

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ШМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 1811-1858

№ 4 (2019)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**МАЗМҰНЫ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВОО постановке на учет, переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленностьпубликация материалов в области электроэнергетики, электротехнологии,
автоматизации, автоматизированных и информационных систем,
электромеханики и теплоэнергетики**Подписной индекс – 76136****Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Шапкенов Б. К., *к.техн.н., профессор***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
 Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Бороденко В. А., *д.т.н., профессор*
 Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
 Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
 Марковский В. П., *к.т.н., доцент*
 Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

- Абишев К. К., Касенов А. Ж., Сарсембаев Д. Ж., Хамитова Г. Ж.**
Қазақстанның көлік саласын дамыту перспективалары мен талдауы15
- Айткенова Г. Т., Есбенбетова Ж. Х.**
Әуе көлігі кәсіпорнының мысалында Қазақстан Республикасындағы
кәсіби тәуекелдерін бағалау және басқару22
- Аканова А. С., Оспанова Н. Н.**
Нейрондық желілерде қолданылатын PIL алгоритмі28
- Акимжанов Т. Б., Герасименко Т. С.**
Ақмола облысының ауылдық электр желілеріндегі
электр энергиясының сапасын бағалау37
- Алибиев Д. Б., Хакимзянов Г. С.,
Кажикенова А. Ш., Сетимбетова А. Б.**
Алдын ала і жалын предиктор-түзеткіш схемасы бойынша кеңейту47
- Алимгазин А. Ш., Алимгазина С. Г.**
«Қазхром «ТҰК» АҚ филиалы – Ақсу ферроқорытпа зауытында баламалы
энергия көздерін пайдалана отырып, энергия үнемдейтін жылу сорғыш
технологияларды қолдану перспективалары»54
- Арынгазин К. Ш., Карпов В. И., Акишев К. М.**
Құрылыс саласында математикалық статистиканың
имитациялық модельдері мен әдістерін қолданудың қазіргі шетелдік
және отандық әзірлемелерін талдау64
- Барукин А. С., Калтаев А. Г., Клецель М. Я.**
Бітеу түйіспелі қорғаныс сенімділігін есептеу әдістемесін жетілдіру75
- Баубек А. А., Жумагулов М. Г., Картджанов Н. Р.**
Құйынды жанарғы құрылғыны сынау83
- Болатова А. Б., Хамитова Г. Ж., Абишев К. К., Касенов А. Ж., Хусан Б.**
Астынатүсу қабатты жүйемен пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу
кезінде жерасты құрылысы конструкциясының сенімділік параметрлері ...90
- Герасименко Т. С.**
Кернеуі 10/0,4 кВ болып келетін трансформаторлар мен
электрлік желілеріндегі электр энергиясын жоғалтуын айзату бойынша
іс-шараларының кешені99
- Глазырина Н. С., Фураева И. И., Нью В. В.**
Өсімдіктердің жерсіз өсіру үшін атқару және
бағдарламалық қамтамасыз кешені дамыту108
- Глазырина Н. С., Фураева И. И., Омаров Д. К.**
WCAG 2.0 стандартының сапасы бойынша
мобильді ақпараттық қосмшасын дамыту119
- Демьяненко А. В., Горькаева Е. Ю.**
Қазақстанның электр энергетика саласын цифрландыру. Smart Grid
тұжырымдамасы: алғышарттары, болашағы мен қиындықтары129

Ү. А. Тзыба¹, Н. К. Almuratova², Ү. А. Kuzmin³

To the question of energy efficiency from burning of solid domestic waste with electricity production

^{1,2,3}NJSO AUPET,
Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 29.11.19.

Шет елдік тәжірибелерге қарағанда, 500 т/тәулік мөлшеріндегі қатты тұрмыс қалдықтарын жағудан генерациялаудан бу турбинасынан алынатын жылу және электрлік энергияның мөлшері қарастырылған.

Қазақстан Республикасының қоқыс қалдықтарын өңдеу шаруашылықтарының күйі мен мәселелері қарастырылған.

Based on foreign experience in the processing of municipal solid waste, a calculation is made of the possible amount of thermal and electric energy obtained by generation in steam turbines during the combustion of solid waste in the amount of 500 tons / day and its efficiency is determined without taking into account capital and operating costs. The problems and ways of their solution according to the state of waste processing enterprises in the Republic of Kazakhstan are considered.

ГРНТИ 44.29.01

**Б. К. Шапкенов¹, М. Б. Кайдар², А. Б. Кайдар³,
К. М. Дюсенов⁴, В. П. Марковский⁵, А. К. Ашимова⁶,
А. К. Жумадирова⁷, А. У. Габдулов⁸, В. Ф. Говорун⁹**

¹к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²менеджер, ЗАО «КазТрансГаз», г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан;

³м.т. и т., проектный менеджер, АО «Alageum Electric», г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан;

⁴к.т.н., профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан;

⁵к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁶магистр, ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁷к.т.н., ассоц. профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁸магистр, ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁹д.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹argin_intel@mail.ru; ²m.kaidar@amangeldygas.kz; ³argin_intel@mail.ru;

⁴kdyussenov@yandex.ru; ⁵wadim54@mail.ru; ⁹vladimir.govorun@gmail.com

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАРБОНОВЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ

В статье дается понятие, что такое карбоновые обогреватели, принцип действия и характеристики. Приведены различные типы исполнения карбоновых обогревателей.

Приведены расчеты карбонового обогревателя исходя из данных площади обогреваемого помещения, инфракрасного обогревателя, используемого в качестве дополнительного источника тепла.

Приведена методика расчета мощности обогрева по мощности теплопотерь и характеристик помещения.

Даны рекомендации по способу обогрева, достоинства и недостатки обогрева карбоновыми обогревателями.

Ключевые слова: Инфракрасные карбоновые обогреватели, карбоновое волокно, инфракрасное излучение.

ВВЕДЕНИЕ

Карбоновый обогреватель во многом схож с привычными инфракрасными (ИК) обогревателями, но вместо вольфрамовой спирали, в качестве нагревательного элемента используется карбоновое волокно в виде витых лент и шнуров, помещенное в кварцевую трубку, из которой вытеснен воздух (рис. 1). Проходящий через это волокно электрический ток нагревает карбоновую (углеродную) нить накаливания, от чего происходит инфракрасное излучение. ИК лучи, доходя до поверхностей и предметов, прогревают их на глубину около 2 см, после чего уже предметы отдают тепло в окружающее пространство.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Неоспоримым преимуществом перед тепловентиляторами и масляными обогревателями является то, что при малом потреблении электроэнергии эти устройства обладают высокой теплопроизводительностью. Так, если масляного обогревателя мощностью 1 кВт хватит на прогрев 10 м² площади, то карбоновый, имеющий ту же мощность, обеспечит теплом 30 м², и будет далее поддерживать необходимую температуру.



Рисунок 1 – Напольные карбоновые обогреватели [1]

Благодаря свойствам карбонового волокна, обогреватели такого типа выгодно отличаются от традиционных устройств. Их энергопотребление в 2–2,5 раза ниже при том же КПД [1], имеют компактные размеры, температура нагревательного элемента не может превышать 90 °С. Следовательно, отсутствует негативное влияние на экологию и микроклимат помещения: обогреватель не сушит воздух и не сжигает кислород. Эксплуатационные характеристики, которые присущи обогревателям такого типа, довольно привлекательны для потребителя. К ним можно отнести: экономное

энергопотребление; практически неограниченный срок эксплуатации нагревательного элемента, который защищен от проникновения влаги и пыли; компактные размеры и вес в пределах 4-х килограмм; мобильность; довольно мощный тепловой поток; мгновенный целенаправленный (рисунок 2) нагрев и очень быстрое охлаждение при отключении; возможность применения на открытом воздухе (балкон, теплица), пожаробезопасность.



Рисунок 2 – Настенные карбоновые обогреватели [1], инфракрасные обогреватели в виде печей и тепловых пушек, пленочный ИК-обогреватель

Особенностью данных приборов является способность благотворно воздействовать на организм человека. Инфракрасные лучи, исходящие от обогревателя, могут проникать вглубь тела, что существенно улучшает циркуляцию крови, служит профилактикой простудных заболеваний, воспалительных процессов в суставах и мышцах [1].

Карбоновое волокно имеет большую теплопроводность по сравнению с металлами, которые применяют в других типах обогревателей в качестве нагревательных элементов. Следовательно, обладает большей теплоотдачей. Карбоновые обогреватели, имеющие вертикальную конструкцию (рисунок 1), способны вращаться на 180 градусов, что позволяет инфракрасным лучам охватывать значительную площадь помещения. Такие устройства мобильны, моментально нагреваются и также быстро охлаждаются при отключении. Для обеспечения безопасности предусмотрено автоматическое отключение при нахождении в неправильном для работы положении, перегреве или падении. Нагревательный элемент расположен в середине прибора и защищен металлической решеткой, поэтому риск получить ожог практически равен нулю.

Расчет инфракрасного обогревателя по площади

Инфракрасные обогреватели пока не используются в каждой квартире или офисе, но их популярность растет, благодаря экономичности и расширенным возможностям. Другие нагреватели не согреют вас на веранде или в беседке, где все тепло уносится воздухом. А инфракрасные обогреватели передают тепловую энергию с поверхности излучателя непосредственно на обогреваемые предметы, не нагревая при этом воздух.

ИК – обогреватель способен равномерно нагреть воздух в помещении даже при наличии сквозняков.

Основной характеристикой при расчете является плотность мощности, измеряемая в Вт/м². Она определяется как отношение суммы мощностей установленных обогревателей к площади пола. Расчет мощности обогревателя производят с учетом типа помещения: закрытое или открытое, с хорошей или слабой теплоизоляцией. Также она зависит от предполагаемой температуры, которая должны поддерживать обогревательные приборы.

Для тех, кто пользуется наиболее упрощенными расчетами, специалисты рекомендуют 1 кВт мощности на 10 м².

Этого будет достаточно для обогрева помещения высотой 3 м с хорошей термоизоляцией.

Расчет инфракрасного обогревателя, используемого в качестве дополнительного источника тепла

В этом случае работа устройства должна будет покрывать разницу температур окружающей среды и желаемой. Для этой цели подойдут приборы малой мощности (300 Вт), которые идеально справятся с такой задачей. Лучше использовать переносные напольные нагреватели. При их использовании применима стратегия: если установить прибор дальше от зоны обогрева, температура понизится, а если ближе – повысится. Это связано с тем, что при отдалении увеличивается площадь распространения лучей. Такие манипуляции позволят получить максимально комфортные условия при изменении тепловой среды. Среднее значение мощности для дополнительного обогрева составляет около 0,5 кВт на 10 м² площади пола.

Необходимое количество инфракрасных обогревателей для основных типов помещений.

Такой метод может быть использован для производственных и складских построек, офисов, магазинов, кафе, гаражей, то есть мест, не предназначенных для постоянного пребывания людей.

При верном подборе мощности заданная температура в здании установится через 10 минут после включения установки, что очень важно для комфорта работников во время производственного процесса. Но и это еще не

все. Нет необходимости нагревать всю площадь, если используется только часть ее. Инфракрасные обогреватели могут согревать только площадь рабочего места и только в рабочее время.

Для расчета частичного обогрева промышленных или жилых помещений следует воспользоваться таблицей 1 [2]:

Таблица 1 – К расчету частичного обогрева промышленных или жилых помещений

Процент обогреваемой площади от общей площади	Плотность мощности, Вт/м ²	
	Закрытое утепленное помещение	Закрытое неутепленное помещение
10 %	270	300
30 %	200	240
70 %	150	190
100 %	120	150

Данные приведены для нагрева воздуха от 0°С до +18°С.

Как видно из таблицы, при таком обогреве необходима большая мощность, чем усредненная (1 кВт на 10 м²). В данном случае экономия происходит за счет уменьшения времени работы и нагреваемой площади, а регулятор температуры не допустит перерасхода энергоресурсов.

При выборе инфракрасных обогревателей для постоянного отопления всего помещения следует определить температуру, которую они будут поддерживать. Также нужно учесть, что температура покажется более высокой, чем на самом деле. Это происходит потому, что инфракрасные лучи нагревают все предметы, на которые падают, в том числе и тело человека. Обогрев лучше производить с двух сторон, то есть вместо одного сильного лучше приобрести два более слабых обогревателя.

Зависимость мощности от типа помещения и желаемой температуры приведена в таблице 2:

Таблица 2 – Зависимость мощности от типа помещения и желаемой температуры [2]

Тип теплоизоляции помещения	Плотность мощности, Вт/м ²		
	+13°С	+16°С	+19°С
Хорошо утепленное	60	80	100
Слабо утепленное	90	120	150
Неутепленное	200	230	260

Расчет мощности производится таким образом, чтобы покрывать теплотери [2, 3]. Точный расчет тепловой нагрузки сильно зависит от совокупности индивидуальных особенностей помещения, так как нужно компенсировать потери тепла. В частности учитываются:

- тип строения;
- материал стен;
- количество, размеры окон и дверей;
- режим работы (время отопления) в здании;
- воздухообмен и т.д.

Если известна величина теплотерия постройки, можно воспользоваться формулой для точного расчета:

$$N_b = (0,8) \cdot Q_t,$$

где N_b – искомая теплопроизводительность обогревателей (кВт),

Q_t – теплотери (кВт),

0,8 – коэффициент запаса на случай незапланированных теплотерий.

После расчета плотности мощности полученное значение умножается на площадь пола и дает общее значение. Соответственно общему значению проводят расчет мощности отдельных инфракрасных обогревателей (путем подбора наиболее подходящих) и их количества. Обогрев лучше производить с двух сторон, то есть вместо одного более сильного лучше приобрести несколько обогревателей меньшей мощности.

Основной характеристикой при расчете является плотность мощности, измеряемая в Вт/м². Она определяется как отношение суммы мощностей установленных обогревателей к площади пола. Расчет мощности обогревателя производят с учетом типа помещения: закрытое или открытое, с хорошей или слабой теплоизоляцией. Также она зависит от предполагаемой температуры, которая должны поддерживать обогревательные приборы.

Для тех, кто пользуется наиболее упрощенными расчетами, специалисты рекомендуют 1 кВт мощности на 10 м².

Этого будет достаточно для обогрева помещения высотой 3 м с хорошей теплоизоляцией [4, 5].

Как рассчитать необходимую мощность инфракрасного обогревателя?

Для этого нам понадобятся некоторые данные. В частности, объем помещения, где будет он установлен. В вашем случае, если принять высоту потолков в кухне за 2,5 м, то её объем равен $V = 12 \times 2,5 = 30$ кв. м.

Следует прикинуть и разницу температур в холодном и нагретом помещении. Предположим, что температура в кухне в зимнее время приблизительно равна 10°, а повысить её желательно до 25°. Тогда раз-ница температур, обозначим её как ΔT , будет равна $25 - 10 = 15$.

Понадобится также коэффициент теплотерия – К. Его значения выбираем из таблицы, рассчитанной строителями:

- теплоизоляция как таковая отсутствует – $K = 3,0-4,0$;
- теплоизоляция минимальная (кладка в один кирпич) – $K = 2,0-2,9$;
- теплоизоляция средняя (двойная кирпичная стена) – $K = 1,0-1,9$;
- хорошая теплоизоляция – $K = 0,6-0,9$.

Примем коэффициент теплотерия стен за 1,5.

Формула расчета мощности инфракрасного обогревателя будет выглядеть следующим образом:

$$Q = (V \cdot \Delta T \cdot K) : 860.$$

В нашем случае: $Q = (30 \cdot 15 \cdot 1,5) : 860 = 0,78$.

Таким образом, для обогрева кухни в загородном доме понадобится инфракрасный обогреватель мощностью 0,8 кВт.

ВЫВОДЫ

Наиболее современным, экономичным и безопасным является, пожалуй, инфракрасное отопление. ИК-обогреватели идеально подойдут для комнат с высокими потолками, а также для помещений с большой площадью остекления (например, лоджии, зимние сады, оранжереи, теплицы) и помещений с плохой теплоизоляцией.

КПД более 90 %, это обусловлено высоким коэффициентом теплоотдачи и экономичностью: карбон не тратит энергию на испускание света (в отличие от металла).

Углекислое волокно не теряет свойств при длительной работе, молекулы не испаряются, как у нихрома.

Диапазон излучения длинноволновый, отсутствие коротких волн делает обогреватель безопасным для живых организмов.

Изделие безопасно для детей и не создает угрозу пожара, обогреватели бесшумны.

В помещении не выгорает кислород и не сушится воздух.

таким обогревателем легко управлять, поэтому электроприборы могут быть легко автоматизированы,

Углекислое волокно имеет малый вес, поэтому карбоновые нагреватели относятся к разряду мобильных приборов.

Относительно невысокая цена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 МЭК 60 364-4-41. Электроустановки зданий. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.

ГОСТ 30331.3-95/ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92. [Электронный ресурс]. – <https://online.zakon.kz> › Document.

2 **Шапкенов, Б. К.** Охрана труда и техника безопасности/для энергетиков : Учебник. – Павлодар : ЭКО, 2010. – 514 с. – ISBN 978-601-284-002-5.

3 Повышение эффективности электроснабжения городских электрических сетей : Монография / Б. К. Шапкенов, А. Б. Кайдар, А. П. Кислов, В. П. Марковский, М. Б. Кайдар. – Павлодар : Кереку, 2016. – 153 с. – ISBN 978-601-238-674-5.

4 **Шапкенов, Б. К., Кайдар, А. Б., Кайдар, М. Б.** Оптимизация параметров и режимов работы городских электрических сетей : Монография / Б. К. Шапкенов, А. Б. Кайдар, М. Б. Кайдар. – Алматы : Эверо, 2016. – 176 с. – ISBN 978-601-310-762-2.

Материал поступил в редакцию 29.11.19.

Б. К. Шапкенов¹, М. Б. Кайдар², А. Б. Кайдар³, К. М. Дюсенов⁴, В. П. Марковский⁵, А. К. Ашимова⁶, А. К. Жумадилова⁷, А. У. Габдулов⁸, В. Ф. Говорун⁹

Карбонды жылытқыштардың тиімділігі

^{1,5,6,7,8,9}S. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

²«ҚазТрансГаз» ЖАҚ,

Нұр-сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

³«Alageum Electric» АҚ,

Нұр-сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

⁴Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Нұр-сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 29.11.19 баспаға түсті.

В. К. Shapkenov¹, М. В. Kaydar², А. В. Kaydar³, К. М. Dyusenov⁴, V. P. Markovsky⁵, А. К. Ashimova⁶, А. К. Zhumadirova⁷, А. У. Gabdulov⁸, V. F. Govorun⁹

Efficiency of carbon heaters

^{1,5,6,7,8,9}S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

²CJSC «KazTransGas»,

Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan;

³JSC «Alageum Electric»,

Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan;

⁴L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 29.11.19.

Мақалада карбонды жылытқыштар дегеніміз не, жұмыс істеу принципі және сипаттамалары берілген. Карбон жылытқыштардың әртүрлі түрлері бар. Жылудың қосымша көзі ретінде пайдаланылатын инфрақызыл жылытқыштың, жылытылатын үй-жайдың осы алаңынан карбонды жылытқыштың есептеулері келтірілген. Жылу шығынының қуаты және үй-жайдың сипаттамасы бойынша жылыту қуатын есептеу әдістемесі келтірілген. Карбонды жылытқыштармен жылыту тәсілі, артықшылықтары мен кемшіліктері бойынша ұсыныстар берілді.

The article gives the concept of what carbon heaters are, the principle of operation and characteristics. Various types of performance of carbon heaters are given. The calculations of the carbon heater based on the data of the heated room area, infrared heater used as an additional source of heat. The method of calculation of heating power by power of heat loss and characteristics of the room is given. Recommendations on the method of heating, advantages and disadvantages of heating with carbon heaters are given.

Теруге 29.11.2019 ж. жіберілді. Басуға 23.12.2019 ж. қол қойылды.
Пішімі 70x100 $\frac{1}{16}$. Кітап-журнал қағазы.
Шартты баспа табағы 25,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Тапсырыс № 3529

Сдано в набор 29.11.2019 г. Подписано в печать 23.12.2019 г.
Формат 70x100 $\frac{1}{16}$. Бумага книжно-журнальная.
Усл. печ. л. 25,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Заказ № 3529

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
e-mail: kereku@psu.kz
www.vestnik.psu.kz