

Перспективы развития солнечной энергии для маломощных предприятий

Жураева Камила Комиловна, PhD, доцент
Назирова Замира Гафуровна, к.т.н., доцент

Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан, г.Ташкент)

Аннотация. В работе приведены результаты анализа солнечного излучения по регионам Узбекистана. С целью использования солнечной энергии изучены ресурсные показатели солнечной энергии для характерных регионов республики, продолжительность эффективной работы гелиоустановок станций Республики Узбекистан, месячный приход солнечной радиации.

Ключевые слова: солнечная энергия, маломощные предприятия, ресурсные показатели, гелиоустановки, приход солнечной радиации, перспективы развития.

Согласно Стратегии развития Республики Узбекистан на 2017-2021 гг., утверждённой УП РУз от 7 февраля 2017 года №УП-4947, диверсификация топливно-энергетического баланса страны, а также декарбонизация производства электрической и тепловой энергии рассматриваются в качестве приоритетных направлений при дальнейшей оптимизации процесса функционирования энергетической системы республики и отраслей экономики в целом [1].

Одним из перспективных ВИЭ является солнечное излучение. Мощность солнечного излучения зависит от широты местности, времени года и суток, а также от состояния атмосферы (наличия облаков, тумана, пыли и т. п.). Так как состояние атмосферы зависит от многих случайных факторов, то суточные и годовые графики поступления солнечной энергии имеют сложный характер.

Несмотря на благоприятные климатические условия Узбекистана и дефицит электроэнергии в удаленных и горных районах, особым спросом индивидуальные гелиевые энергоустановки пока не пользуются. И дело не в отсутствии мощностей для собственного производства компонентов солнечной фотовольтаики – в Ташкенте, Бухаре есть такие фирмы, производящие солнечные панели. Дело в стоимости оборудования, а также в доставке его к месту установки. В связи с этим развитие солнечной энергии для маломощных предприятий является актуальной.

В [2] показано, что суммарная солнечная радиация \mathcal{E}_{Σ}^r включает в себя излучение, падающее на горизонтальную земную поверхность двух видов: прямое и диффузное:

$$\mathcal{E}_{\Sigma}^r = \mathcal{E}_p + \mathcal{E}_{np} \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{np} – прямое солнечное излучение, представляет собой поток излучения, поступающего от солнечного диска и измеряемого в плоскости, перпендикулярной солнечным лучом;

\mathcal{E}_p – диффузное излучение поступает на Землю от остальной части небесной полусферы, претерпевая рассеяние при прохождении через атмосферу;

α – высота Солнца – угол в вертикальной плоскости (угол подъема над горизонтом).

При большой высоте Солнца увеличивается число световых часов, во время которых можно аккумулировать солнечную энергию, следовательно, знать высоту солнца очень важно.

Для значений месячного прихода суммарной солнечной радиации \mathcal{E}_{Σ}^r на горизонтальную площадь S валовый потенциал солнечной радиации (СР) можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{вал}}^r (\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot S = \sum_{j=1}^{12} \mathcal{E}_j^r \quad (2)$$

Анализ многолетних данных поступления солнечной радиации \mathcal{E}_{np} на территории Узбекистана показал, что потенциал гелиоресурсов достаточно высок. В таблице 1 приведены ресурсные показатели солнечной энергии для характерных регионов республики.

Таблица 1. Ресурсные показатели солнечной энергии для характерных регионов республики.

Регионы	Q_{Σ} , МДж/м ²	n, часы	$Q_{\alpha=30^{\circ}}^r$, МДж/м ²
Север республики (Республика Каракалпакстан, Хорезмский вилоят и север Навоийского вилоята)	6840-7560	2900-3000	700-7250
Юг республики (Кашкадаринский и Сурхандаринский вилояты)	6840-7056	2950-3050	7600-7700
Ферганская долина (Ферганский, Андижанский и Наманганский вилояты)	5400-5580	2650-2700	6600-6650
Зеравшанская долина (Самаркандский, Джизакский, Бухарский вилояты и юг Навоийского вилоята)	6876-7128	2930-3000	7200-7300
г. Ташкент	6995	2852	6700

Важной характеристикой радиационного режима является продолжительность солнечного сияния,

которая к примеру, за год для южного региона республики в том числе Кашкадарьинской и

Сурхадарьинской вилоятах составляет 2950–3050 часов, в городе Ташкенте 2852 часов.

В зависимости от сезонных особенностей суточного хода облачности в том или ином районе региона периоды с непрерывной продолжительностью солнечного сияния могут относиться к разным частям дня. Последнее обстоятельство имеет важное значение для оценки поступающей солнечной радиации к приемным

поверхностям, поскольку наибольшая интенсивность ее наблюдается в околополуденные часы. Поэтому существенно, чтобы именно на это время приходилась максимальная повторяемость солнечного сияния.

В работе [3] показано продолжительность эффективной работы гелиоустановок (час) по данным непрерывного солнечного сияния станций Республики Узбекистан (таблица 2).

Таблица 2. Продолжительность эффективной работы гелиоустановок станций Республики Узбекистан.

№	Станции	Месяц	Время				
			6.30	9.30	12.30	15.30	18.30
1	Каракалпакия	I	-	2.25	3.50	1.80	-
		VI	2.68	5.83	6.38	5.00	1.60
2	Ташкент	I	-	2.75	3.45	1.66	-
		VI	2.44	4.78	5.47	4.08	1.00
3	Фергана	I	-	1.90	2.07	1.00	-
		VI	1.9	3.31	4.60	3.58	0.80
4	Самарканд	I	-	3.56	3.91	2.33	-
		VI	2.00	4.66	5.06	3.71	0.66
5	Термез	I	-	3.11	4.6	2.83	-
		VI	1.80	4.18	4.81	3.66	0.60

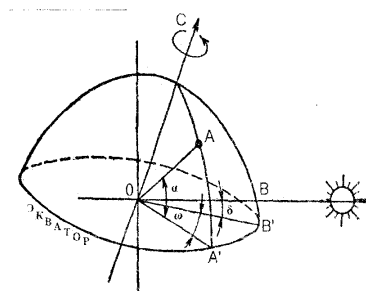


Рис.1 Схема кажущегося движения Солнца по небосводу

Важнейшую роль в эффективной работе гелиоустановки, играет так же оптимальная ориентация приемника солнечной энергии, которое определяется тремя основными углами- широтой

местоположения приемника φ , часовым углом ω , склонением Солнца δ (рис.1.)

Широта φ - это угол между линией, соединяющей точку А с центром Земли О, и ее проекцией на плоскость экватора. Часовой угол - это угол, измеренный в экваториальной плоскости между проекцией линии ОА и проекцией линии, соединяющей центры Земли и Солнца. Угол $\omega=0$ в солнечный полдень; в 1 ч. соответствует 15° . Склонение солнца δ - это угол между линией, соединяющей центры Земли и Солнца, и ее проекцией на плоскость экватора. Склонение солнца в течение года непрерывно изменяется: от $-23^\circ 27'$ в день зимнего солнцестояния 22 декабря до $+23^\circ 27'$ в день летнего солнцестояния 22 июня и равно нулю в дни весеннего и осеннего равноденствия (21 марта и 23 сентября).

Таблица 3. Месячный приход СР в МДж/м² на наклонную площадку с ориентацией на юг в ясные дни для углов $\beta = 20^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 90^\circ / 4/$.

Месяц	Кол-во ясн. дн	20°	40°	50°	60°	70°	90°	0°
I	21,9	191,66	261,17	287,30	306,95	318,75	318,55	117,38
II	22,7	320,31	418,26	453,19	478,13	491,45	452,64	217,92
III	22,3	466,68	544,90	608,47	529,74	579,98	523,48	363,94
IV	14,5	350,81	357,35	366,47	353,01	345,29	287,47	333,50
V	10,9	299,74	285,22	281,18	266,29	246,04	189,23	304,55
VI	10,6	329,03	305,07	294,86	270,61	240,80	175,75	319,91
VII	9,0	267,69	250,92	244,19	228,22	204,14	149,20	255,06
VIII	8,9	232,96	229,74	230,00	219,53	209,08	168,50	211,29
IX	9,6	194,36	209,08	226,60	221,07	228,55	194,51	169,73
X	12,8	235,09	294,69	311,38	320,92	322,11	297,07	152,83
XI	12,7	151,51	204,37	223,89	237,50	244,62	240,88	84,58
XII	16,7	134,72	194,53	217,87	235,55	247,04	250,55	69,14

Согласно рис.1. наибольшая плотность мощности космического солнечного излучения будет при совпадении нормали к площадке и направления на Солнце. Так как положение Солнца относительно Земли непрерывно изменяется в течение года и суток, то для получения максимально возможной плотности мощности солнечного излучения углы должны меняться соответствующим образом, т.е. необходимо непрерывное слежение за Солнцем.

Однако, как показали многочисленные работы для маломощных солнечных установок наиболее эффективными являются фиксированные солнечные приемники. [4,5].

Литература:

1. Концептуальные положения и направления развития использования возобновляемых источников энергии для производства электрической и тепловой энергии в Узбекистане на долгосрочную перспективу. Документ разработан ГАК «Узбекэнерго» 2011.
2. Аллаев К.Р. Энергетика нуждается в Стратегии. Экономическое обозрение №-6, 2018
3. Мейтин М. Фотовольтика – материалы, технологии, перспективы// Мейтин М.// Электроника: наука, технология, бизнес. – 2010. № 6. – С.40 –46.
4. Виссарионов В.И. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов/ Под ред. В.И. Виссарионова. – М., Издательский дом МЭИ, 2008. – 317 с.
5. Бутузов В.В. Расчетные значения интенсивности солнечной радиации для проектирования гелиоустановок / В.В.Бутузов// Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2016. - №11(79) – С.75 – 80.

В табл. 3. представлена зависимость месячного прихода солнечной радиации на наклонную поверхность от угла наклона СК.

Анализ показал, что интенсивность солнечной радиации на территории республики изменяется в пределах от 5400 МДж/м² до 7560 МДж/м² год, для г. Ташкента 6995 МДж/м² год. Минимальное и максимальное значения месячной солнечной интенсивности прямого солнечного излучения на нормальную поверхность для города Ташкента наблюдаются соответственно в январе (3.45 МДж·ч/м² час) и в июле (4,08 МДж ч/м² час).