

МОДУЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛА ДЛЯ ЖИЛЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В. Я. Петровский

Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины, Киев

Надійшла до редакції 19.04.05

Резюме: Институт проблем материаловедения НАН Украины совместно с НПП "Градиент" разработали модульный генератор тепла, базирующийся на созданном новом теле накала и градиентном керамическом материале. Прибор работает по принципу "тепловой накачки" – повышения интенсивности теплового потока за счет возвратного излучения. Это позволяет при малой потребляемой мощности реализовать высокую температуру поверхности, а за счет использования керамики – высокую лучистую составляющую теплового потока. Разработка привела к созданию дешевого обогревательного прибора высокой эффективности – 92 %. Новые обогреватели наилучшим образом (лучистым теплообменом, доля которого в тепловом потоке составляет 54–57 %) передают выработанное тепло предметам и людям в отапливаемых помещениях. Новую систему обогрева легко приспособить к тепловым потерям любого, даже самого малого, помещения. Установлено, что затраты на изготовление и установку модульных генераторов тепла нового типа в 2–8 раз меньше, чем затраты на материалы и монтаж радиаторной системы водяного отопления и в 1,3–6 раз меньше, чем на установку любой другой системы электроотопления, а их эксплуатационные затраты сравнимы с таковыми для газовых бойлеров (для помещений площадью до 200 м²). Новые обогревательные приборы испытаны в разных условиях в разных регионах Украины. Это малые производственные предприятия в отдельно стоящих зданиях, коттеджи, станции техобслуживания автомобилей, административные здания.

Ключевые слова: модульные генераторы тепла, керамические, слоисто-градиентные, энергосберегающие, экологические.

В. Я. Петровський. МОДУЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ ТЕПЛА ДЛЯ ЖИТЛОВИХ І ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ.

Резюме: Інститут проблем матеріалознавства НАН України разом з НВП "Градiєнт" розробили модульний генератор тепла, що базується на створеному новому тілі розжарювання та градієнтному керамічному матеріалі. Новий пристрій працює за принципом "теплового накачування" – підвищення інтенсивності теплового потоку за рахунок зворотного випромінювання. Це дозволяє при малій потужності, що споживається, реалізувати високу температуру поверхні, а за рахунок використання кераміки – високу променеву складову теплового потоку. Разом це привело до створення дешевого обігрівального приладу високої ефективності – 92 %. Нові прилади найефективнішим способом (променевим теплообміном, доля якого в тепловому потоці складає 54–57 %) передають вироблене тепло предметам та людям у приміщеннях. Нову систему обігріву легко пристосувати до теплових втрат будь-якого, навіть самого найменшого приміщення. Встановлено, що затрати на виготовлення та установку модульних генераторів тепла нового типу в 2–8 разів менші затрат на матеріали та монтаж радіаторної системи водяного опалення та в 1,3–6 раз менші, ніж на встановлення будь-якої іншої системи електроопалення, а їх експлуатаційні затрати порівняльні з затратами на експлуатацію газових бойлерів (для приміщень площею до 200 м²). Нові обігрівальні пристрої випробувані за різно-

манітних умов у різних регіонах України. Це малі виробничі підприємства в окремих будівлях, коледжі, станції обслуговування автомобілів, адміністративні споруди.

Ключові слова: модульні генератори тепла, керамічні, шарувато-градієнтні, енергозберігаючі, екологічні.

V. Ya. Petrovskiy. MODULUS WARM GENERATORS FOR DWELLING AND WORKING AREAS.

Abstract: Frantsevich's Materials Science Institute NASU in collaboration with R&D firm "Gradient" were developed modulus warm generator based on new filament and graded ceramic body. New device working using the principle "heat pump" – increasing the intension of thermal flux due to recurrent IR radiation. Due to at small power consumption are achieved the high surface temperature, and due to utilization of ceramic body – high level of radiation constituent of thermal flux. In results was developed not expensive heating device of high efficiency – 92 %. New heating device at best of way (due to IR radiation – 54–57 %) transmit the warm to goods and peoples in room. New heating system is very easy to accommodating to warm loss in different, even very little lodgment. Are showing capital investment of new type of modules warm generators decreasing in 2–8 times in comparison with one's of central heating or decreasing in 1,3–6 times in comparison with any different heating devices. The service costs of new devises are comparable with service cost of gas boiler system (for lodgment not more 200 m²). New heating device was tested in different condition of different regions of Ukraine: small enterprise, cottages, service station, office building.

Keywords: modules warm generators, ceramic, multi layered, graded, energy saving, ecological.

Тепло в хаті – радість на душі!

Українське народне прислів'я

Люди во все времена – и сейчас, и давным-давно, когда еще не умели закапывать в землю километры труб, – искали пути, которыми можно впустить в жилище теплый дух. Это всегда было трудно и дорого. Как же в старину содержали дома и дворцы в тепле? Уже в XI веке один из самых больших в Европе замок тевтонских рыцарей Мальборк (Польша) централизованно отапливался теплым от раскаленных на костре камней воздухом, который пропускаться через оригинальную систему вмонтированных в пол труб. Простые же люди прямо в жилище разжигали костер и бросали в него камни. Потому что тепло – это жизнь, а холод – смерть. Народная мудрость говорит "Як зазиміє, то і жаба оніміє". Живые организмы, в том числе и человек, устроены так, что им комфортно в очень узком температурном интервале 20 ± 8 °С. И хотя холод организм переносит лучше, производительность работать и спокойно отдыхать человек может только тогда, когда ему тепло.

Поэтому вопрос первый – сколько тепла нужно человеку, чтобы ему было комфортно?

Тут нам придется немного вспомнить физику. Именно эта наука знает, что такое тепло, как его измерить и посчитать. Тепло – это излучение нагретыми телами электромагнитных волн за счет их внутренней энергии (излучение с длиной волны, большей, чем 1 мкм, называют тепловым). В стационарном состоянии (если излучение происходит внутри) теплоизолированная система приходит в равновесие, и каждое тело излучает столько тепла, сколько и поглощает. В открытой системе кроме лучистого теплообмена работают еще два процесса – конвективный теплообмен и теплопередача. В реальном мире теплоизолированных систем нет. И наши жилища или производственные и административные помещения – не исключение. Если на улице жарко, как бы мы не закрывали наши помещения, тепло проникает в дом через стены, окна, двери и превращает летом наше жилище или офис в духовку. Зимой – обратная картина. И как строители не стараются строить теплоизолированные здания – все равно превра-



Рис. 1. Требования СНиП к тепловому напору на поверхности нагревательного прибора в зависимости от типа помещения

тить строение в термоизолированную систему не удастся. Для того, чтобы помещение нагреть, мы ставим внутри него обогревательный прибор, который работает сразу в двух режимах – излучает тепловые волны, которые поглощаются всеми предметами или людьми, находящимися в помещении (лучистый теплообмен¹), или нагревает воздух, а полученное тепло путем конвекции разносится по помещению. Физики приняли за единицу тепла – Ватт ($1000 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт}$). Чем больше горячая поверхность нагревательного прибора, тем больше тепла этот прибор излучает. Для того, чтобы сравнить между собой разные обогревательные приборы, техники ввели понятие "эквивалентный квадратный метр"² (экв. м²). Именно эффективность

обогревательного прибора в эквивалентных квадратных метрах и определяет цену, которую мы платим за "кило" тепла.

Прежде чем перейти к обсуждению характеристик новых обогревательных приборов ответим на второй вопрос: "Зависит ли тепловой напор обогревательного прибора от типа помещения и чем определяется потребность помещения в тепле?"

Чем больше тепловой напор, тем лучше происходит нагревание помещения и тем дешевле обходится "кило" тепла. Употребив техническую терминологию, скажем: чем выше температура излучающей поверхности и чем выше излучающая способность этой поверхности, тем выше доля лучистого теплообмена в общем тепловом потоке. Это значит, что происходит "адресная" доставка тепла к потребителю (предмету или человеку) – тепло по дороге не теряется. Однако из гигиенических соображений температура излучающей поверхности не должна быть слишком высокой, т. к. прикосновение к ней может привести к ожогам, пригорание пыли на горячих поверхностях тоже вредно для здоровья человека, а при слишком высокой температуре по-

¹ Лучистым теплообменом воздух в помещении не нагревается, т. к. воздух не поглощает тепловые лучи.

² Тепловым прибором с поверхностью 1 экв. м² называется прибор, у которого площадь поверхности теплоизлучения равна 1 м² и внутри которого расположено тело накаливания с тепловой производительностью 500 Вт, работающий в условиях, когда на поверхности теплоизлучения создается тепловой напор (разница температур нагретой поверхности и помещения) $T = 64,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

верхности может происходить возгорание предмета, который ее касается. Поэтому санитарные нормы и правила определили, какой должна быть температура поверхности теплового прибора в помещениях различных категорий (рис. 1). Из рисунка видно, что если для больниц и детских садов достаточно тепловых приборов с поверхностью 1 экв. м², то для производственных помещений необходимы приборы с поверхностью в 2–3 раза большей (или с такой же площадью поверхности, но с мощностью в 2–3 раза большей).

Одинакова ли потребность этих категорий помещений в тепле? К сожалению, нет. Строго говоря, тепловые потери помещения определяются площадью и материалом наружных стен строения; площадью и качеством окон. Для рядового потребителя так оценивать количество необходимого тепла слишком сложно, поэтому при расчете обычно учитывают площадь помещения, имея в виду, что высота помещения не слишком отклоняется от типовой (2,5–3 м).

Для помещений, в которых строительными нормами и правилами допускается температура 18–20 °С (больницы, детские сады, поликлиники, жилые дома, гостиницы, административные здания), обычно тепловая потребность в средней полосе Украины (температура зимой, как правило, не ниже –10 °С) составляет 35–50 Вт/м². Для библиотек, учебных заведений, клубов, театров, производственных помещений, ресторанов и кафе нормой считается температура 16 °С и для ее поддержания необходимо 25–35 Вт/м². И только для бань предусматривается как нормальная температура поверхности 25 °С, для поддержания которой нужно около 40 Вт/м². Труднее всего поддерживать рабочую температуру (10 °С) в гаражах, где большие теплотери. В этом случае тепловая потребность помещений обычно составляет 50–75 Вт/м². Особо следует выделить большие производственные цеха с высокими потолками. Тут

для обогрева необходимо применять приборы с большой долей адресной лучистой составляющей, потому что нужно нагреть людей и оборудование; воздух в таком помещении греть бесполезно.

Итак, мы подошли к главному вопросу – чем нам греться и сколько это будет нам стоить³?

Самыми распространенными нагревательными приборами в сельской местности являются изразцовые печи и локальные бойлерные системы на твердом топливе или на природном газе. При этом приходится сжигать за 1 месяц отопительного сезона на 1 м² жилого или производственного помещения около 25 кг дров, или 15–20 кг угля, или 5–10 м³ газа. Тепло будет, а вот будет ли оно дешевое и комфортное? Не дешевое, это точно. Да и с комфортом проблематично, так как температура в помещении меняется немонотонно как во времени, так и в пространстве: пол и наружные стены обычно очень холодные, а зона вокруг печи и верхняя часть комнаты избыточно теплые. Температура печи зависит как от размеров, так и от теплотворной способности топлива. Дрова загораются при 300 °С и горят при температуре 600–800 °С. Уголь только загорается при этой температуре и горит при температуре 900–1200 °С, тогда как обычная температура горения газа – 1400–1500 °С. Именно это и определяет как коэффициент полезного действия топлива, так и степень его отрицательного воздействия на экологию и здоровье человека. При сгорании топлива происходит эмиссия окиси и двуокиси углерода, интенсивность которой тем выше, чем ниже температура сгорания топлива.

Поэтому в сегодняшней аккуратной Европе интенсивно вкладывают деньги в развитие альтернативных источников тепла. Такой

³ Расчеты затрат приводятся по текущему уровню цен на энергоносители в Украине



Рис. 2. Типовая электрокафельная печь накопительного типа производства Германии

альтернативой печному отоплению, в первую очередь, являются печи с электронагревом. Один из вариантов такого устройства накопительного типа, к которому пришли практичные немцы, показан на рис. 2. Теплоаккумулятор – это электроприбор с массой 100–400 кг и стоимостью более 1000 у. е., который ночью подключается к сети и нагревается до необходимой температуры, а днем медленно остывает, отдавая накопленное тепло в помещение. Это – изразцовая печь, только вместо топки у нее электрический нагреватель. И хотя такой прибор может потребить за ночь 20–70 кВт·час электроэнергии (удельная потребность зависит от его массы и примерно равна 22 ± 5 Вт/кг), его теплоотдача при этом составит только 2 кВт (т. е. тепловой напор $64,5^\circ\text{C}$ будет реализован при "удельной" мощности на единицу площади не 500 Вт/м², а 750 Вт/м², а это значит, что за каждый час мы будем платить в 1,5 раза больше, чем нужно). Однако льготные тарифы за электро-

энергию в большинстве стран Европы делают этот тип приборов заманчивым для потребителя, несмотря на то, что он имеет тот же недостаток, что и печь: при его использовании температура в помещении не постоянна во времени. Нагрев теплоаккумулятора до максимальной температуры (85°C) происходит в течение 2–6 час, а остывание – 5–8 час.

В Украине из-за низкой цены газа (в 6–8 раз меньше, чем в Западной Европе) бытует мнение об экономичности водяного отопления с газовыми бойлерами. Так ли это? Обычный газовый котел рассчитан на мощность не менее 2,5 кВт, что при замкнутой системе обеспечивает нагревание площади около 200–250 м² с расходом газа около 2,5 м³ в час. Как показывает практика, это приводит к текущим затратам примерно по 6–8 грн за 1 м² обогреваемого помещения в месяц. И это при том, что капитальные затраты на установку такой системы отопления оцениваются примерно в 60–70 грн за 1 м² помещения (стоимость труб, чугунных радиаторов и монтажных работ). Для помещений с меньшей площадью расходы на отопление возрастают пропорционально уменьшению площади.

В больших городах распространены системы центрального отопления. С учетом дотаций государства цена такого отопления сравнительно невысока (1,5 грн за 1 м² в месяц в пересчете на отопительный сезон). Однако реальная цена затрат гораздо выше. Это следует из того, что тепловая мощность, проходящая на "эквивалентный квадратный метр центрального отопления" (см. определение понятия "эквивалентный квадратный метр" выше), должна обеспечиваться при расходе теплоносителя 17,4 кг/час, реально же она обеспечивается только при расходе 300 кг/час. к.п.д. 0,5 % – вот это эффективность! Это значит, что мы должны реально платить за центральное отопление в 5–10 раз больше, чем мы платим сегодня. К нашему сожалению, мы к этому скоро придем. Кроме

того, приятное тепло от батарей центрального отопления тоже имеет свою негативную сторону. Всем знакомы провалы на улицах, которые образуются из-за разрывов теплосетей. А бесконечные испытания центрального отопления, из-за которых летом мы не имеем месяцами горячей воды! И то и другое вызывает у нас стресс. Еще большую заботу вызывает у руководителей проблема оплаты за тепло в больших административных зданиях, в которых для работы используется только 25 % помещения. Платить за отопление всего здания нечем и незачем, отапливать работающие помещения приходится путем сжигания электроэнергии в электрообогревательных приборах, эффективность которых оставляет желать лучшего⁴ [1, 2].

Самые неэкономичные, но широко используемые приборы – это масляные радиаторы, эффективность которых составляет около 57 %. Типовая мощность отечественных устройств – 0,5–1 кВт, а импортных – 2 кВт, типовая мощность тепловентилятора тоже 1,5–2 кВт. При использовании этих приборов суточный расход электроэнергии на обогревание может достигнуть 20–60 кВт·час. Компактность, простота подключения, скорость нагревания, красивый внешний вид – все это вместе и создало привлекательность этого вида обогревателей. Но цена, которую мы за них платим! Расход электроэнергии 100–150 Вт/м², т. е. в 2–3 раза больше, чем нужно. А шум при использовании тепловентиляторов! (Все устройства с принудительной конвекцией больше или меньше шумят, создавая тем самым дискомфорт.)

Другим компактным видом электронагревателей являются инфракрасные излучатели. Излучение тем сильнее, чем выше температура поверхности тела накаливания. Поэтому

тела накаливания инфракрасных излучателей обычно нагреты до температуры 650–750 °С. Низкий к.п.д. таких излучателей, который обычно не превышает 45 %, приводит к расходу электроэнергии 160–250 Вт/м² (что в 3–5 раз превышает реальную потребность помещений в тепле). Не меньшую тревогу вызывает и экология: электрокамины "сжигают" кислород в помещении, т. к. на поверхности тела накаливания начинается реакция окисления азота. У человека, длительное время пребывающего в этом помещении, начинает болеть голова. Однако же инфракрасные излучатели – один из самых распространенных типов электроприборов из-за их неоспоримых преимуществ по скорости нагревания.

Существенно повысить экономичность инфракрасных излучателей удастся специальным техническим приемом. Тела накаливания помещают в камеру, заполненную неорганическим материалом (теплоизолятором), а излучающую поверхность изготавливают из материала, не пропускающего видимые лучи. Такие излучатели называют длинноволновыми тепловыми излучателями. Излучающая поверхность должна иметь температуру 90–290 °С, тогда в помещении создается исключительно высокая комфортность. Однако в существующих потолочных излучателях расход энергии слишком велик и в течение суток достигает 75–125 кВт·час (или средняя удельная мощность составляет 175–225 Вт/м²) Именно требования к повышенной комфортности помещения и снижению энергозатрат стимулировали разработку новых систем обогрева пола. Тела накаливания изменили свой привычный вид спиралей или ТЭНов. Теперь это – гибкие кабели, нагревающиеся до температуры 25–30 °С. При любом способе укладки кабеля удельная мощность электроэнергии, расходуемой для нагревания пола до температуры 21 °С, составляет 80–125 Вт/м², что всего в 2–2,5 раза больше, чем нужно.

⁴ К.п.д. электрокаминов обычно составляет 25–45 %, масляных радиаторов, электрических панелей и батарей – 55–65 %, а тепловентиляторов – 65–85 %

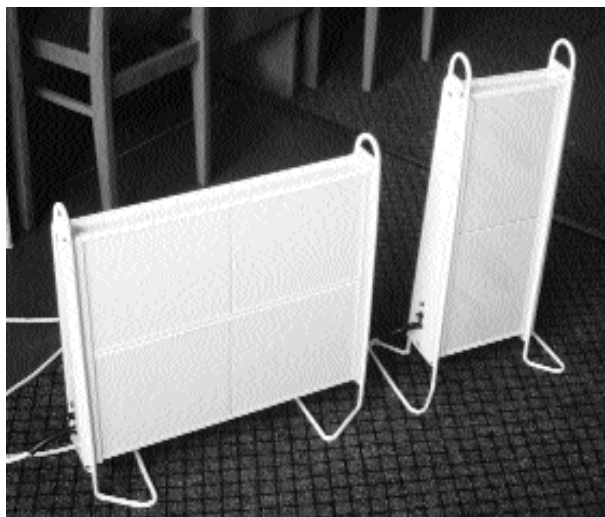
Потребители стремятся добиться максимальной экономичности системы обогрева, для чего используют комбинирование нескольких способов локального обогрева рабочих зон в помещении. Тем не менее при использовании типовых обогревающих приборов расход электроэнергии всегда существенно (в 1,6–5 раз) превышает потребность помещения в тепле.

Можно ли повысить эффективность системы электрообогрева? Можно, если применить принципиально другое тело накаливания и принципиально изменить конструкцию электрообогревательного прибора.

В Европе разработали новые приборы, в которых тело накаливания осталось прежним, а корпус прибора изготовлен по новой технологии. Разработчики поместили ТЭН'ы в корпус из керамики и сделали декоративную панель из эпоксидного компаунда. Эффективность прибора повысилась до 64–72 %.

Ученые Института проблем материаловедения НАН Украины предложили лучшее решение, разработав модульный генератор тепла, базирующийся на созданном новом теле накаливания⁵. Основой такого генератора служит градиентный керамический материал [3] или материал, полученный по текстильной технологии с использованием стеклонитей, металлонитей или углеродных проводящих нитей. Новое тело накаливания работает по принципу "тепловой накачки", т. е. повышение интенсивности теплового излучения происходит за счет возвратного излучения. Такой себе маленький "тепловой лазер". Это позволяет при малой потребляемой мощности реализовать высокую температуру поверхности, а за счет использования керамики – его высокую излучательную способность. Применение нового тела накаливания в но-

вой градиентной конструкции теплового прибора позволило достичь высокой эффективности электрообогревателя (модульного генератора тепла) – 92 %. Так, в новых устройствах с поверхностью теплоизлучения 1 м² тепловой напор в 64,5 °С создается при по-



а



б

Рис. 3. Конструкция и оформление электрокафельных модульных генераторов тепла, производимых НПП "Градиент": типовые в обычном исполнении (а), в художественном исполнении (б)

⁵ Производитель тел накаливания и новых электрообогревательных приборов – НПП "Градиент"; см. Интернет-страницу www.uagradient.net, E-mail: gradient@zeos.net.

требляемой мощности 510 Вт, что близко по значению к тепловой мощности “эквивалентного квадратного метра”.

Научно-производственное предприятие “Градиент”, опираясь на разработки ученых Института проблем материаловедения НАН Украины, производит новые электрообогревательные приборы – модульные генераторы тепла аккумуляционно-конвекционного типа, отличающиеся от западных образцов более простой технологией изготовления, высокой экономичностью и надежностью. Разнообразный дизайн обогревателей удовлетворит самый изысканный вкус любого потребителя (рис. 3).

По итогам эксплуатации новых приборов в условиях разных регионов Украины приведем три причины, по которым потребитель выбирает именно модульные генераторы тепла с кафельной теплоизлучающей поверхностью:

Первая – экономичность

Затраты на изготовление и установку модульных генераторов тепла аккумуляционно-конвекционного типа в 2–8 раз меньше, чем затраты на материалы и монтаж радиаторной системы водяного отопления и в 1,3–6 раз меньше, чем на установку любой другой системы электроотопления.

Таблица. Сравнительные затраты на типовые и новые электрические отопительные устройства

Тип отопительного устройства	Капитальные затраты, у.е./м ²	Эксплуатационные затраты, у.е./м ² (за 1 месяц)
Теплый пол	17,5 + 30	5
Теплые плинтуса	20 + 28	7,5
Потолочный излучатель	30 + 40	8,3
Тепловой аккумулятор	45 + 65	2,8
Масляный радиатор	4,5 + 6,5	5,8
Электрокалорифер	7	5,2
Излучатель (электрокамин)	11 + 15	7,3
Газовые бойлеры с чугунными радиаторами	12	1,4
Новые электрокафельные модульные генераторы тепла (двухтарифный режим эксплуатации)	1,5 + 9	1,4

В модульных генераторах тепла достигается высокая температура поверхности при малой потребляемой мощности [4, 5] за счет новой конструкции обогревательного прибора и использования оригинального нагревательного элемента с высокой теплоотдачей. Это обеспечивает высокую эффективность прибора, достигающую 92 %. Обогреватели наилучшим образом (лучистым теплообменом, доля которого в тепловом потоке составляет 54–57 %) передают тепло предметам и людям в отапливаемых помещениях [6, 7]. Для сравнения: лучистая составляющая в чугунных радиаторах – 24 %, а в стальных или алюминиевых обогревательных панелях – 34–38 %. Систему легко приспособить к теплотерям любого, даже самого малого, помещения [8]. Модульные генераторы продолжают выделять тепло в течение 1–2 часов после отключения электроэнергии.

Вторая – гигиеничность

На металлических поверхностях органическая пыль горит уже при температуре 90 °С. На кафельной поверхности этот процесс происходит только при температуре выше 180 °С. Поэтому модульные генераторы тепла очень эффективны в работе во всех типах помещений и обеспечивают высокий уровень комфорта.

Модульные генераторы тепла не сушат воздух в помещении, избавляя тем самым от эффекта “головной боли”.

Третья – долговечность и надежность

В новом типе модульных генераторов тепла не используются горючие или токсичные материалы, нагревательные элементы работают без доступа кислорода, поэтому отсутствует процесс коррозии тела накаливания. Срок службы прибора предполагается не менее 15 лет.

Модульные генераторы тепла могут работать от нетрадиционных источников энер-

гии, таких, как ветряной генератор, биогенератор, дизельная электростанция и т. д. Новый генератор не боится трехкратной кратковременной перегрузки по напряжению, может работать в условиях 100%-ой влажности или в присутствии взрывоопасной пыли.

В таблице приведены сравнительные затраты на новый электроприбор и типовые электрообогреватели.

Новые устройства испытаны в разнообразных условиях: малые производственные предприятия в отдельно стоящих зданиях, коттеджи, станции техобслуживания автомобилей, административные здания. И результаты всех тестов – отличные!

Благодаря государственной поддержке отечественного производителя получена возможность внедрить идеи украинских ученых в производство, а также реально уменьшить расходы потребителей на нагревание помещений за счет снижения энергопотребления

в 1,6–2,7 раза в зависимости от региона и типа сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Брамсон М. А.** Инфракрасное излучение нагретых тел. – М.: Наука, 1965.–223 с.
2. **Альтгаузен А. П., Гутман М. Б., Мальшев С. А.** Низкотемпературный электронагрев. – М.: Энергия, 1968.–184 с.
3. Europ. Patent USA Int. Cl H05B 3/14, № 94917644.0-2211. Vitaly Petrovsky. The ceramic Heater Elements and their manufacturing technology.–From 30.09.1995
4. **Петровский В. Я.** Теплая компания (Электрические теплоизлучатели) // УПЖ.–2001. N 4.–С. 52–54.
5. **Петровский В. Я.** Горячий трикотаж (тканые нагревательные элементы для промышленности) // УПЖ.–2003. N 4.–С. 32–34.
6. **Петровский В. Я.** Сколько стоит "кило тепла"? // Энергосбережение и автоматизация.–2002. N 8. – С. 43–45; там же, N 9.–С. 46–49.
7. **W. Pietrowski, A. Kielski.** Ile kosztuje ciepło? // Materialy Ceramiczne.–2002. N 4.–S. 123–129.
8. **Петровский В. Я.** Энергосберегающие обогреватели для жилья и производства // В сб. "Науке – инновационный путь развития". – К.: КМДА, 2002. –С. 169–175.