

УДК 699.86:697.144

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ С АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЕМКОСТЬЮ

Борисенко К.И., к.т.н., доцент, Зайцев О.Н., д.т.н., профессор.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры,

Украина

Аннотация. Выявлено, что при работе системы горячего водоснабжения и отопления от источника тепловой энергии – бака-аккумулятора возможно двукратное снижение тепловой мощности нагревательного прибора. Для более эффективного использования бака аккумулятора предложено выполнять расчет требуемой тепловой нагрузки для таких систем горячего водоснабжения и отопления не на максимальный температурный перепад, а с учетом остывания – на средний, между максимальным и минимально-допустимым. Предложено ввести в зависимость по определению требуемого объема бака-аккумулятора корректирующее соотношения максимального и минимального температурного напора.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, отопление, бак-аккумулятор

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее простым и надежными устройствами аккумулярования тепла являются жидкостные теплоаккумуляторы, что связано с совмещением функций теплоаккумулирующего материала теплоносителя. Вследствие этого аккумуляторы такого типа особенно широко применяются для бытовых целей, в схемах различных систем горячего водоснабжения и отопления [1,2].

Наибольшее распространение получил вытеснительный жидкостной аккумулятор. Вследствие разности плотностей горячей и холодной

жидкостей может обеспечиваться малое перемешивание жидкости (эффект «термоклина») [6], эффективность использования вытеснительных аккумуляторов снижается вследствие потерь тепла на перемешивание между объемами горячего и холодного теплоносителя, нагрев корпусов и т. п. Кроме этого, использование вытеснительного типа аккумулятора связано с комплексом конструктивных и эксплуатационных мероприятий, обеспечивающих минимальные потери энергии [4, 5]. Основным препятствием, сдерживающим внедрение таких аккумуляционных систем, является отсутствие систематизированного математического, программного и нормативного обеспечения проектирования и строительства этих систем в климатических условиях Украины [1-3].

Цель работы - повышение эффективности работы систем децентрализованного горячего водоснабжения и отопления на основе источника тепла – жидкостного теплоаккумулятора.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Рассмотреть эффективность работы существующих систем децентрализованного теплоснабжения с теплогенерирующими устройствами различных типов для определения наиболее эффективного взаимодействия их в условиях изменяющегося теплового и гидравлических режимов.
2. На основе моделирования работы аккумулирующей емкости уточнить методику расчета требуемой тепловой нагрузки для систем горячего водоснабжения и отопления с баком-аккумулятором в качестве источника тепла.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Расчет требуемого объема аккумулирующей емкости выполнен по формуле:

$$V_S = V_{\theta_{set}} = \Phi_{su} \times \frac{T}{1,17 \times (\theta_{set} - \theta_{cw})} \text{, дм}^3, \quad (1)$$

где V_S – объем бака-аккумулятора, дм^3 ; $V_{\theta_{set}}$ – объем нагретого теплоносителя при θ_{set} , соответствует Q_{DP} , дм^3 ; θ_{set} – заданная температура теплоносителя в баке-аккумуляторе системы отопления, $^{\circ}\text{C}$; θ_{cw} – температура обратки t_2 , $^{\circ}\text{C}$; Φ_{SU} – проектная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, Вт ; T – время работы аккумулятора, ч.

Тепловая энергия горячей воды, хранящейся в баке-аккумуляторе определяется как:

$$Q_S = 0,00116 (\theta_{set} - \theta_{CW}) \cdot V_S, \text{ кВт} \times \text{ч.} \quad (2)$$

При отборе горячей воды температура в баке-аккумуляторе не должна быть ниже θ_{min} (40°C).

Эффективная тепловая энергия, доступная в баке-аккумуляторе:

$$Q_{s,eff} = Q_S \cdot (\theta_{set} - 40) / (\theta_{set} - \theta_{CW}), \text{ кВт} \times \text{ч.} \quad (3)$$

Необходимая тепловая энергия течение заданного периода:

$$Q_{DP} = 0,00116 \cdot (\theta_{CR} - \theta_{CW}) \cdot V_{DP}, \text{ кВт} \times \text{ч,} \quad (4)$$

Система теплоснабжения должна иметь мощность в соответствии с п. 4.2.2 EN 12828:2003:

$$\Phi_{SU} = f_{HL} \cdot \Phi_{HL} + f_{DHW} \cdot \Phi_{DHW} + f_{AS} \cdot \Phi_{AS}, \text{ кВт,} \quad (5)$$

где: Φ_{SU} – проектная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, кВт ; f_{HL} – расчетный коэффициент тепловой нагрузки; Φ_{HL} – проектная тепловая нагрузка системы отопления, кВт ; f_{DHW} – расчетный коэффициент для системы горячего водоснабжения; Φ_{DHW} – тепловая мощность теплового насоса, используемого для горячего водоснабжения (проектную нагрузку на систему ГВС), кВт ; f_{AS} – расчетный коэффициент для присоединенных систем; Φ_{AS} – проектная тепловая нагрузка присоединенных систем, кВт .

В данном случае рассматривалась задача, когда источником тепловой энергии для системы горячего водоснабжения и отопления является аккумулирующая емкость, а котел работает периодически в своем номинальном режиме. Тогда теплоноситель из бака-аккумулятора поступает в систему отопления, и, проходя через нагревательные приборы остывает,

при этом происходит изменение количества теплоносителя, пропорционально требуемому количеству тепла для данного помещения (данное соответствие обеспечивается количественным регулированием термостатическими клапанами на нагревательных приборах). То есть для определения фактического времени поддержания требуемой температуры в помещении за счет тепловой энергии бака-аккумулятора необходимо сравнить изменение количества тепловой энергии, поступающей в помещение от нагревательных приборов при охлаждении теплоносителя с учетом увеличения расхода теплоносителя с располагаемым на данный период количеством тепла в аккумуляторе.

Расчет тепловой мощности нагревательного прибора выполнен по действующей методике [2-4].

Для определенности в задаче принят температурный перепад 80-60 °С, тепловая мощность системы отопления – 2500 Вт, в качестве нагревательного прибора принят стальной радиатор с коэффициентом теплоотдачи 4.9 Вт/м²К, система отопления принята двухтрубной.

Расчет проводился в следующем порядке:

1. Определялось количество тепловой энергии, необходимой для поддержания заданной (20 °С) температуры в помещении.
2. Рассчитывался объем бака-аккумулятора (время его работы в качестве источника тепла принято равным 6 ч.).
3. Определялось количество теплоносителя в расчетный перепад температур в системе отопления (80-60 °С).
4. Рассчитывалась количество тепла, отдаваемое нагревательными приборами в помещение с учетом изменения температурного перепада и соответствующего ему изменения расхода теплоносителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ВРЕМЯ РАБОТЫ БАКА-АККУМУЛЯТОРА

Анализ зависимости изменения расхода теплоносителя, необходимого для поддержания заданной температуры, от снижения температурного перепада (рис.1) (с учетом постоянства температуры воздуха в помещении и периодичности горячего водоснабжения), показал, что расход остается постоянным до достижения перепада температур теплоносителя 60-40°C, а после происходит резкое возрастание расхода, вызванное уменьшением располагаемого температурного напора (минимально-допустимая температура в баке-аккумуляторе – 40°C). При этом следует отметить, что даже такое значительное увеличение расхода не позволяет подать в помещение требуемое количество тепловой энергии (при температурном перепаде теплоносителя 42-22°C, количество тепла подаваемого в помещение в 2,3 раза меньше требуемого), что вызывает снижение температуры в помещении ниже нормируемой (в данном случае определение снижения температуры зависит от величины тепловой инерции ограждающих конструкции помещения и оборудования, расположенного в нем).

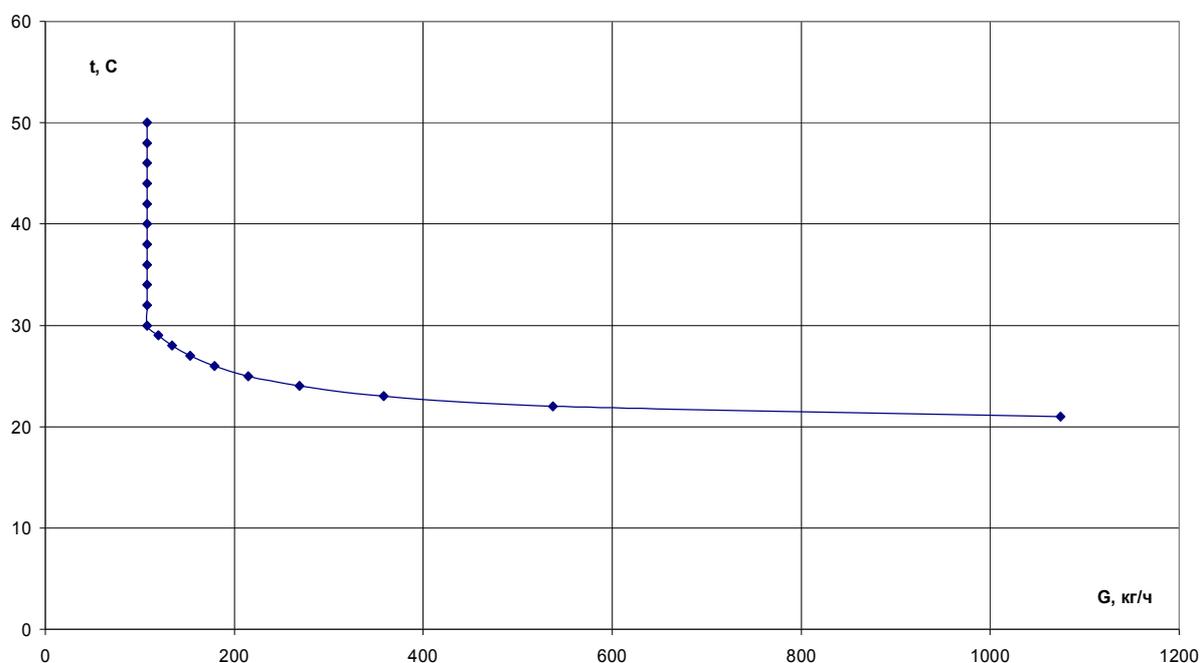


Рис.1 Зависимость расхода теплоносителя от температурного напора в отапливаемом помещении при использовании бака-аккумулятора в качестве источника тепловой энергии.

Анализ мощности теплового потока показал (рис.2), что уменьшение располагаемого температурного напора в процессе работы бака-аккумулятора вызывает практически прямопропорциональное снижение тепловой мощности. Таким образом, для более эффективного использования бака аккумулятора и увеличение времени поддержания требуемого теплового потока необходимо выполнять расчет не на максимальный температурный перепад, а с учетом остывания – на средний, между максимальным и минимально-допустимым (для данного случая – это 40 °С), в соответствии с графиком работы котлов с учетом снижения наружной температуры .

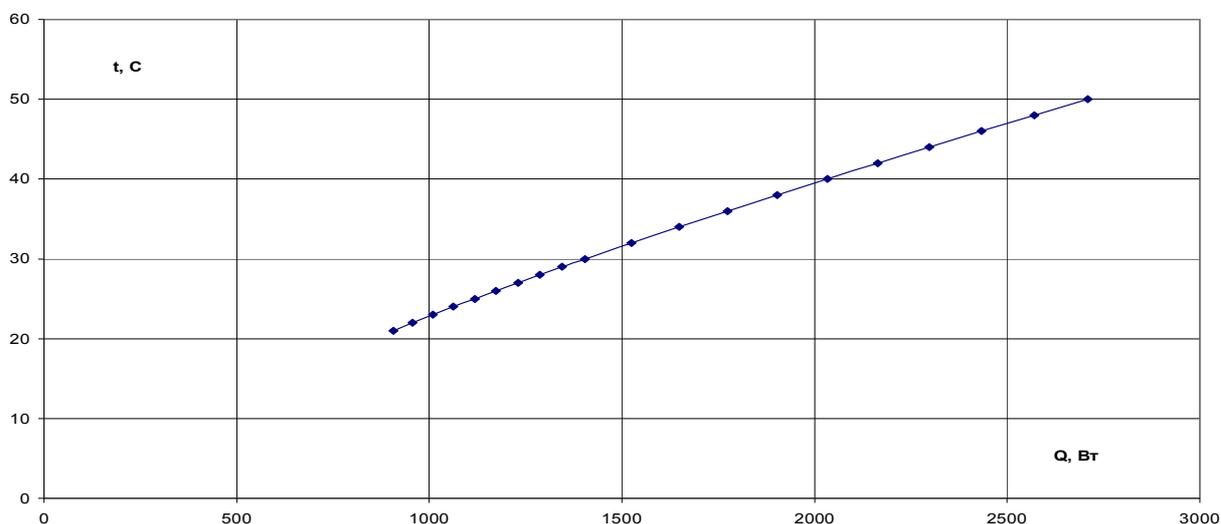


Рис.2. Зависимость мощности теплового потока от располагаемого температурного напора.

В отличие от практически прямопропорциональной предыдущей зависимости, зависимость температурного напора от соотношения требуемой тепловой мощности к фактической мощности теплового потока (рис.3) не является прямопропорциональной и отражает характеристику влияния работы термостатического клапана на пропускную способность и, соответственно, на тепловую мощность потока. При этом наблюдается падение мощности в по сравнению с требуемой более чем в 2,5 раза.

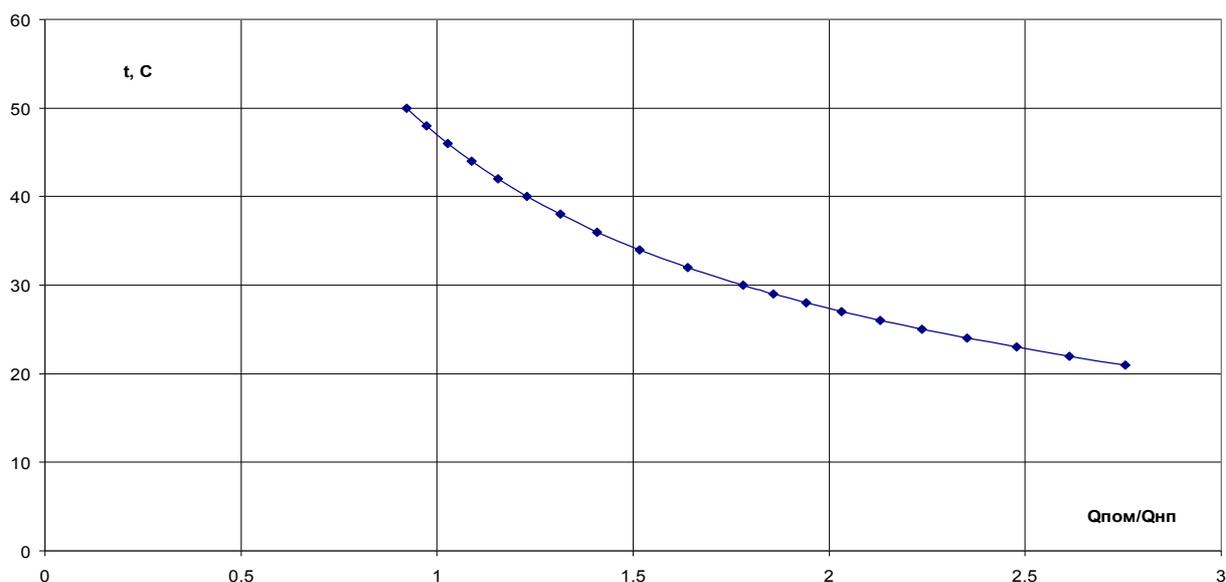


Рис.3. Зависимость требуемой тепловой мощности к располагаемой мощности теплового потока от располагаемого температурного напора.

ВЫВОДЫ

1. При работе системы горячего водоснабжения и отопления от источника тепловой энергии – бака-аккумулятора возможно двукратное снижение тепловой мощности нагревательного прибора.

2. Для более эффективного использования бака аккумулятора и увеличение времени поддержания заданной тепловой мощности источника тепла необходимо выполнять расчет требуемой площади теплообменников для систем горячего водоснабжения и отопления не на максимальный температурный перепад, а с учетом остывания – на средний, между максимальным и минимально-допустимым.

3. В зависимости по определению требуемого объема бака-аккумулятора необходимо наряду с учетом температурного перепада теплоносителя ввести корректирующее соотношения максимального и минимального температурного напора – тогда увеличение объема аккумулятора позволит использовать его в качестве теплового источника для систем горячего водоснабжения и отопления в расчетный период без снижения тепловой нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Борисенко К.А., Зайцев О.Н. Современные системы обеспечения теплового режима зданий // Труды Междунар. научно-технической конф. «11-ой Европейский форум энергетиков». – Opole (Poland). – 2008.- С. 247-252.
- 2.Lubarec A.P., Zaitsev O.N. Power saving technologies in modern systems of water heating // Motrolyzacja I energetyka rolnictwa. Lublin: Motrol, 2009, №11, p.214-219.
- 3.Кононович Ю. В. Тепловой режим зданий массовой застройки. - М.: Стройиздат, 1986. – 157с.
- 4.Табунщиков Ю.А. Расчёты температурного режима помещения и требуемой мощности для его отопления. — М.: Стройиздат, 1981. - 84 с.
- 5.Довмир Н.М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов // Пром. теплотехника. — 2008. № 5 с. 62-68;
- 6.Накорчевский А.И. Система теплоснабжения теплоавтономного дома // Пром. теплотехника. — 2009. № 1 с. 67-73.

PRODUCTIVITY HOT WATER SYSTEMS AND HEATING BUFFER TANK

KI Borysenko, Ph.D., Associate Professor, O.N. Zaitsev, Doctor of Technical Sciences, professor.

Odessa State Academy of Construction and Architecture, Ukraine

Annotation. For more efficient use of the storage tank proposed to perform the calculation of the required heat load for these hot water and heating systems is not the maximum temperature difference, and taking into account the cooling - on average, between the maximum and minimum allowed. It is proposed to enter into a relationship to determine the required volume of the storage tank corrective ratio of maximum and minimum temperature difference.

Keywords: hot water, heating, storage tank.