

Интеграция гелиоустановки в систему централизованного теплоснабжения

Рутковский М. А., Станецкая Ю. А., Павловская А. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Закон Республики Беларусь от 08.01.2015 N239-3 «Об энергосбережении» основывается на принципах приоритетности внедрения энергоэффективного оборудования, технологий и материалов при эффективном и рациональном использовании топливно-энергетических ресурсов, что увеличит энергетическую безопасность и независимость Республики Беларусь. Целью данной работы является показать особенности интеграции гелиосистемы с сезонным аккумулированием в систему централизованного теплоснабжения для экономии ресурсов в условиях Беларуси.

В соответствии с государственной политикой использование возобновляемых источников энергии должно применяться в энергосистеме. Одним из направлений является использование солнечной энергии. На данный момент недостаточно внимания уделяется централизованным установкам с сезонным аккумулированием теплоты. Существует ряд примеров таких установок, состоящих из следующих основных элементов [1]: гелиоколлекторы, аккумуляторы теплоты, тепловые насосы, вспомогательные источники теплоты, сеть трубопроводов, потребители. Основная идея такой системы состоит в компенсации недостатка солнечной энергии в зимнее время. На рис. 1 показана схема системы с основными потоками энергии, которые следует закладывать в расчет при моделировании (на схеме буквами E обозначены необходимые потоки дополнительной электрической энергии для работы оборудования, буквами Q потоки получаемой теплоты и тепловые потери).

Простейшим и наиболее понятным методом расчета экономического потенциала использования солнечных систем с сезонным накоплением тепла является сравнение количества теплоты, получаемого от гелиоколлекторов, с нуждами потребителей. Для этого необходимо определить количество полезной солнечной энергии, получаемой потребителем, которое можно рассчитать по КПД основного элемента системы – гелиоколлектора. Тепловая эффективность солнечного коллектора зависит от типа солнечного коллектора, его схемы и геометрических размеров, параметров теплоносителя в гелиоконтуре, климата зоны эксплуатации.

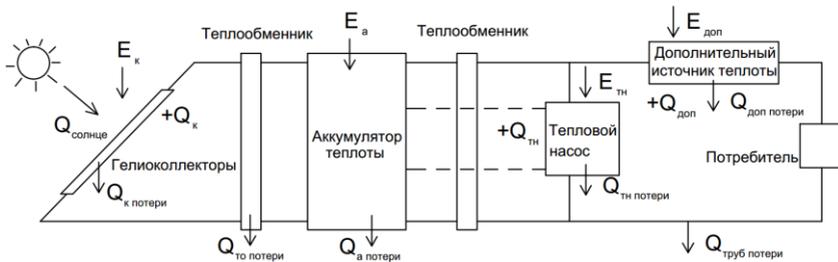


Рис. 1. Принципиальная схема учета тепловых потоков центральной гелиосистемы

Тепловоспринимающие элементы (гелиоколлекторы) должны иметь соответствующий наклон и быть ориентированы определенным образом для получения максимального (или близкого к максимальному) количества солнечной энергии. На основе анализа радиационного климата в Беларуси [2, 3] была построена диаграмма, показывающая, во сколько раз уменьшается сезонное поступление полной солнечной энергии на поверхность (или гелиоколлектор) в зависимости от угла ее наклона для разных азимутов относительно южного направления для весенне-летне-осеннего периода Беларуси (рис. 2) [2].

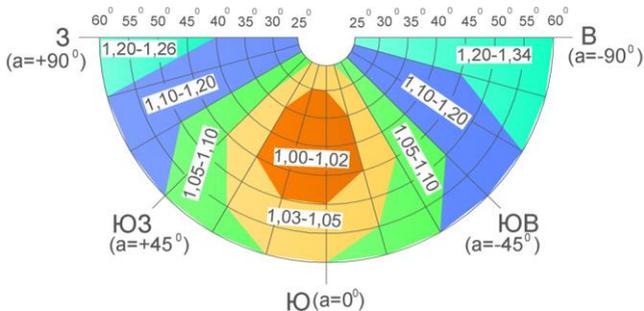


Рис. 2. Диаграмма определения коэффициента уменьшения солнечной энергии для различных азимутов

Плоские гелиоколлекторы с одинарным остеклением и трубчатые вакуумные являются наиболее распространенными в настоящее время [4]. Также используются плоские коллекторы с повышенной изоляцией – вакуумированные с двойным полупрозрачным покрытием.

Плоский коллектор состоит из последовательных плоских слоев «солнечного» стекла, теплового элемента для поглощения солнечной энергии и слоя теплоизоляции, размещенных в достаточно герметичном корпусе. Основным элементом трубчатых вакуумных коллекторов является «трубка» (рис. 3), которая состоит из стеклянной колбы 1 с двойным остеклением и вакуумированным зазором и термoeлементом 2.

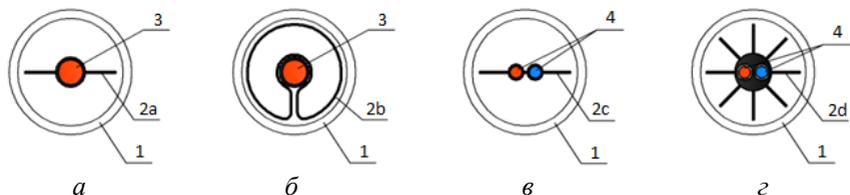


Рис. 3. Поперечное сечение трубки различных типов вакуумированных трубчатых гелиоколлекторов:

а, в – коллектор с плоским тепловым элементом (2а, 2с), *б* – с цилиндрическим элементом (2б), *г* – с термостойким элементом из алюминиевого сплава (2д), 1 – колба, 3 – тепловая трубка, 4 – U-образная медная трубка циркулирующей охлаждающей жидкости

Плоский тепловой элемент 2а предназначен для коллекторов, где колба должна поворачиваться во время установки на любой оптимальный угол за Солнцем, что фактически не приносит практического эффекта. Идея теплового цилиндрического элемента 2б позволяет воспринимать излучение под любым углом падения солнечной энергии, но эффективность теплопередачи за счет теплопроводности пластины поз.2б по «длинному» пути сомнительна. Применение тепловых труб 3 не дает теплового преимущества в эффективности передачи тепла по сравнению с традиционным методом прямой циркуляции теплоносителя (рис. 3, в, г), которые обладают более высокими тепловыми качествами благодаря прямому контакту теплоносителя с теплоносителем. Но они имеют более высокую стоимость.

Также необходимо учитывать некоторые особенности работы вакуумных трубчатых коллекторов. Фактическая чувствительная к температуре поверхность трубчатого коллектора намного меньше его геометрической поверхности (рис. 4). Для получения идентичной чувствительной к теплу поверхности геометрическая поверхность трубчатых коллекторов должна быть в 1,44 раза больше.

Срок службы трубчатого коллектора составляет 10-12 лет. Гарантийный срок от 1 до 5 лет. Некоторые полномасштабные эксплуатационные исследования не показали столь явного преимущества трубчатых коллекторов

над обычными плоскими системами в условиях средневропейского климата. Основной причиной является замерзание, налипание снега к «холодным» трубам коллектора, не допускающее проникновения солнечного излучения.

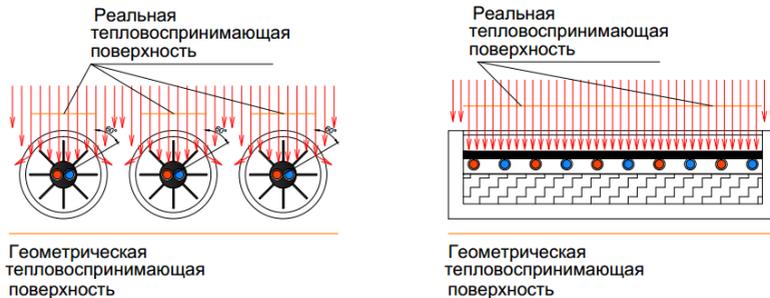


Рис. 4. Оценка реальной теплопоглощающей поверхности трубчатых и плоских гелиоколлекторов

Существенным недостатком коллекторов с теплоизоляционным полупрозрачным покрытием является значительное повышение температуры охлаждающей жидкости при отсутствии циркуляции более 200 °С по сравнению с плоскими, температура которых достигает не более 150 °С. Чтобы избежать кипения охлаждающей жидкости, необходимо поддерживать избыточное давление не менее 3 бар в резервуарах – для плоских коллекторов с одинарным остеклением и более 6 бар – для коллекторов с теплоизоляционным полупрозрачным покрытием. При высоких температурах срок службы жидкости резко уменьшается.

Для условий Беларуси более подходят плоские коллекторы. Срок службы более 30 лет, гарантийный срок от 1 до 13 лет.

Литература

1. Xu, J., et al., A Review of Available Technologies for Seasonal Thermal Energy Storage, *Solar Energy*, 103 (2014), May, pp. 610-638.
2. Покотилов, В. В. Использование солнечной энергии для повышения энергоэффективности жилых зданий: справочное пособие / В. В. Покотилов, М. А. Рутковский. – Минск, 2015. – 64 с.
3. Рутковский, М. А. Гелиосистемы жилых домов для эксплуатационных условий Республики Беларусь / М. А. Рутковский // *Наука и техника*. – 2017. – № 4 – С. 324–334.
4. Patel, Mukund R. *Wind and solar power systems* / Mukund R. Patel – USA, New York, U.S.: Merchant Marine Academy, Kings Point, 1999, – 348 p.