

УДК 697.275.7

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ВАКУУМНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАДИАТОРА

Мехтиев А.Д., Краснюк А.И.

*РГП на ПХВ «Карагандинский государственный технический университет», Караганда,  
e-mail: knastyai@mail.ru*

В статье доказывается актуальность использования инновационной технологии энергосбережения в системах теплоснабжения жилых зданий и промышленных сооружений на основе электрических вакуумных радиаторов отопления (ВЭР) с эффективным теплоносителем (водой). Проведен анализ современных источников тепловой энергии. Исследованы тепловые трубки ВЭР, на основе которых разработан альтернативный источник тепловой энергии – вакуумный электрический радиатор. Проведенные исследования рабочих параметров экспериментального образца ВЭР позволили разработать рекомендации по практическому использованию ВЭР и обоснованию перспективы замены традиционных источников тепловой энергии на альтернативные источники энергии на основе ВЭР. Работа направлена на значительное сокращение потребления энергии на отопление жилых помещений, путем использования энергосберегающих радиаторов и эффективных теплоносителей.

**Ключевые слова:** вакуумный электрический радиатор (ВЭР), эффективный теплоноситель, тепловые трубки, энергосберегающий радиатор.

## USING OF VACUUM ENERGY SAVING RADIATOR AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

Mekhtiev A.D., Krasnyuk A.I.

*Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: knastyai@mail.ru*

This paper proves the relevance of innovative energy saving technologies which are used in the residential buildings and industrial structures heating systems based on the vacuum electric heating radiators (VER) with an effective heat transfer agent (water). The analysis of contemporary thermal energy sources was carried out. There were investigated heatpipes of VER, on the basis of which alternative heat energy source vacuum electric radiator was designed. Studies of the VER experimental sample operating parameters allowed to develop recommendations for the practical using of VER and thermal energy traditional sources replacement to alternative energy sources on the basis of VER prospects justification. The work is aimed to significantly reducing energy consumption in residential heating, through the using of energy saving radiators and efficient heat transfer agents.

**Keywords:** vacuum electric radiator (VER), effective heat transfer agent, heat pipes, energy saving radiator

Вопросы, посвященные рациональному использованию энергетических ресурсов, становятся все более актуальными для мирового сообщества, а их решение становится стратегической задачей для многих государств. Прекратить использование электричества и тепловой энергии невозможно, более того, развитие экономики способствует увеличению мощностей, и к 2025 году прогнозируется, что величина спроса на тепло- и электроэнергию будет увеличена вдвое. Кроме того, конструктивная сложность систем теплоснабжения, огромная материалоемкость и, как следствие, постоянное увеличение расходов на содержание сложного теплового хозяйства способствуют росту расходов, платы за потребляемое тепло в ЖКХ. Избежать дефицита и постоянного роста оплаты за тепловую энергию позволит только применение современных технологий, обеспечивающих эффективное потребление энергетических ресурсов [1].

Целью данной статьи является обоснование эффективности применения альтернативных источников энергии для отопления

жилых зданий и сооружений на основе вакуумных электрических радиаторов.

Представленные на казахстанском рынке российские и импортные электрические обогреватели, оснащенные керамическими и воздушными термоэлектрическими нагревателями, тепловентиляторы имеют температуру поверхности нагрева +350-600°C и более. В процессе работы на данных перегретых поверхностях происходит процесс сгорания воздушной пыли, микрофлоры, воздух становится сухим, и потребители получают «ядовитый смог», вместо комфортного, чистого, теплого воздуха. Масляные обогреватели являются взрывопожароопасными. В процессе их эксплуатации не исключены случаи утечки масла, появления запаха и загрязнения воздуха в помещении [2].

Системы теплоснабжения в Казахстане на сегодняшний день функционируют на основе сжигания на ТЭС каменного угля для подогрева воды, которая является теплоносителем, циркулирует в тепловых магистралях и поступает в радиаторы отопления жилых помещений. По причине большой протяжен-

ности магистральных и внутриквартирных тепловых сетей из-за удаленности от ТЭС, потери тепловой энергии составляют 30-40%, учитывая утечки и низкокачественную тепловую изоляцию трубопроводов. Неотъемлемым фактором является электрическая энергия, затраченная на работу насосов, обеспечивающих циркуляцию теплоносителя и поддержание его рабочих параметров [3].

На сегодняшний день приоритет в области теплоснабжения необходимо сместить с централизованного отопления на индивидуальные системы отопления, а в жилых помещениях на поквартирное электрическое отопление, в котором трубы отсутствуют. Тепло необходимо производить по месту его потребления и потреблять при конкретной необходимости. Если в поселениях ликвидировать низкорентабельные котельные, большинство из которых работают на жидком и твердом топливе, и перевести объекты, подключенные к ним, на беструвные системы отопления, применяя при этом нагреватели жидкого теплоносителя, будет достигнут эффект значительного сокращения затрат, потребители получают выгоду уже в течение первого года после реконструкции.

В качестве альтернативного и эффективного источника тепла в помещениях предлагается использовать вакуумный электрический радиатор (ВЭР). Работа энергосберегающего радиатора происходит за счет использования внутренней энергии эффективного теплоносителя при минимальных затратах электроэнергии, с целью обеспечения необходимых теплотехнических параметров. Внешний вид вакуумного электрического радиатора представлен на рис. 1. На рис. 2 изображена конструктивная схема ВЭР.

Принцип работы энергосберегающего вакуумного радиатора основан на функционировании тепловой трубки, которая представляет собой замкнутое испарительно-конденсационное устройство, изобретенное с целью терморегулирования, а также охлаждения и нагрева объектов. Металлическая труба с вакуумом внутри заполняется небольшим объемом воды и герметично закрывается. Важно создать вакуум внутри тепловой трубки, т.к. воздух может препятствовать процессу парообразования и быстрому движению пара. Таким образом, можно сконструировать простейшую модель тепловой трубки, которая иначе называется термосифоном и идеально работает при вертикальном расположении. Принцип работы термосифона заключается в следующем: тепло подводится к нижнему концу (зона испарения), что вызывает процесс испарения воды без пузырькового кипения. В процессе кипения на стенках тепловой трубы образуются пузырьки, затрудняющие отвод пара, который образуется на греющей поверхности, через толщу фитиля. Это существенно ограничивает мощность теплопередачи. Пар движется вверх по трубе к холодному концу (зона конденсации), поглощая большую энергию. Далее пар конденсируется, отдавая энергию, и в виде воды стекает по стенкам трубки вниз. Высокая плотность теплового потока обеспечивается большой скрытой теплотой фазового перехода. Термосифоны могут работать только при условии, если зона испарения находится ниже зоны конденсации, что ограничивает область их применения [2].



Рис. 1. Вакуумный электрический радиатор

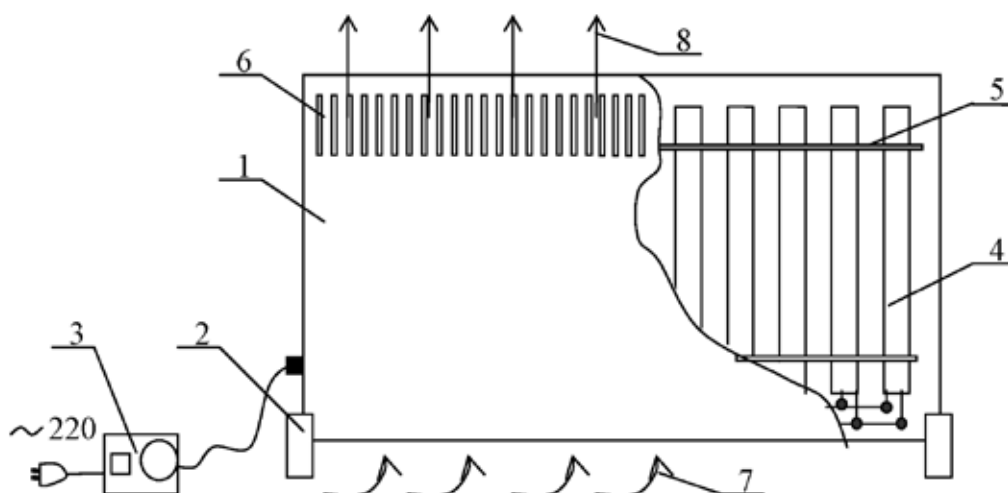


Рис. 2. Конструктивная схема ВЭР:

1 – защитный кожух; 2 – опора; 3 – климат-контроль; 4 – колонка ВЭР (тепловая трубка); 5 – элемент крепления; 6 – отверстия для выхода теплого воздуха; 7 – поток холодного воздуха; 8 – поток горячего воздуха

Вакуумный электрический радиатор может быть использован в качестве источника тепла, как в индивидуальной системе теплоснабжения, так и в многоквартирных домах. Создателем электрического энергосберегающего радиатора является Ким П.М., который разработал основополагающие концепции развития данного направления систем теплоснабжения и конструкцию данного устройства. Так же он предложил химический состав теплоносителя и принципиально новый способ его активизации с помо-

щью электронагревателя. Регистрационный номер свидетельства о депонировании объектов интеллектуальной собственности конвективного электрообогревателя низкого давления – 2145. Данное отопительное устройство является полностью автоматизированным и не нуждается в ручном управлении. Температура в помещении и внутри прибора контролируется встроенным полупроводниковым температурным реле [4].

Электрическая схема вакуумного электрического радиатора представлена на рис. 3.

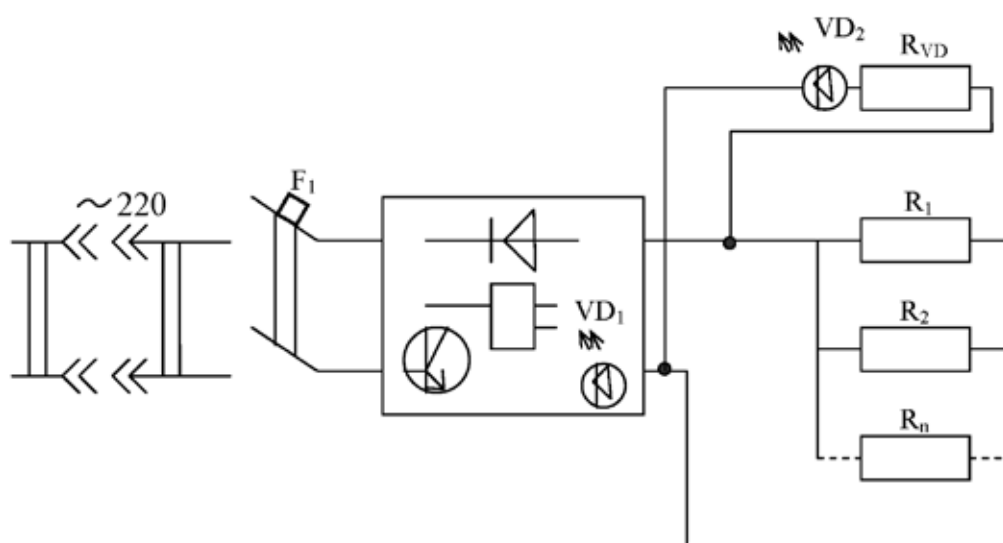


Рис. 3. Электрическая схема вакуумного электрического радиатора

Через штепсельную розетку ВЭР подключается к сети 220 В переменного тока. Для коммутации и защиты от коротких замыканий и перегрузки используется автоматический воздушный выключатель. Для регулировки режима работы ВЭР используется микропроцессорный блок-управления, который обеспечивает измерение температуры в помещении, а также включение и выключение электронагревателей  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_n$  согласно заданных уставок температуры. Светодиод ( $VD_1$ ) красного цвета обеспечивает визуальный контроль подключения ВЭР к электрической сети, а светодиод ( $VD_2$ ) зеленого цвета обеспечивает контроль включения и отключения электронагревателя.

Микропроцессорный блок управления выполнен на промышленном контролере температуры, с шагом регулирования  $1^\circ\text{C}$  и диапазоном регулирования от  $15$  до  $30^\circ\text{C}$ ,

что обеспечивает возможность настройки на любую температуру. Блок может быть подключен к дистанционной или беспроводной системе управления.

Используя опытный образец электрического вакуумного радиатора, было проведено 6 экспериментов, с учетом их погрешностей. При помощи тепловизора каждые 5 минут проводились измерения температуры вакуумного электрического радиатора, а также температуры окружающей среды при работе и отключении ВЭР. Данные одного из экспериментов представлены ниже.

Эксперимент №1: сила тока ( $I$ ) –  $2,28\text{A}$ ; напряжение ( $U$ ) –  $220\text{В}$ ; частота ( $\nu$ ) –  $49,9\text{Гц}$ .

Согласно каждому проведенному эксперименту была построена математическая модель процессов нагрева и остывания ВЭР, а также температуры окружающей среды с течением времени.

**Таблица 1**

Данные, полученные в ходе эксперимента №1 (процесс нагревания)

Время, $t_1$ (мин)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Температура трубки ВЭР, $\tau_{T_1}$ ( $^\circ\text{C}$ )	24	74	117	139	150	154	156	166	171	178
Температура окружающей среды, $\tau_{C_1}$ ( $^\circ\text{C}$ )	24	24	24,3	24,5	24,7	24,9	25,1	25,5	25,8	25,8

**Таблица 2**

Данные, полученные в ходе эксперимента №1 (процесс остывания)

Время, $t_{11}$ (мин)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Температура, $\tau_{T_{11}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	178	151	123	102	84	72	52	31	28	26,1	25,7	25,4	24,7	24,2	24
Температура окружающей среды, $\tau_{C_{11}}$ ( $^\circ\text{C}$ )	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,9	25,9	25,9

Построение математической модели по результатам эксперимента №1 (процесс нагревания ВЭР):

$$\tau_{T_1} = t_1 / (23,9897 - 0,113646t_1);$$

$$\tau_{C_1} = -0,33774t_1^2 + 17,0975t_1 - 215,256;$$

$$\tau_{1(\text{общ})} = t_1 / (23,9897 - 0,113646t_1) \cdot (-0,33774t_1^2 + 17,0975t_1 - 215,256);$$

$$CKO = 14,74\%;$$

$$F = 46,01593,$$

где  $t_1$  – время нагревания ВЭР, мин;  $\tau_{T_1}$  – изменение температуры ВЭР во время нагревания, °С;  $\tau_{T_1}$  – изменение температуры окружающей среды во время нагревания ВЭР, °С;  $\tau_{1(общ)}$  – изменение температуры ВЭР и температуры окружающей среды при нагревании ВЭР с течением времени, °С; СКО – погрешность измерений, %;  $F$  – коэффициент Фишера.

Построение математической модели по результатам эксперимента №1 (процесс остывания ВЭР):

$$\tau_{T_{11}} = -1,77051 + 1439,19 / t_{11};$$

$$\tau_{C_{11}} = 55,0837 - 1397,39 / t_{11};$$

$$\tau_{11(общ)} = (-1,77051 + 1439,19 / t_{11}) \times \\ \times (55,0837 - 1397,39 / t_{11});$$

$$СКО = 21,77\%;$$

$$F = 21,09063,$$

где  $t_{11}$  – время оставания ВЭР, мин;  $\tau_{T_{11}}$  – изменение температуры ВЭР во время остывания, °С;  $\tau_{C_{11}}$  – изменение температуры окружающей среды во время остывания ВЭР, °С;  $\tau_{11(общ)}$  – изменение температуры ВЭР и температуры окружающей среды при остывании ВЭР с течением времени, °С; СКО – погрешность измерений, %;  $F$  – коэффициент Фишера.

В сравнении с традиционными радиаторами вакуумные радиаторы имеют следующие преимущества:

- отсутствуют воздушные пробки;
- не подвержены коррозии;
- экономия воды в отопительной системе составляет более 80%;
- экономия энергоресурсов (мазута, газа, угля, электричества и т.д.) составляет более чем 30%;
- исключены заливания и засорения радиаторов;
- соответствуют всем нормативам безопасности и требованиям ГОСТ 31311-2005 п.п. 5.2, 5.9 РК;
- несложный монтаж и установка (прибор имеет две резьбы для подключения к системе отопления);

– отсутствие потребности в заглушках, прокладках, футорах, ниппелях, кранах Маевского;

– вся поверхность прибора нагревается равномерно;

– гигиеничность.

Опытные расчеты показали, что ежемесячные затраты на эксплуатацию вакуумных электрических радиаторов в 3 раза меньше, чем при использовании центрального отопления или автономного электрического котла. Экономический эффект в 30 раз выше, чем при использовании центрального отопления и в 3 раза выше, чем при использовании автономного электрического котла. При этом срок окупаемости проекта с использованием ВЭР не превышает одного отопительного сезона, т.е. 7 месяцев.

Внедрение новой стратегии теплоснабжения также позволит исключить многие другие проблемы, такие как: взрывы бытового газа, ухудшение экологической обстановки, угроза терроризма в жилищном комплексе, импортозамещение энергосберегающего оборудования, дефицит высококвалифицированных работников, занимающихся обслуживанием традиционных систем теплоснабжения, позволит создать тысяч рабочих мест на небольших заводах по производству несложного энергосберегающего оборудования и т.д. [5].

#### Список литературы

1. Мехтиев А.Д., Эйрих В.И., Югай В.В., Ким П.М., Белик Г.А. Системы теплоснабжения с энергосберегающими радиаторами и эффективными теплоносителями // Вестник Карагандинского университета. Серия физика. – №4(64). – 2011. – С.38-42.
2. Мехтиев А.Д., Таткеева Г.Г., Таранов А.В. Использование модели паровой турбины ТЭЦ для совершенствования систем теплоснабжения ЖКХ с установлением оптимальных теплотехнических параметров // Труды университета, выпуск 3(56). – Караганда: Изд-во КарГТУ/2014. – С. 80-83.
3. Мехтиев А.Д., Эйрих В.И., Югай В.В. Вакуумные энергосберегающие радиаторы в сфере ЖКХ/ Труды Международной научной конференции (Сагиновские чтения №5). Часть 2. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2013. – С. 290-292;
4. Мехтиев А.Д., Югай В.В., Ким П.М., Таткеева Г.Г., Жамлиханова Ю.С. Система теплоснабжения с энергосберегающими радиаторами и эффективными теплоносителями // Актуальные проблемы современности. – № 11(76). – Караганда: Изд-во Болашак баспа, 2011-С. 72-75.
5. Мехтиев А.Д., Таткеева Г.Г. Жамлиханова Ю.С., Ким П.М. Внедрение энергосберегающего вакуумного радиатора с эффективным теплоносителем // Актуальные проблемы современности. Выпуск 10 (90). – Караганда: Болашак-Баспа, 2012. – С. 54-60.