

- оксидно-керамические черные светопоглощающие покрытия, полученные методом микроплазменного анодирования поверхности алюминия, обладают высоким коэффициентом поглощения солнечного света и высоким показателем селективности;
- для практического применения таких покрытий необходимо снизить энергозатраты при их нанесении, что возможно за счет выбора оптимальных токовых режимов и разработки новых составов электролитов для проведения процесса микроплазменного анодирования.

Литература

1. Харченко, Н. В. Индивидуальные солнечные установки / Н. В. Харченко. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.
2. ГОСТ 28310–89. Коллекторы солнечные. Общие технические условия.
3. Лакокрасочная композиция для солнечного коллектора : пат. 19482 Респ. Беларусь / И. И. Злотников, П. А. Хило ; заявитель ГГТУ им. П. О. Сухого // Афіцыйны бюл. – 2015. – № 5.
4. Речиц, А. Г. Изучение технологии микроплазменного анодирования / А. Г. Речиц // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 22–23 апр. 2021 г. В 2 ч. Ч. 1. – Гомель, 2021. – С. 72–75.
5. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ландсберг. – 6-е изд. – М. : Физматлит. – 2010. – 848 с.

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ СТАНЦИЙ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

А. Матьякубов

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

Научный руководитель К. А. Сарыев

Концентрированные солнечные станции (КСС) – это технология концентрации солнечных лучей в одной точке для получения большой температуры (до 1000 °С) [1].

Концентрированные солнечные тепловые станции (КСТС) являются одним из основных направлений развития использования солнечной энергии, но, к сожалению, являются и одним из тех видов, которые развиваются очень медленно по сравнению с фотоэлектрическими солнечными и ветряными станциями, хотя их КПД в несколько раз превышает КПД фотоэлектрических солнечных и ветряных станций. Это происходит по нескольким причинам, которые заключаются в их технологическом процессе получения тепла и в преобразовании в электрическую энергию.

Основной технологической задачей в КСС является достижение требуемой оптической точности устойчивости к воздействиям окружающей среды (сильным ветрам и запылению) при минимуме произведенных затрат.

Существует четыре основных типа КСС: солнечные башни, параболоцилиндрические концентраторы, линзы Френеля и блюдо Стерлинга, а все остальные основываются на этих типах.

Важной составляющей и, можно сказать, особенностью КСС является накопление тепла в больших объемах и температурах, что в свою очередь помогает снизить себестоимость полученной продукции. В зависимости от используемого теплоносителя это тепло может храниться или использоваться непосредственно для выработки тепла или электричества. В качестве теплоносителя используются различные жидкости, это может быть синтетическое масло или вода.

Теплоаккумуляторы на основе жидкой соли представляют собой емкости (резервуары) диаметром до 40 м и высотой 15 м. Они заполнены смесью нитрата калия

и нитрата натрия, которая становится жидкой при $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше. Резервуары с расплавленными солями используются для поглощения тепла от солнечных коллекторов и приемников. Таким образом, накопление тепловой энергии позволяет использовать солнечное излучение 24 часа в сутки.

Сегодня резервуары для хранения жидкой соли (также называемые расплавленными солями) широко используются в коммерческих целях. Они состоят из двух резервуаров, каждый с горячей и холодной температурой. В так называемом «процессе загрузки» жидкая соль откачивается из более холодного резервуара при температуре около $290\text{--}300\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем нагревается либо непосредственно в приемнике, концентрированным солнечным излучением, либо косвенно, через тепло другого теплообменника. Затем тепло передается в горячий резервуар. В процессе разгрузки или отбора тепла жидкая соль откачивается из горячего резервуара и передает тепло прямо или косвенно в процесс генерации пара посредством теплообменника, где оно снова охлаждается, а затем передается в холодный резервуар.

Таким образом, во время процессов загрузки и разгрузки уровни заполнения двух резервуаров смещаются, как и в соответствующих резервуарах. Во время технической эксплуатации всегда необходимо следить за тем, чтобы температура соли не опускалась ниже минимальной температуры, чтобы смесь не кристаллизовалась снова. В зависимости от используемой соли возможны рабочие температуры до $565\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2]. Из мировой практики известно, что строительство КСС будет очень рентабельным с режимом накопления тепловой энергии (рис. 1), что свою очередь позволит снизить себестоимость $1\text{ кВт}\cdot\text{ч}$ электрической энергии.

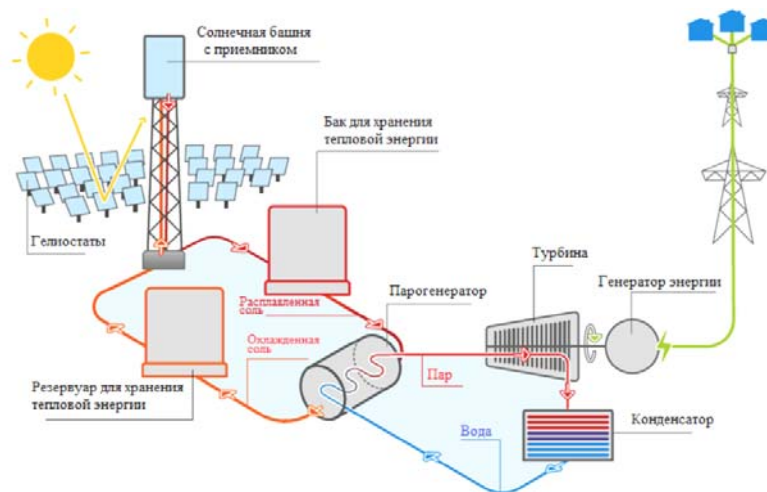


Рис. 1. Схема концентрированной солнечной тепловой электростанции

Для выработки электроэнергии в турбину подается пар, который поступает через теплообменник (парогенератор), затем запускает классический процесс паровой турбины, и вырабатывается электрическая энергия. Тепло к теплообменнику поступает либо непосредственно из солнечной станции, либо из накопительного бака.

Основным фактором производительности или же получения высокой температуры является интенсивность солнечного излучения на отражающей поверхности. В Туркменистане интенсивность падающего на горизонтальную поверхность солнечного излучения в год составляет $1800\text{ кВт}/\text{м}^2$, что, в свою очередь, говорит о ко-

лоссальных возможностях использования солнечной энергии в промышленном масштабе [3]. На рис. 2 представлена интенсивность падающего на горизонтальную поверхность солнечного излучения на территории Туркменистана.

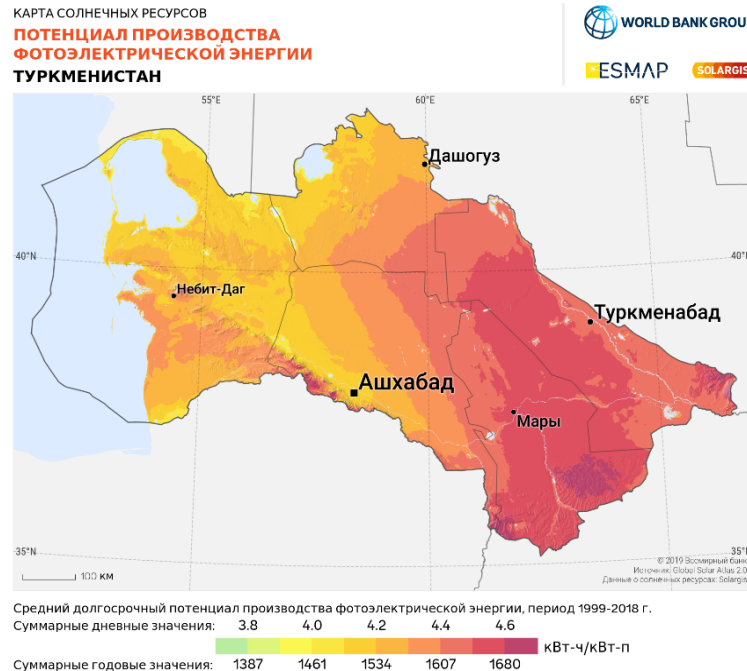


Рис. 2. Интенсивность солнечного излучения на территории Туркменистана

Как видно из рис. 2, практически вся территория имеет высокий потенциал использования солнечной энергии: 75 % имеет высокий потенциал, 11,5 % – средний и 13,5 % не имеет потенциала [4].

Сценарии развития КСС в Туркменистане можно определить по двум направлениям:

1. Строительство КСС для производства электрической и тепловой энергии с последующим хранением в тех регионах, где имеется высокий потенциал солнечной энергии и куда протягивать линию электропередачи или газопровод экономический нецелесообразно. К примеру, как видно из рис. 2, самый высокий потенциал солнечного излучения имеется в Марыйской области (в регионах Серхетабат, Кушка), для чабанов или отдельных пастбищ самая близкая подстанция находится на расстоянии 7,2 км (Кушка).

2. Строительство комбинированной КСС и газотурбинных станций осуществляется рядом с действующими газотурбинными станциями. Как известно, с повышением температуры окружающей среды эффективность газотурбинных установок падает, в результате чего возникает необходимость в их охлаждении, что, в свою очередь, приводит к дополнительным денежным затратам. В данном случае КСС будут параллельно работать с газотурбинными станциями, но можно и отключить часть этих станций и подключить CSP-тепловые станции, в результате чего можно будет покрывать все потери мощности, особенно в летнее время (без хранения тепловой энергии). Это позволит маневрировать при увеличении мощности в сети и при падении мощности в станции из-за перегрева.

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- строительство CSP-тепловых станций очень актуально для условий Туркменистана, где имеется высокий потенциал солнечного излучения;
- строительство комбинированной CSP-тепловых станций очень актуально, так как позволит снизить потери мощности, повысить надежность электроснабжения потребителей, однако требует научно-технического подхода и изучения параллельной работы станций.

Литература

1. Empirically observed learning rates for concentrating solar power and their responses to regime change / J. Lilliestam [et al.] // Nature Energy. – 2017. – № 2.
2. Realising the Potential of Concentrating Solar Power in Australia: Summary for Stakeholders / K. Lovegrove [et al.]. – Newcastle : Australian Solar Institute, 2012.
3. Джумаев, А. Основы энергосбережения / А. Джумаев, Х. Солтанов. – Ашхабад, 2018.
4. Джумаев, А. Научно-технический и методологический анализ ресурсов и развития солнечной энергии в Туркменистане : пособие для вузов / А. Джумаев. – Ашхабад, 2016.

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ, КАК ФАКТОР ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А. Оразмаммедов, А. А. Гельдыев, П. Оразмаммедов

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

В мире все виды движений, все разнообразные формы процессов и явлений протекают благодаря существованию энергии. Энергией обладает весь материальный мир. Поэтому невозможно понять мир и протекающие в нем явления отдельно от энергии. Энергия – это всеобщая основа природных явлений, основа культуры и всей деятельности человека. В то же время под энергией понимается универсальная форма количественной меры различных видов движения материи, которые могут превращаться друг в друга.

Нам известно, что материальный мир находится в постоянном движении. Поэтому не существует материального объекта, который бы не обладал энергией. Однако среди этих материальных объектов существуют только те, в которых сосредоточена энергия, приемлемая для практического использования человеком. Эти объекты получили название энергетические ресурсы. Из многообразия энергетических ресурсов, встречающихся в природе, привлекают особое внимание те, которые используются в больших количествах для практических нужд. К ним относятся традиционные (уголь, газ и т. д.) и возобновляемые (энергия рек, морей и океанов, солнца и ветров).

Наряду с богатством туркменских недр – огромными запасами газа, наличием нефти и других полезных ископаемых – Туркменистан также богат возможностями использования неистощаемых источников энергии – солнечной и ветровой. И хотя подземные газовые запасы Каракумов позволяют не волноваться о нехватке энергоресурсов в обозримом будущем, наша страна встала на путь декарбонизации, т. е. перехода к низкоуглеродной экономике, что предполагает апробацию и внедрение в национальную энергетическую систему элементов возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Из вышеперечисленных возобновляемых энергетических ресурсов Туркменистан обладает определенными запасами энергии солнца, ветра и рек. Поэтому далее речь пойдет об этих видах возобновляемых энергетических ресурсов. Возрастающий интерес к возобновляемым ресурсам объясняется глобальным потеплением на пла-