

**Болотских Н.Н.***Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
(ул Сумская, 40, Харьков. 61002, Украина; e-mail: tgvter@gmail.com)***ИНФРАКРАСНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДЛИННОВОЛНОВЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ  
ОБОГРЕВАТЕЛИ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ  
ИНТЕРЬЕРА ПОМЕЩЕНИЙ**

Описаны инфракрасные электрические длинноволновые панельные обогреватели, которые используются одновременно в качестве эффективных отопительных приборов и элементов декора, с целью создания оптимального микроклимата и улучшения интерьеров в различных помещениях. Эта цель достигается путем выбора, расчета и размещения в помещениях соответствующих типов электрических обогревательных панелей. Полученные в статье выводы и рекомендации позволяют улучшить условия труда в рабочих зонах помещений и снижать расходы электроэнергии на их обогрев.

**Ключевые слова:** инфракрасное отопление, электрический длинноволновый панельный обогреватель, интерьер помещения.

**Введение.** В мировой практике для децентрализованного отопления различных помещений широко используются энергосберегающие инфракрасные системы на базе электрических длинноволновых панельных обогревателей [1÷4]. Ими, в частности, отапливают: квартиры и частные дома, административно-офисные помещения, различные помещения медицинских учреждений, банки, фойе театров, гостиницы, конференц-залы, спортивно-зрелищные помещения, складские и другие помещения производственных и сельскохозяйственных предприятий и т.д. Их основой являются электрические инфракрасные длинноволновые ( $\lambda = 50 \div 2000$  мкм) панельные обогреватели. На рис. 1, в качестве примера, показано отопление помещения аптеки с помощью электрических панельных длинноволновых обогревателей [5].

Основным назначением этих обогревателей является обеспечение надежного и эффективного отопления помещений. Вместе с тем при использовании их для отопления ряда помещений (квартир, кафе, ресторанов, бутиков, студий, офисов и др.) для повышения эстетики к ним предъявляются еще дополнительные требования в отношении дизайна и возможности использования их при оформлении интерьеров.

К сожалению, в отечественной и зарубежной научно-технической литературе вопросу использования электрических панельных обогревателей для одновременного отопления и оформления интерьеров

помещений мало уделяется внимания. В настоящей статье сделана попытка обобщить имеющиеся сведения и разработки в части использования инфракрасных электрических панельных обогревателей не только для отопления, но одновременно и для улучшения интерьеров помещений.



Рис. 1. Отопление помещения аптеки с помощью инфракрасных потолочных электрических панельных длинноволновых обогревателей

**Цель статьи** – создание оптимального микроклимата и улучшение интерьеров в помещениях, отапливаемых с помощью инфракрасных электрических длинноволновых панельных обогревателей.

**Методы и результаты исследований.** В настоящее время для отопления различных помещений используются инфракрасные электрические длинноволновые панельные обогреватели трех типов: потолочные, настенные и напольные. Потолочные обогреватели выпускаются преимущественно компаниями: БИЛЮКС (Украина) [5], ENERGOTECH (Швеция) [6] и ЭКОЛАЙН (Россия) [7].

Компанией БИЛЮКС освоен выпуск 8 моделей таких обогревателей с индивидуальными номинальными мощностями от 0,5 кВт (БИЛЮКС А500) до 4 кВт (БИЛЮКС П4000). На рис.2 приведен общий вид потолочного электрического длинноволнового панельного обогревателя БИЛЮКС.

Этот обогреватель оснащен низкотемпературным трубчатым электрическим нагревателем и теплоизлучающей пластиной, изготовленной из высокоточного анодированного алюминиевого профиля. Вместе с изоляцией они размещены в прямоугольном металлическом корпусе, покрытом жаростойкой краской. Размеры обогревателей находятся в следующих пределах: длина – 1042÷1540 мм, ширина – 162,7÷436 мм, высота – 40,3÷42 мм. Их вес, соответственно, составляет 4,3÷42 кг.

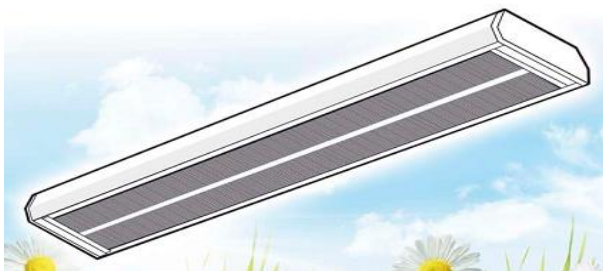


Рис. 2. Инфракрасный потолочный электрический длинноволновый панельный обогреватель БИЛЮКС.

Компания ENERGOTECH выпускает инфракрасные потолочные электрические длинноволновые панельные обогреватели для отопления помещений любого назначения: как бытового, так и промышленного. На рис. 3 приведены такие обогреватели.

Компания выпускает потолочные обогреватели двух моделей: Energostrip и

Energocassette. Нагреватели модели Energostrip имеют индивидуальные мощности в пределах от 400 до 4200 Вт.



Рис. 3. Потолочные инфракрасные электрические длинноволновые панельные обогреватели Energotech.

Они могут монтироваться как в маленьких комнатах, так и в больших производственных помещениях на высотах от 2 м и более. Обогреватели модели Energocassette выпускаются во влагозащищенном исполнении и предназначены для отопления сухих, влажных и огнеопасных помещений. Они рекомендуются, в частности, для отопления детских учреждений. Эти обогреватели с помощью кронштейнов подвешиваются непосредственно на потолке либо монтируются в конструкциях подвесных потолков на высотах до 3,5 м. Их единичные мощности находятся в пределах от 300 до 600 Вт.

Инфракрасный длинноволновый электрический обогреватель Energotech состоит из прямоугольного металлического корпуса, покрытого жаростойкой краской. Низкотемпературный ТЭН вмонтирован в теплоизлучающую пластину, изготовленную из анодированного алюминиевого профиля. ТЭН нагревает поверхность теплоизлучающей пластины до 250°С.

Системы инфракрасного отопления на базе обогревателей Energotech оснащаются устройствами для терморегулирования. С их помощью с высокой точностью обеспечивается управление работой обогревателей для поддержания в помещении заданной температуры. При этом обогреватели работают в максимально экономичном режиме, исключая при этом недогрев или перегрев помещения. В случаях, когда

требуется отапливать небольшое количество независимых по температурному режиму помещений с задачей управления обогревателями успешно справляются настенные терморегуляторы TS 931.

Компания Эко Лайн выпускает 7 моделей потолочных инфракрасных электрических длинноволновых панельных обогревателей. Их индивидуальные номинальные мощности находятся в пределах от 300 Вт (ЭЛП 03R) до 4000 Вт (ЭЛ 40R). Они имеют принципиальную конструктивную схему, аналогичную обогревателям БИ-ЛЮКС.

Энергоэффективные настенные и напольные панельные инфракрасные электрические длинноволновые обогреватели выпускаются компанией ENSA (Германия) [8]. Ею освоено выпуск новых оригинальных металлических, керамических и стеклянных панельных обогревателей. Компания на мировые рынки поставляет 7 различных моделей инфракрасных настенных электрических панельных обогревателей с индивидуальными номинальными мощностями, находящимися в пределах от 500 Вт (ENSA P-500) до 750 Вт (ENSA P-750). Их габаритные размеры находятся в пределах: длина – от 750 до 1000 мм, ширина – 500 мм и толщина – от 8 до 50 мм. На рис. 4 приведен общий вид стеклянного панельного инфракрасного обогревателя ENSA P 750G-Visio.

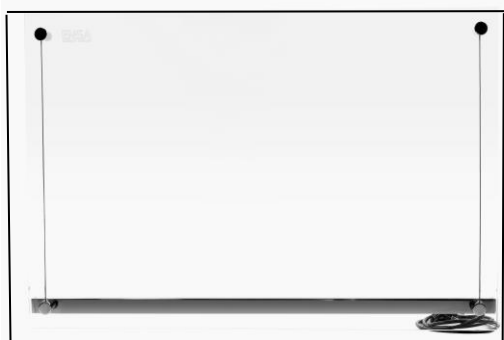


Рис. 4. Общий вид стеклянного настенного электрического инфракрасного длинноволнового панельного обогревателя ENSA серии Visio.

Этот прозрачный стеклянный прибор имеет толщину всего лишь 8 мм и является самым тонким из всей серии обогревателей. Он практически не занимает места в помещении и вполне успешно выполняет

возложенные на него функции. Мощность одного такого обогревателя составляет 700 Вт. Его можно использовать как для основного (площадь  $12\div 14\text{ м}^2$  и объем  $36\div 42\text{ м}^3$ ), так и для дополнительного (площадь  $13\div 15\text{ м}^2$  и объем  $39\div 42\text{ м}^3$ ) отопления. Габаритные размеры обогревателя составляют:  $600\times 900\times 8$  мм, а монтажные размеры –  $600\times 900\times 50$  мм. Обогреватель обладает уникальной технологией обогрева. Между двумя пластинами из закаленного стекла находится слой прозрачного, проводящего электричество, покрытия, нанесенного на внутреннюю поверхность стекла. Этот слой покрытия с помощью кабеля подключается к источнику электрического тока. Под воздействием тока в покрытии образуется тепловая энергия, которая быстро и равномерно распределяется по поверхности стекла и нагревает его до температуры  $80^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ). При нагреве стекло само начинает стабильно излучать тепловую энергию в отапливаемое помещение. При включенном обогревателе около 70% тепловой энергии от него передается в рабочую зону лучистым путем. Конвективная составляющая теплообмена при этом также участвует в обогреве помещения, так как смонтированные на стене обогреватели находятся чаще всего в пределах рабочей зоны (на высоте до 2 м). Такой обогрев помещения способствует более равномерному распределению в рабочей зоне тепла и обеспечивает максимально комфортную для человека температуру. В конструкции обогревателя предусмотрен встроенный терморегулятор.

Ряд панельных обогревателей, выпускаемых компанией ENSA, в том числе и описанный стеклянный обогреватель серии Visio, снабжаются комплектом напольного крепежа в виде ножек. В этом случае представляется возможность использовать их в качестве напольных.

Описанные выше потолочные, настенные и напольные инфракрасные электрические длинноволновые панельные обогреватели имеют ряд весьма существенных достоинств, главными из которых являются: возможность экономии до 35-45% энергоресурсов в сравнении с традицион-

ными конвективными и воздушными системами отопления; применение программируемого терморегулирования с учетом изменений температуры наружного воздуха и необходимости поддержания в помещении заданной температуры; минимальный температурный градиент; быстрый обогрев помещения; возможность поддержания в ночное время более низкой температуры; возможность обеспечения комфортного для человека микроклимата в рабочей зоне; экологичность: обогреватели не пересушивают воздух, не сжигают кислород, не поднимают пыль в помещении, создаваемый ими микроклимат благотворно влияет на здоровье людей, особенно он подходит тем, кто страдает от аллергии или склонен к простудным заболеваниям; простота в монтаже и обслуживании; надежность и безопасность в работе; долговечность и экономичность. Кроме того, электрические панельные обогреватели марки БИЛЮКС способны уменьшать уровень шума в помещениях [5]. Это обеспечивается благодаря особой геометрии профиля теплоизлучающей пластины и наличию слоя теплоизоляции в их конструкциях. На рис. 5 показано изменение уровня поглощения шума панельным обогревателем в зависимости от его частоты.

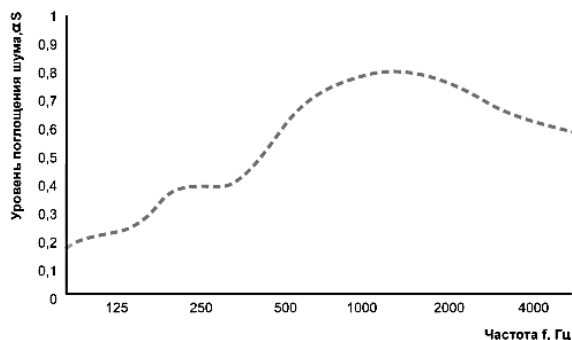


Рис. 5. График изменения уровня поглощения шума панелями БИЛЮКС в зависимости от его частоты.

К системам инфракрасного отопления в настоящее время предъявляется главное требование: обеспечить оптимальный для людей микроклимат в рабочей зоне помещения [9, 10, 11] при минимальном расходе энергоресурсов [12, 13]. Микроклимат в рабочих зонах помещений, отапливаемых инфракрасным способом, в Украине нормируется документом ДСН 3.3.6.042-99

«Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [14]. Согласно этих норм микроклимат в рабочей зоне характеризуется: температурой ( $t_b, ^\circ\text{C}$ ), относительной влажностью ( $\phi_b, \%$ ) и скоростью движения воздуха на рабочих местах ( $V_b, \text{м/с}$ ), а также интенсивностью теплового (инфракрасного) облучения ( $q, \text{Вт/м}^2$ ). В ДСН 3.3.6.042-99 указаны оптимальные и допустимые значения  $t_b, \phi_b$  и  $V_b$ , а также допустимые значения интенсивности теплового облучения людей, находящихся в рабочей зоне, в зависимости от величины облучаемой поверхности их тела (не более 25%, от 25 до 50%, 50% и более) [ $q, \text{Вт/м}^2$ ].

При систематическом нахождении человека в рабочей зоне с оптимальным микроклиматом поддерживается нормальное тепловое состояние его организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом человек ощущает тепловой комфорт, благодаря которому создаются предпосылки для более высокого уровня его работоспособности. Оптимальный микроклимат обеспечивается при значениях

$$t_b = t_b^{opt}, \phi_b = \phi_b^{opt}, V_b = V_b^{opt} \text{ и } q \leq [q], \quad (1)$$

где  $t_b^{opt}, \phi_b^{opt}$  и  $V_b^{opt}$  – оптимальные значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха;  $[q]$  – допустимое значение интенсивности облучения в рабочей зоне.

Допустимые величины показателей микроклимата возможны в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы. При допустимых микроклиматических условиях в рабочих зонах в результате длительного и систематического воздействия на человека различных показателей микроклимата могут возникать и быстро нормализоваться изменения теплового состояния организма, которые обычно сопровождаются напряжениями механизмов терморегуляции. В таких условиях не нарушается здоровье человека. Однако, при этом могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, которые ухудшают самочувствие и снижают его трудоспособность. Допустимый микроклимат в рабочей зоне может наблюдаться при значениях



$$t_B = [t_B], \varphi_B = [\varphi_B], V_B = [V_B] \text{ и } q \leq [q], \quad (2)$$

где  $[t_B]$ ,  $[\varphi_B]$  и  $[V_B]$  – допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

В связи с этим при проектировании и эксплуатации систем инфракрасного электрического отопления необходимо всегда стремиться обеспечивать оптимальный микроклимат в рабочих зонах в соответствии с ДСН 3.3.6.042-99. При этом в условиях дефицита и дороговизны энергоресурсов достижение оптимального микроклимата в рабочих зонах должно осуществляться при минимальных затратах электроэнергии на отопление. Эта задача достаточно сложна. Однако, ее решение облегчается при использовании алгоритма методики расчета систем инфракрасного панельного электрического отопления помещений, разработанной в ХНУСА.

При выполнении расчетов с использованием этой методики устанавливается тип, конструкция, количество и мощность применяемых для отопления электрических панельных обогревателей. Кроме того, составляется схема их размещения в помещении. Окончательное решение этих вопросов принимается после согласования их с имеющимися требованиями по оформлению интерьера помещения. При этом применяемые для отопления электрические панельные обогреватели не должны портить, а, наоборот, удачно вписываться в интерьер помещения. Это условие выполняется с помощью различных приемов. Прежде всего компании, выпускающие электрические панельные обогреватели, постоянно стремятся улучшить дизайн самих обогревательных приборов. Компания БИЛЮКС не только выпускает серийно потолочные электрические панельные обогреватели с достаточно эстетичным дизайном (см. рис. 2), но и изготавливает их под заказ. При этом по желанию клиента корпус обогревателя может быть покрашен в любой цвет. Для этой цели используется порошковая эмаль (стандартного цвета RAL 9016 или любого другого цвета палитры RAL) с последующей полимеризацией при высокой температуре. Эти обогреватели могут выпускаться также и под

цвет дерева. При наличии в помещении деревянного потолка такие обогреватели на его фоне будут незаметны. Потолочные инфракрасные панельные обогреватели марки БИЛЮКС практически универсальны. Наряду с широким модельным рядом в стандартном исполнении обогревателей компания предлагает свои индивидуальные решения для любого проекта. По желанию заказчика компания может поставлять одно-, двух- и трехпанельные обогреватели. Панели могут подключаться друг с другом при помощи кабеля в ряд желаемой длины. При этом кабель укладывается в короб-канал или гофротрубу, придающим панелям законченный вид. Обогреватели могут устанавливаться горизонтально под потолком на монтажных скобах на расстоянии не менее 50 мм, а также на элементах подвески либо тросовой растяжке. Все это вместе взятое расширяет возможности принятия различных дизайнерских решений при оформлении интерьеров в помещениях, отапливаемых с помощью электрических потолочных панельных обогревателей.

Определенные дополнительные возможности для улучшения интерьера предоставляются также и в случае использования для отопления инфракрасных длинноволновых электрических панельных обогревателей Energotech. Они успешно используются не только в качестве обогревателей, но и в качестве вкладных панелей при монтаже стандартных европейских подвесных потолков. В этом случае обеспечивается элегантное решение проблемы обогрева помещения. Компания ENSA также проводит постоянную работу в направлении дальнейшего улучшения дизайна выпускаемых ею настенных электрических панельных обогревателей. Она выпускает обогреватели, которые одновременно реализуют две функции: эффективного отопительного прибора и прекрасного элемента декора при оформлении интерьера в помещении. Например, выпускаемый ею энергоэффективный стеклянный инфракрасный обогреватель ENSA P750G-Visio (см. рис. 4) имеет изысканный дизайн. Бесспорный интерес представляют выпускаемые компанией

ENSA настенные панельные обогреватели других типов, например, керамические и металлические. С помощью этих обогревателей также можно обеспечивать не только эффективное отопление, но и прекрасно оформленный интерьер помещения.

**Выводы.** 1. Многолетней отечественной и зарубежной практикой доказано, что наиболее энергосберегающими системами децентрализованного отопления различных помещений являются инфракрасные на базе электрических длинноволновых панельных обогревателей.

2. Для целей отопления различных помещений в Украине наиболее перспективными являются инфракрасные электрические длинноволновые панельные обогреватели БИЛЮКС, которые по своим показателям не уступают зарубежным аналогам и имеют в 1,5÷2 раза меньшую стоимость [5].

3. Многие модели инфракрасных потолочных и настенных панельных электрических обогревателей способны не только надежно и эффективно отапливать помещения, но и могут одновременно служить в качестве элементов декора при оформлении в них интерьеров.

4. Особые возможности для улучшения оформления интерьера в помещениях открываются при использовании для целей отопления новых стеклянных настенных инфракрасных обогревателей, выпускаемых компанией ENSA. Эти обогреватели обладают уникальной технологией обогрева, обеспечивают равномерное распределение тепла и максимально комфортную для человека температуру в рабочей зоне помещения. Кроме того, они благодаря хорошему дизайну прекрасно вписываются в интерьеры помещения и повышают его эстетику.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Болотских Н.Н. Инфракрасное отопление помещений с помощью электрических панельных нагревателей [Текст] / Н.Н.Болотских// Сб. «Науковий вісник будівництва». Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – Вип. 83(1). – с. 153-157.
2. Пшеничников В.М. Энергосберегающие децентрализованные системы отопления. [Текст]/В.М. Пшеничников// Журн. «Энергосбережение». – 2005. – № 6. – с.4.

3. Болотских Н.Н. Инфракрасный обогрев теплиц с помощью электрических длинноволновых нагревательных панелей [Текст] / Н.Н.Болотских // Журн. «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит». – 2015. – № 9(140). – с. 43-52.
4. Инфракрасные нагреватели на стадионах. [Текст]. Реферативный журнал «Энергетика». – 2001. – № 3. – Москва: ВИНТИ. – с.22.
5. Система потолочного отопления на базе электрических длинноволновых обогревателей. БИЛЮКС – Отопление суперэкономичное. [Электронный ресурс]. /Украина: БИЛЮКС. – Режим доступа: [www/http://bilux.ua](http://bilux.ua) / – 2015. – 67 с.
6. Инфракрасные обогреватели Energotech. [Электронный ресурс]. /Швеция: Energotech. – Режим доступа: [www/http://C.O.K.ru/catalogs/Energotech/](http://C.O.K.ru/catalogs/Energotech/) – 2017. – 3 с.
7. Эко Лайн – уникальная система обогрева. [Электронный ресурс]. /Украина: НТФ «Украинская промышленность». – Режим доступа: [www/http://quartza.net/](http://quartza.net/) – 2005, – 2 с.
8. Металлические, керамические и стеклянные панели ENSA. Стеклянная панель P750G-Visio. [Электронный ресурс]. /Германия: ENSA. Режим доступа: [www/http://ensa.com.ua/](http://ensa.com.ua/) – 2017. – с. 7.
9. Шумилов Р.Н. Лучистое отопление – мифы и реальность. [Текст] /Шумилов Р.Н., Ю.И. Толстова, А.А. Поммер// Журн. «С.О.К. – Сантехника, отопление, кондиционирование». Россия: Москва. – с. 56-58.
10. Гвозденко Л.А. Обоснование допустимых нормативов облученности инфракрасным излучением в зависимости от его спектрального состава. [Текст] /Л.А. Гвозденко// Журн. «Медицина труда и промышленная экология». – 1999. – № 12. – с. 32-35.
11. Молька В. Инфраизлучатели. Три «Э» в отоплении промышленных помещений. [Текст] /В. Молька. – Словакия, 2005. – 127 с.
12. Болотских Н.Н. Энергосбережение при инфракрасном электрическом отоплении помещений. [Текст] /Н.Н.Болотских// Сб. «Науковий вісник будівництва». Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – Вип. 84(2). – с. 343-349.
13. Болотских Н.Н. Снижение конвективных потерь тепла при инфракрасном электрическом обогреве помещений больших размеров. [Текст] /Н.Н.Болотских// Сб. «Науковий вісник будівництва». Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – Вип. 85(3). – с. 230-234.
14. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Постанова Державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 р., № 42. – 11 с.

#### Болотських М.М. ІНФРАЧЕРВОНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ДОВГОХВИЛЬОВІ ПАНЕЛЬНІ ОБІГРІВАЧІ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ І ОФОРМЛЕННЯ ІНТЕР'ЄРУ ПРИМІЩЕНЬ

Описано інфрачервоні електричні довгохвильові панельні обігрівачі, які використовуються одночасно в якості ефективних опалювальних приладів і

елементів декору, з метою створення оптимального мікроклімату і поліпшення інтер'єрів у різних приміщеннях. Ця мета досягається шляхом вибору, розрахунків і розміщення в приміщеннях відповідних типів електричних обігрівальних панелей. Отримані в статті висновки і рекомендації дозволяють поліпшити умови праці в робочих зонах приміщень і знизити витрати електроенергії на їх обігрів.

**Ключові слова:** інфрачервоне опалення, електричний довгохвильовий панельний обігрівач, інтер'єр приміщення.

**Bolotskykh N.N. INFRA-RED ELECTRIC LONG-WAVE PANEL HEATERS FOR HEATING AND REGISTRATION OF INTERIOR OF APARTMENTS**

Infra-red electric long-wave panel heaters that is used simultaneously as effective heating devices and elements of decor are described, with the purpose of creation of optimal microclimate and improvement of interiors in different apartments. This aim is arrived at by a choice, calculation and placing in the apartments of corresponding types of electric space-heating panels. The conclusions and recommendations got in the article allow to improve the terms of labour in the working zones of apartments and reduce the charges of electric power on their heating.

**Keywords:** infra-red heating, electric long-wave panel heater, interior of apartment.

УДК 697.942

**Бурда Ю.О.**

*ORCID 0000-0003-3470-1334*

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
(ул Сумская, 40, Харьков. 61002, Украина; e-mail: tgvtver@gmail.com)*

### **АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕРЕВАГ МОКРОГО ГАЗООЧИЩЕННЯ В КОКСОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

В даній роботі проаналізовані різноманітні насадки для скрубера, порівняна їх ефективність та розроблені рекомендації по їх використанню. Також запропонована принципово нова Металева припливно-витяжна насадка з ромбовидними отворами.

**Ключові слова.** Скрубер, насадки, газоочищення, мокре газоочищення, коксова промисловість.

Атмосферне повітря — це життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами житлових, виробничих та інших приміщень.

Товщина повітряної оболонки, яка оточує земну кулю, не менше тисячі кілометрів, це майже чверть земного радіуса. Маса цієї оболонки приблизно складає  $5 \times 10^{15}$  (п'ять квадрильйонів) тон. Хоча це еквівалентне менш ніж одній мільйонній частці маси Землі, без атмосфери життя на планеті було б неможливе. Вдихаючи щохвилини від 5-100 л повітря, людина за добу споживає 12-15 кг, а це значно перевершує середньодобову потребу в їжі і воді [1-3].

Атмосфера, крім того, надійно оберігає людину від численних небезпек, що загрожують їй з космосу: затримує метео-

рити, захищає землю від перегріву, відміряє сонячну енергію в необхідній кількості, нівелює перепад добових температур.

Газова оболонка охороняє Землю від надмірного охолодження і нагрівання. Завдяки їй на Землі не буває різких перепадів від морозів до спеки і навпаки. Якби Земля не була оточена повітряною оболонкою, то протягом тільки однієї доби амплітуда коливань температури досягала б  $200^{\circ}\text{C}$ : удень стояла б сильна жара (більше  $100^{\circ}\text{C}$ ), а вночі мороз ( $-100^{\circ}\text{C}$ ). Ще більша різниця була б між зимовими і літніми температурами. Саме завдяки атмосфері середня температура на Землі складає близько  $15^{\circ}\text{C}$ . [4,5,6]

Атмосферне повітря — невичерпний ресурс. Але в окремих регіонах земної кулі він потрапляє під такий сильний антропогенний вплив, що виникає проблема якісного складу атмосфери, особливо у великих промислових центрах.