

---

# ЖЫЛУ ФИЗИКАСЫ ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ ЖЫЛУ ТЕХНИКАСЫ ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

УДК 658.26:001.891.574

## Системы теплоснабжения с энергосберегающими радиаторами и эффективными теплоносителями

### Heat supply systems with energy saving radiators and effective heat-transfer materials

Мехтиев А.Д., Эйрих В.И., Югай В.В., Ким П.М., Белик Г.А.

*Карагандинский государственный технический университет (E-mail: barton.kz@mail.ru)*

Тиімді жылу шығаратын заты бар электр вакуум радиаторлары көмегімен адамдар тұратын және өнеркәсіп ғимараттарының жылумен жабдықталу жүйелеріндегі қуат жинағының инновациялық технологияларын қолданудың өзектілігі осы мақалада дәлелденді. Түпкі мақсат электр энергиясының ең төменгі шығындарында олардың жылытқыш жүйелерінің қолдануы үшін тиімді жылу шығаратын заттың ішкі энергиясын қолданудың әдістерін өңдеу болып табылады. Біздің жұмыс энергия сақтау радиаторлар және тиімді жылу шығаратын заттардың қолдануы тұрғын үйлердің жылытуында энергияның тұтынуын түбегейлі қысқартуға бағытталған. Жылу шығаратын заттың белсенділігі және жылулық қуаттың алуы жүйенің жұмысының барлық тиімділігі жұмыс затының ішкі энергиясы қолдану есебінен табылады. Жылыту радиаторында жылу шығаратын зат ретінде электрожылытқыш пайдаланылады.

In this article the topicality of using the innovational energy saving technologies in residential and industrial buildings' heat supply with a help of electrical vacuum radiators with effective heat-transfer material is proved. The main aim is developing the methods of using the effective heat-transfer material's internal energy with minimum electric power expenses for applying in heating systems. Our work is aimed at considerable reduction of energy consumption for housings' heating by using the energy saving radiators and effective heat-transfer materials. The whole effectiveness of system's work is in heat-transfer material stirring up and thermal power obtaining by using the internal energy of working material. In the heating radiator the electric heater is used as a source of the heat-transfer material's heating.

Рост потребления энергоресурсов сопряжен с экологической проблемой, напрямую связанной с загрязнением окружающей среды и истощением минеральных ресурсов. Существует острая необходимость сокращения выбросов CO<sub>2</sub>. При игнорировании этих обстоятельств человечество может оказаться на пороге глобальной катастрофы. Чтобы избежать возможных последствий, необходимо уделить внимание развитию энергосберегающих технологий и их использованию в сфере энергетики. Это позволит обеспечить решение важных научных задач оптимального и рационального энергопотребления, а на практике — реализовать принцип сокращения потерь энергии при ее производстве, транспортировке и потреблении. Рациональнее сократить потерю одного киловатт/часа выработанной энергии, чем его выработать, особенно это обстоятельство касается систем теплоснабжения городов и населенных пунктов.

Нет необходимости доказывать актуальность использования технологий энергосбережения в системах тепло- и энергообеспечения жилых зданий и промышленных сооружений, так как они уже реализуются в различных устройствах повсеместно на практике. Примерно до 60 % энергопотребления городов в зимний период приходится на системы теплоснабжения.

На сегодняшний день в Казахстане системы теплоснабжения работают за счет сжигания на тепловых станциях каменного угля для нагрева воды, которая является теплопередающей средой, циркулирует в тепловых магистралях и обеспечивает работу приборов отопления жилых помещений. Теплоносителю приходится преодолевать расстояния в десятки километров — от тепловой станции до радиаторов отопления в жилых помещениях. При значительной протяженности магистральных и внутриквартальных тепловых сетей и удаленности тепловой станции потери тепловой энергии, с учетом утечек и неудовлетворительной тепловой изоляции трубопроводов, составляют 30–40 %. Немаловажным фактором являются затраты электроэнергии на работу насосов с энергоемкими приводами, обеспечивающих циркуляцию теплоносителя в системе и поддержание его рабочих параметров [1].

С учетом отмеченного выше появляется необходимость в создании новой концепции при построении систем теплоснабжения, позволяющих значительно сократить энергопотребление. Звеном этой системы может стать вакуумный энергосберегающий радиатор с эффективным теплоносителем (тепловой реагент на основе эфирных масел). Работа энергосберегающего вакуумного радиатора (ЭВР) основана на использовании внутренней энергии паров эффективного теплоносителя, активизированного нагретой поверхностью электронагревателем, что позволяет при минимальных затратах электроэнергии обеспечить необходимые теплотехнические параметры. Основной целью внедрения автономного автоматического ЭВР с эффективным теплоносителем в системы теплоснабжения является возможность значительно сократить потребление энергии на отопление жилых помещений.

На сегодняшний день существуют системы отопления, в которых используются электродоты с автоматической регулировкой параметров нагрева теплоносителя, что позволяет практически полностью исключить участие человека в процессе эксплуатации. Можно привести еще множество положительных доводов, касающихся использования электродотов, но использование электрического тока для обогрева жилых помещений на сегодняшний день будет обходиться дороже использования каменного угля [1]. Также немаловажными факторами являются перегрузка электросети и существование возможности повреждения кабельной линии. В то же время необходимо отметить, что система теплоснабжения с использованием ЭВР для жилого помещения не имеет энергоёмкого электродота, системы трубопроводов и циркуляционного насоса. В качестве приборов отопления используются стандартные радиаторы с созданным вакуумом во внутренней полости, изготовленные из алюминия, чугуна или стали (что в принципе неважно), которые могут наполняться эффективным теплоносителем. В качестве источника для нагрева теплоносителя и его активизации используется электронагреватель, работающий от сети 220–380 В. Тогда у оппонентов возникает вопрос: разве эта система может быть экономична, ведь промышленностью серийно выпускаются различные типы электронагревателей. К примеру, масляный электрорадиатор, состоящий из 8 секций, способен обогреть помещение примерно площадью 16 м<sup>2</sup>, при этом энергозатраты составят около 2 кВт/час.

Если рассмотреть работу водяного радиатора отопления, то для обеспечения необходимых параметров, согласно ГОСТу 31311 РК от 2005 г., затрачивается энергия котельного агрегата в соотношении 120 Вт на 1 ребро, что обеспечивает обогрев 2-х квадратных метров жилой площади. Соответственно, потребление стандартного 7-секционного чугунного радиатора отопления марки МС-90 составит 840 Вт, без учета потерь тепла в системе трубопроводов и котельном агрегате. Водные системы отопления имеют ряд недостатков, связанных с внутренней коррозией проточных частей и возможностью возникновения утечки теплоносителя из системы теплоснабжения. Затраты на поддержание технического состояния водных систем отопления и необходимость систематического проведения профилактических и ремонтных работ указывают на их невысокую технико-экономическую эффективность. На основании отмеченного выше можно судить о необходимости поиска более эффективного варианта теплоснабжения зданий и сооружений. Эту задачу возможно решить, используя автономный источник тепловой энергии с эффективным теплоносителем, который не будет иметь недостатков традиционных систем теплоснабжения и иметь низкое энергопотребление, в отличие от электрообогревателей.

Предлагаемый энергосберегающий вакуумный радиатор способен обеспечить те же теплотехнические параметры, как и отмеченные выше радиаторы отопления, при энергопотреблении не более 300 Вт. Вся эффективность работы системы кроется в активизации теплоносителя и получении тепловой мощности за счет использования внутренней энергии рабочего вещества. Конструктивно электрический энергосберегающий радиатор схож с водными радиаторами отопления, во внутренней полости которого создан вакуум (10<sup>-2</sup> Торр). Для активизации эффективного теплоносителя используется электронагреватель мощностью 300 Вт. Этого вполне достаточно для его активизации и эффектив-

ной теплоотдачи. Хочется отметить следующее важное обстоятельство: ЭВР полностью автоматизировано и не требует ручного управления, контроль температуры в помещении и внутри ЭВР осуществляется при помощи встроенного полупроводникового температурного реле [2; 182, 183]. Учитывая преимущества ЭВР в низком потреблении энергии перед традиционными водными радиаторами отопления и масляными электрическими обогревателями, можно судить об их технической и экономической эффективности.

Конструктивно ЭВР отопления выполнен как обычный радиатор отопления, но внутри него не протекает нагретая вода. В его полости создается вакуум и помещен эффективный теплоноситель, активизированный электронагревателем. Внешний вид и конструктивное исполнение исследованного прототипа энергосберегающего радиатора отопления приведены на рисунке 1 (а, б).

Для повышения эффективности работы ЭВР оснащается внешними и внутренними температурными датчиками, подключенными к термореле. Это конструктивное решение позволяет выполнять контроль температуры нагрева рабочих поверхностей ЭВР по внешним и внутренним тепловым параметрам и обеспечивать его экономичный режим работы устройства.

Внешний температурный датчик осуществляет контроль температуры внутри помещения и не допускает ненужной работы при нормальной внутрикомнатной температуре, а внутренний — контролирует нагрев теплоносителя и не допускает его перегрева. При этом рабочая температура поверхностей нагрева ЭВР не превышает допустимых  $80^{\circ}\text{C}$ , но остается способность обогревать одной секцией радиатора  $2\text{ м}^2$  жилого помещения при затратах электроэнергии до  $0,05\text{ кВт/час}$ .

Хочется отметить несколько положительных факторов, повышающих показатели надежности работы ЭВР — отсутствие циркулирующей под давлением рабочей жидкости и жесткой привязки к системе трубопроводов. Важны также практически нулевая вероятность износа проточной части и возникновения утечки, отсутствие подвижных и вращающихся частей, циркуляционного насоса. Примерный ресурс работы данной системы составляет около 15–20 лет без дозаправки. Все эти обстоятельства позволяют разработать полностью автоматизированную интеллектуальную систему с низким энергопотреблением и высокой эффективностью работы.

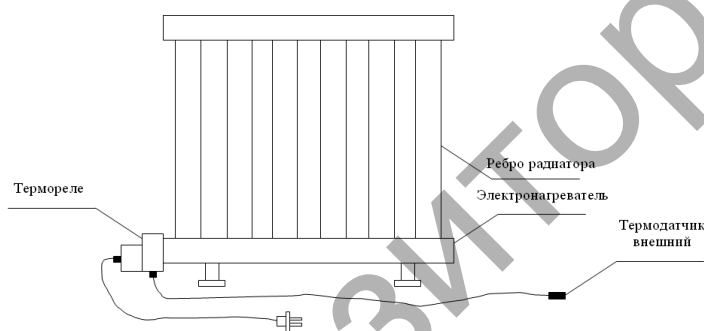


Рис. 1 (а). Конструктивное исполнение ЭВР

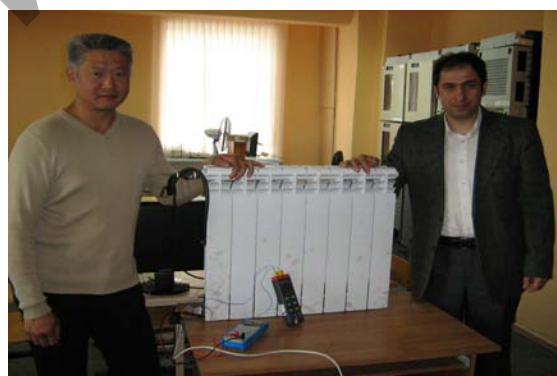


Рис. 1 (б). Экспериментальный образец ЭВР

Проведенные многочисленные исследования рабочих параметров ЭВР позволили достигнуть эффективности технических показателей его работы, оптимизировать форму и конструктивное исполнение электронагревателя с термокамерой, конвективных каналов поверхности нагрева, внутренней полости ребра, а также химическую формулу теплоносителя. Наилучший результат работы ЭВР достигается при наличии вакуума в его внутренней полости. При этом возрастает скорость набора рабочей температуры, равномерно нагреваются конвективные поверхности ЭВР и отсутствует шум, что является важными условиями комфортности при его эксплуатации [3].

Проведены исследования режимов работы данного ЭВР при нарушении вакуума во внутренней полости. При этом эффективный теплоноситель продолжает работать, но прогрев поверхностей нагрева становится неравномерным из-за скопления воздуха, возникают шумы в пределах 30–40 дБ. При изменении мощности электронагревателя от 200 до 300 Вт прослеживается зависимость изменения внутреннего давления от  $0,6$  до  $1,4\text{ кг/см}^2$ . Следует отметить и такой фактор, серьезно влияющий на ресурс работы эффективного теплоносителя: увеличение температуры от  $100^{\circ}\text{C}$  до  $150^{\circ}\text{C}$  приво-

дит к сокращению его ресурса примерно втрое, а при температуре 200 °С он может составлять около 600 часов.

Энергосберегающие радиаторы отопления имеют значительный срок службы и отвечают всем требованиям и нормам ГОСТа 31311 РК от 2005 г. Проведенные опыты показали, что набор необходимой температуры (80 °С) обеспечивается при мощности электронагревателя 200 Вт. Естественно, скорость прогрева поверхности радиатора увеличивается при повышении электрической мощности до 300 Вт, с учетом нарушения вакуума. Результаты исследований, представленные графиками зависимости нагрева поверхностей радиатора от времени при мощности электронагревателя 200–300 Вт, с нарушением вакуума (рис. 2, 3), позволяют сделать выводы о высокой надежности и эффективности работы ЭВР отопления. Даже при аварийных утечках вакуума работоспособность радиатора сохраняется. На данный момент разработан экспериментальный образец энергосберегающего радиатора, работающего от однофазной электрической сети с потребляемой мощностью 200 Вт.

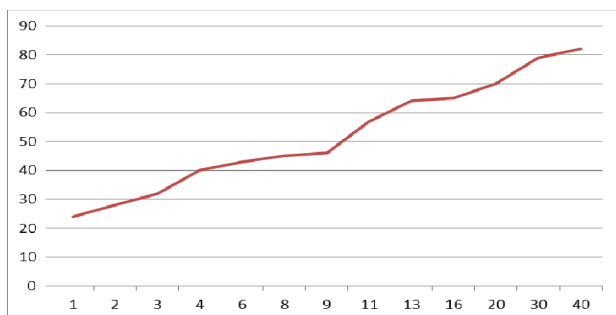


Рис. 2. Зависимость нагрева поверхностей радиатора от времени при мощности электронагревателя 200 Вт, с нарушением вакуума

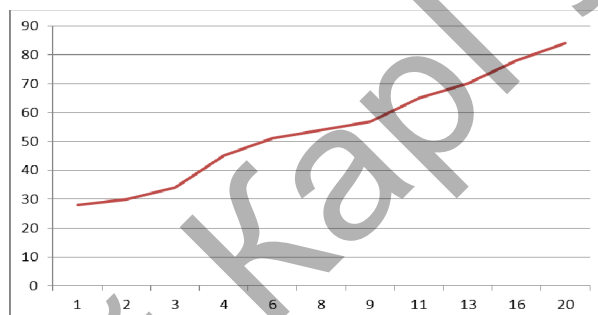


Рис. 3. Зависимость нагрева поверхностей радиатора от времени при мощности электронагревателя 300 Вт, с нарушением вакуума

Несложный математический расчет позволяет доказать экономическое преимущество от использования данной разработки. К примеру, затраты на отопление двухкомнатной квартиры в городе Караганде на 2011 г. жилой площадью 46 м<sup>2</sup> составляют примерно 3500 тенге, а при переходе на отопление с использованием трех энергосберегающих радиаторов — 2500 тенге. Разница довольно существенная, при этом стоимость энергосберегающего радиатора из 10 секций составляет примерно 15 тыс. тенге.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы о том, что низкое энергопотребление позволяет заложить основы принципиально новой концепции развития высокоэффективных электрических систем теплоснабжения зданий и сооружений города без использования циркулирующей по трубопроводам нагретой воды, что приводит к значительным потерям тепла через их стенки, к коррозии и засорению проточной части труб, образованию воздушных пробок и необходимости продувки перед запуском системы.

Для доставки энергии радиаторам отопления используется электрический кабель и, возможно, возникает необходимость в модернизации электрической сети и прокладки дополнительных кабельных линий, однако отпадает необходимость в магистральных, районных и внутриквартальных трубопроводах, а также в энергоемких насосных станциях. Перспективным остается направление использования предложенного радиатора совместно с солнечными и аккумуляторными батареями.

Проведенные исследования показали высокую эффективность, низкое энергопотребление, надежность и безопасность работы ЭВР. Продолжается работа по совершенствованию ЭВР, что позволит использовать электронагреватель мощностью 200 Вт, способный обеспечить требуемые теплотехнические параметры с наибольшим ресурсом работы эффективного теплоносителя.

## References

1. *Sotnikova O.A., Melkumov V.N.* Heat supply: Studying handbook // Published by the Association of civil engineering universities, 2009. — 296 p.
2. *Mekhtiyev A.D., Eirikh V.I., et al.* The perspectives of energy saving radiators with effective heat-transfer materials // Labors of International science conference «Science and education-leading factor of Kazakhstan-2030 strategy» (Saginov readings № 3). — Karaganda: Publ. KarSTU, 2011. — 461 p.
3. *Mekhtiyev A.D., Rakhimberlinova Zh.B., et al.* Modeling of the heat supply system // Materials of the VII International science-practical conference «Real researches and development — 2011». (January 17–25, 2011). — P. 56–58.