	4,69	5,68	6,76	6,75	6,04	4,96	3,53	2,31	1,71	4,28

Таблица 4 - Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации, кВт·ч/м².
Оптимальный наклон площадки

Город	янв.	фев.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.	за год
Москва	20,6	53	108,4	127,6	166,3	163	167,7	145	104,6	60,7	34,8	22	1173,7
Воронеж	30,7	60,1	117	129	169	166	176	151	120	81,8	50,3	37,1	1245
Краснодар	42,8	77,8	127	147	178	171	194	172	148	123	81,7	55,6	1433
Махачкала	48,2	77	128	168	200	190	208	196	161	132	93	77,2	1581
Рязань	21,2	55	109	130	168	165	169	147	106	62,3	35,2	23	1174

Солнечные панели наиболее эффективно работают, когда они направлены на солнце и их поверхность перпендикулярна солнечным лучам. Для весны и осени оптимальный угол наклона принимается равным значению широты местности. Летом от этого значения отнимается 10-15 градусов. Таким образом, для Нижнего Новгорода, имеющего широту 56°19' с.ш., оптимальный угол будет составлять 45 град [1].

Расчёт мощности, вырабатываемой одной солнечной батареей в день в летний период:

Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов

Секция IX Технология конструкционных материалов, машиноремонта и водоподготовка

$$E_g = \frac{E_{инс} \cdot P_{ном}}{P_{инс}} = \frac{5 \cdot 300}{1000} = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут},$$

где E_g – среднее значение энергии, вырабатываемая солнечной панелью, кВт·ч в день, $E_{инс}$ – среднемесячная инсоляция кВт·ч/м²/сут, $P_{ном}$ – номинальная мощность солнечной панели, Вт, $P_{инс}$ – мощность инсоляции на земной поверхности на одном квадратном метре, Вт/м².

Для трёх батарей соответственно: $E_g = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут}$.

Тогда аккумуляторы в количестве 4 шт., ёмкостью 100 А·ч, с напряжением 12 В могут быть заряжены полностью в течение дня.

Электрический мотор двигает лодку в водоизмещающем режиме. Связь между размерами лодки и скоростью движения в водоизмещающем режиме установлена через число Фруда. Поэтому нет необходимости в более мощном моторе, так как при увеличении мощности прирост скорости будет мал.

Таблица 5 - Максимальные скорости движения в водоизмещающем режиме

Длина, м	3	4	5	6	7	8
Скорость, км/час	9	11	12	13	14	15

На основе этого выбираем электромотор Haswing PROTRUAR 2 HP:

Таблица 6 – Параметры электромотора Haswing PROTRUAR 2 HP

Наименование	Значение параметра
Мощность, Lb (кг) электрической тяги	110 (45.4)
Рабочее напряжение, В.	24
Потребляемая мощность, Вт.	1200
Длина лодки, м.	6.5
Масса, кг.	16.5

Выбранный мотор на своей максимальной скорости сможет проработать 4 часа на 4-х полностью заряженных аккумуляторах.

Аккумуляторы: 4 шт. AGM тяговые глубокого разряда.

Т

Таблица 7 – Параметры аккумуляторов

Модель	Напряжение, В.	Ёмкость, А·ч	Пусковой ток, А (0°C)	Масса, кг.	Габариты, мм.		
					длина	ширина	высота
6FM100 D-X	12	100	900	32	330	171	215

Таблица 8 – Параметры бензинового мотора

Наименование	Значение параметра
Бензиновый мотор Globalmarine T3,5	
Мощностью, л.с.	3,5
Масса, кг.	9
Высота транца, мм.	381

Судно также оснащено бензиновым мотором: Globalmarine ТЗ, 5 мощностью 3,5 л.с., вес 9 кг. Высота транца 381 мм.

Список литературы:

[1] Net220.ru [Электронный ресурс]// Электронная схема.- Режим доступа:http://net220.ru/poleznye_stati/solnechnaya_radiaciya_tablicy_insolyacii/ Солнечная радиация. Таблицы инсоляции (дата обращения: 15.04.2017).

[2] Eco50.ru [Электронный ресурс]// Электронная схема.- Режим доступа: <http://eco50.ru/solnechnye-sistemy/solnechnye-batarei/solnechnaya-batareya-sunways-fsm-300p-300-vatt-24v-polikristall/> Солнечная батарея Sunways (дата обращения: 14.04.2017).

[3] Alligator-boat.ru [Электронный ресурс]// Электронная схема.- Режим доступа: <http://alligator-boat.ru/internet-magazin/product/elektromotor-lodochnyy-haswing-protruar-2-hp/> Электромотор Haswing (дата обращения: 19.04.2017).

[4] Lodkomotori.ru [Электронный ресурс]// Электронная схема.- Режим доступа: http://lodkomotori.ru/index.php?route=product/product&path=61_122&product_id=298/ Бензиновый мотор Globalmarine (дата обращения: 19.04.2017).

APPLICATION OF SOLAR BATTERIES ON THE SAIL-MOTOR CATAMARAN "TRIXEL"

Kurnikov A.S., E.A. Cherepkova, S.B. Prahov

Keywords: catamaran, solar panels, sailing vessel.

The question under consideration is the use of solar batteries on a sail-motor catamaran.