

20. ДБН В.2.5.-74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013.– 172 с.
21. Патент на винахід №112131 Україна МПК (51) ВОІФ 5/02СО2F 1/52 ВОІФ 5/06. Перегородчатий змішувач / С.М. Епоян, В.А. Яркін, Д.Г. Сухоруков, Т.С. Айрапетян (Україна) – № а201502578: Заявлено 25.09.2015: Опубл. 25.07.2016, Бюл. №14.-4с.
22. Эпоян С.М. Метод повышения эффективности смешения природной воды с реагентом и методика проведения исследований / С.М. Эпоян, Г.И. Сухоруков, В.А. Яркин // Научный вестник строительства. – Харьков: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. - №1 (83). – С. 187–193.
23. Яркин В.А. Экспериментальные исследования по модернизации смесителя перегородчатого типа / В.А. Яркин // Научный вестник строительства. - Харьков: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2017.-Т.87, №1.- С.143-148.
24. ДСТУ ISO 7027:2003. Якість води. Визначення каламутності. – К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2003. – 12 с.

Яркін В.А., Епоян С.М., Сухоруков Г.І. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПЕРЕГОРОДЧАТОГО ЗМІШУВАЧА КОРИДОРНОГО ТИПУ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ. У статті розглянуті питання підвищення ефективності роботи перегородчатого змішувача коридорного типу за рахунок установки щілинної перегородки. Експерименти проводилися в три етапи. На першому етапі визначалася інтенсивність змішування розчину коагулянту з вихідною водою за її лужністю.

Другий етап присвячений визначенню коефіцієнту ефективності змішування. Мета третього етапу - визначення ефективності роботи перегородчатого змішувача коридорного типу вдосконаленої конструкції. Експерименти показали, що найбільша ефективність роботи перегородчатого змішувача коридорного типу досягається при встановленні щілинної перегородки з розміром щілини швидкість руху води в якій дорівнює 1 м/с.

Ключові слова: перегородчатий змішувач, щілинна перегородка, підвищення ефективності, експериментальна установка, технологічне моделювання.

Yarkin V.A., Epoyan S.M., Sukhorukov G.I. DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF WORK IN THE CORRIDOR TYPE CLOISSONNÉ MIXER OF IMPROVED CONSTRUCTION. The article considers the issues of increasing the efficiency of the corridor type cloisonné mixer. Due to the installation of a slotted partition. The experiments were carried out in three stages. At the first stage, the intensity of mixing of the coagulant solution with the raw water was determined from its alkalinity. The second stage is devoted to determining the mixing efficiency. The goal of the third stage is to determine the efficiency of the corridor type cloisonné mixer of an improved design. Experiments have shown that the maximum efficiency of a corridor type cloisonné mixer is achieved when installing a slotted partition with a slit size whose water velocity is 1 m/s.

Keywords: cloisonne mixer, slotted partition, efficiency increase, experimental installation, technological modeling.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-214-220
УДК 697.7

Болотских Н.Н., Болотских Н.С.

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

ЗАРУБЕЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФРАКРАСНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ

В статье описаны наиболее эффективные зарубежные технологии инфракрасного отопления помещений с помощью пленочных электрических обогревателей, приведены технические характеристики и описание тепло-излучающих пленок, выпускаемых различными мировыми компаниями, дан анализ этих пленок, приведены рекомендации по их применению в Украине для снижения расходов электроэнергии на отопление различных помещений.

Ключевые слова: инфракрасное отопление, пленочные электрические обогреватели, энергоэффективность.

Введение. В мировой практике для отопления помещений различного назначения достаточно широкое распространение получили инфракрасные системы с использованием электрических панельных [1-5] и пленочных [6-13] обогревателей. На базе накопленного опыта многие специалисты считают, что система отопления с пленочными инфракрасными обогревателями для помещений с высотой потолков до 3,5 м в большинстве случаев являются наиболее эффективными на сегодня. Они позволяют качественно и экономически выгодно обогревать любые по назначению помещения, кроме пожаро- и взрывоопасных (категорий А и Б).

Основой таких систем отопления является специальная пленка, т.е. тонкое полотно, излучающее тепловую энергию в инфракрасном диапазоне. Это полотно размещается по поверхности потолка помещения и подключается к электросети. При включении питания электрический ток проходит через пленочный обогреватель, разогревая его поверхность до температуры равной $+40 \div 50 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение нескольких минут. При этом с помощью инфракрасных лучей тепло начинает передаваться в рабочую зону помещения и нагревать поверхности пола и предметов интерьера, от которых постепенно согревается окружающий их воздух.

Пленочные инфракрасные системы отопления создают в помещении комфортный микроклимат, оказывают благоприятное воздействие на организм человека, долговечны и просты в монтаже и эксплуатации.

К сожалению, эти энергоэффективные системы отопления еще не получили широкого распространения в нашей стране. Поэтому настоящая статья посвящается обобщению наиболее передовых зарубежных технологий инфракрасного отопления помещений с использованием пленочных электрических обогревателей и разработке рекомендаций по расширению сферы их применения в Украине.

Цель статьи – расширение сферы применения энергоэффективных техноло-

гий инфракрасного пленочного электрического обогрева помещений в Украине для сокращения расходов энергоресурсов на их отопление.

Основное содержание. В зарубежной практике для отопления помещений выпускаются инфракрасные пленочные электрические обогреватели различных моделей. В частности, в России освоен выпуск обогревателей (ПЛЭНов) модели «ЗЕБРА» [9], в Финляндии – ALSON [6, 8], в Южной Корее – Rex Va и Heat Life [10]. В Украине освоен выпуск обогревателей модели ПЭО [6]. Эти все обогреватели отличаются друг от друга устройством инфракрасной пленки и технологией её применения при отоплении помещений.

На рис. 1. показано устройство обогревателя ПЛЭН модели «ЗЕБРА» [5].

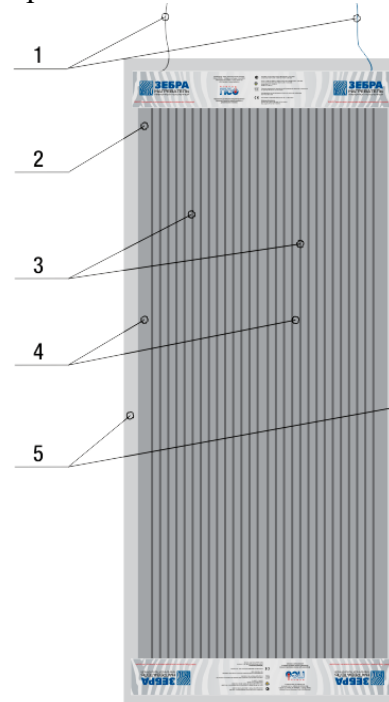


Рис. 1. Общий вид инфракрасного пленочного обогревателя модели «ЗЕБРА»:

1 - питающие провода; 2 - полимерная диэлектрическая пленка; 3 – нагревательные элементы; 4 – отражающий экран; 5 – прозрачное поле для крепления обогревателя.

Этот ПЛЭН имеет следующую техническую характеристику: Напряжение питающей электросети – $\approx 220 \text{ В}$, 50 Гц . Максимальная удельная потребляемая мощность – 200 Вт/м^2 . Максимальная температура поверхности пленочного обогревателя – 45°C . Ширина пленочного обогревателя –

0,5 м. Толщина полотна – менее 1 мм. Масса полотна – 550 г/м². Степень защиты – IP – 44.

По длине обогреватели выпускаются разных размеров, что позволяет покрывать ими площади потолков практически любых размеров.

С использованием ПЛЭНов «ЗЕБРА» работниками завода ПСО [9] разработана принципиальная схема инфракрасного отопления помещений, предусматривающая их размещение на потолке (рис. 2).



Рис. 2. Принципиальная схема инфракрасного отопления помещения с использованием электрических пленочных обогревателей модели «ЗЕБРА»

Для реализации этой схемы отопления монтаж ПЛЭНов осуществляется в следующей последовательности (рис. 3).

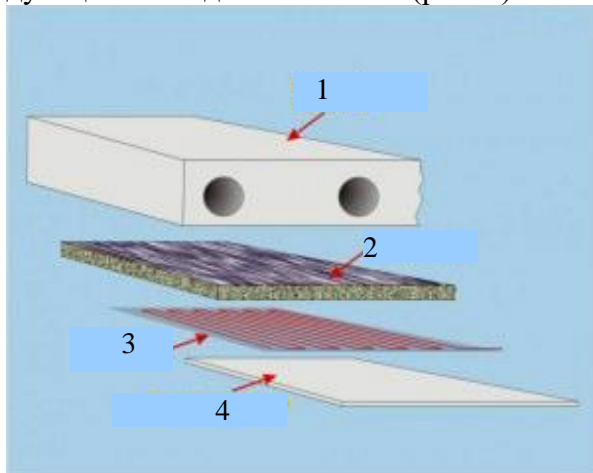


Рис. 3. Схема монтажа ПЛЭНа модели «ЗЕБРА»: 1 – плита – перекрытия; 2 – теплоизолирующий материал с отражающим слоем; 3 – пленочный обогреватель; 4 – декоративное покрытие потолка.

Согласно этой схемы на плиты перекрытия крепится теплоизолирующий материал, отделанный с одной стороны отражающим слоем (алюминиевой фольгой). Утеплитель вместе с фольгой имеет толщину около 5 мм. Для его закрепления на потолке в плитах перфоратором через каждые полметра сверлят отверстия. Затем с использованием специальных крепежных деталей УКЭ закрепляется утеплитель. После этого монтируется ПЛЭН. Технология его монтажа ничем не отличается от монтажа теплоизолятора, так как ПЛЭН представляет собой рулонный материал. В конструкции ПЛЭНа (Рис. 1) есть специальные прозрачные полосы по краям, которые используются для установки крепежных элементов. Затем осуществляется монтаж разводки электрических соединений.

После выполнения всех этих работ монтируют декоративное покрытие потолка для того, чтобы скрыть от глаз ПЛЭНЫ и смонтированную на потолке электрическую разводку. Таким образом, система инфракрасных пленочных обогревателей в данном случае является незаметным источником тепла.

Пленочные обогреватели «ЗЕБРА» могут также использоваться для обогрева помещений и без декоративных отделок потолков. В этом случае более сложными и ответственными являются электромонтажные работы. Для их выполнения используется провод ПВ – 3 с одной жилой. С помощью этого провода монтируется магистральная линия в специальных каналах, идущих до распределительного щита. Эта магистральная линия изолируется и камуфлируется от глаз.

Система инфракрасного пленочного отопления оснащается терморегуляторами для поддержания необходимой температуры в помещении. При достижении в помещении заданной температуры терморегулятор отключает электропитание системы. По мере снижения температуры в помещении на один градус система отопления автоматически включается для восполнения тепловых потерь. При использовании специальных программируемых моду-

лей можно дистанционно обеспечивать автоматический перевод работы системы отопления с экономичного режима в рабочий. Такая цикличность работы системы отопления и автоматический перевод её на различные режимы позволяет существенно экономить электроэнергию.

При использовании пленочных инфракрасных обогревателей «ЗЕБРА» расчетное энергопотребление составляет:

- для жилых помещений – 11 кВт. час в месяц на один квадратный метр отапливаемой площади;

- для административных – 15 кВт. час в месяц на один квадратный метр отапливаемой площади.

Финская компания Heat Plus уже более тридцати лет обеспечивает массовое производство пленочных инфракрасных обогревателей модели ALSON [8]. Нагревательным элементом в них является низкотемпературная ламель (алюминиевая резистивная фольга, расположенная между лавсановыми пленками) специальной конструкции и состава, которая нагревается до температуры не более 45°C и является первичным излучателем инфракрасных лучей. Нагревательные элементы ALSON выпускаются двух типов с мощностями обогрева 125 и 150 Вт/м². Такая пленка располагается на потолке между минераловатным утеплителем толщиной 50 мм и отделочным материалом потолка.

Греющая пленка ALSON является готовым к монтажу обогревателем с встроенными на заводе – изготовителе «холодными» проводами для присоединения к источнику электрического питания. Она не «режется» в размер, выпускается в нескольких вариантах, которые отличаются друг от друга внешним видом, шириной, энергоёмкостью и теплоотдачей. В этих пленках используются греющие элементы с различной максимальной температурой и мощностью. Благодаря этому предоставляется возможность выбора для конкретного помещения необходимой излучающей поверхности.

Отсутствие в греющих пленках ALSON пайки или клёпки соединений с питающими электрическим током проводами

делает эту систему отопления безопасной и надежной. 1 м² греющей плёнки весит около 350 гр. Её срок службы составляет более 15 лет.

По сравнению с выше описанными ПЛЭНами «ЗЕБРА» температура наружной поверхности у инфракрасных обогревателей с пленкой ALSON ниже. Ниже также и их мощность. Для отопления помещения требуется меньшее количество пленки, но несмотря на это эффективность системы отопления на основе греющей пленки ALSON выше, а максимальная потребляемая мощность меньше.

При использовании инфракрасных пленочных обогревателей модели ALSON в качестве основного отопления требуется 55÷85 Вт тепла на 1 м² отапливаемой площади. При этом 1 м² пленки может обогревать до 2,5 м² площади помещения.

Системы отопления на базе обогревателей модели ALSON рассчитаны на создание и поддержание в помещении комфортной температуры равной 20÷23°C. В системах отопления с использованием инфракрасных пленочных обогревателей модели ALSON в сравнении с обогревателями модели ПЛЭН «ЗЕБРА» отсутствует отражатель (теплоизолирующий слой с фольгой), так как он в данном случае не нужен. Вместо него монтируется слой минераловатной теплоизоляции сверху пленки. Такая технология, проверенная на практике в течение последних десятилетий финскими производителями, является лучшей и более эффективной.

Порядок монтажа пленочных обогревателей ALSON следующий. В начале на потолке рекомендуется закрепить пароизоляцию. Затем в обязательном порядке необходимо смонтировать утеплитель, например, типа «Изover» толщиной 50 мм в специальном каркасе, закрепленном на потолке. После этого степлером необходимо прикрепить к брускам каркаса плотно прилегающую к утеплителю греющую пленку. При этом над пленкой не должно быть пустот. Заключительным этапом является монтаж подшивного потолка из гипсокартона, фанеры, вагонки, ДСП или МДФ. Ма-

териал этого подшивного потолка действует как тепловой аккумулятор и маховик, равномерно распределяющий путем вторичного излучения тепловую энергию по помещению.

Площадь потолка, занимаемая греющей пленкой ALSON, составляет около 50%. Наличие различных типоразмеров плёнок позволяет оптимально располагать их по потолку помещения, оставляя места для монтажа осветительных приборов, вентиляционных коробов и других коммуникаций.

Системы инфракрасного отопления на базе обогревателей модели ALSON снабжаются терморегуляторами, которые необходимы для обеспечения стабильной работы обогревателей в заданном режиме, защиты от перегрева и экономии электроэнергии. На каждое отапливаемое помещение необходим только один терморегулятор. Пленочные обогреватели, работающие с терморегулятором, можно оставлять без присмотра на неограниченные интервалы времени.

Описанные выше инфракрасные обогреватели модели ALSON являются лучшими системами прямого электрического отопления, самого комфортного и экономически выгодного на сегодняшний день.

Для отопления помещений, преимущественно производственного назначения, в Южной Корее выпускаются инфракрасные обогреватели на базе карбоновой пленки моделей Rex Va и Heat Life [10]. По надежности и долговечности пленка Heat Life наиболее предпочтительна. Эта пленка представляет собой нагреватель поверхностей, заламинированный с двух сторон специальным полимером с повышенными электроизоляционными и противопожарными свойствами. Внутри такого нагревателя на несущей пленке предусмотрен контакт медной токопроводящей фольги с углеродными нагревательными элементами, склеенными специальным негорючим материалом и покрытыми активированным углеродом с нейтрализатором загрязняющих примесей и включений. Угольные нагревательные элементы, расположенные равномерно по всей поверхности пленки, с

обеих сторон заламинированы в специальный электротехнический полиэстер, обеспечивающий полную водонепроницаемость пленки и высокую защиту от электрического пробоя. При изготовлении инфракрасной карбоновой пленки используется полимерная пленка (полиэстер) с высокими диэлектрическими показателями. Она хорошо проводит инфракрасное тепло и термоустойчива. Карбоновая (угольная) паста наносится на полиэстер с технологической точностью менее 1 микрона, а сам процесс нанесения карбона производится при температуре 140°C. Благодаря этому обеспечивается получение необходимых прочностных и других эксплуатационных показателей пленки. При подключении к пленке электрического тока угольные нагревательные элементы излучают электромагнитные волны дальнего инфракрасного спектра с длиной волны 5-20 мкм. За счет этого пленка разогревается до температуры от 20 до 50°C. Поступающие в помещение от карбоновой пленки инфракрасные лучи создают необходимый тепловой комфорт и благоприятно влияют на здоровье человека.

Общий вид карбоновой пленки Heat Life (в рулоне) показан на рис. 4.



Рис. 4. Инфракрасная карбоновая пленка Heat Life в рулоне.

Монтаж электронагревателей любой конфигурации на базе пленки Heat Life осуществляется в сжатые сроки в соответствии с инструкцией без привлечения специалистов высокой квалификации. Только подключение пленки к электросети должен выполнять квалифицированный электрик. Пленка монтируется горизонтально или

вертикально на панелях, подвешиваемых к потолку, либо на специальных щитах, закрепляемых на боковых ограждающих конструкциях помещения. Кроме того, плёнка без особого труда монтируется на любое основание пола.

Инфракрасные обогреватели на основе карбоновой пленки Heat Life комплектуются специальными терморегуляторами и проводами для подключения их к источнику питания переменного тока напряжением 220 В. Терморегулятор служит для регулировки температуры в помещении и получения необходимого температурного режима. При отоплении нескольких помещений с помощью таких инфракрасных пленочных обогревателей используются системы автоматического управления. Автоматический контроль температуры достигается за счет процессорного контроллера климата «Виват» и датчиков температуры. С помощью многоаналоговых контроллеров обеспечивается получение одновременно в нескольких помещениях различных температурных режимов.

Описанные инфракрасные обогреватели на основе пленки Heat Life получили достаточно широкое эффективное применение для обогрева теплиц или оранжерей [10, 13], специальных камер для сушки древесины и т.д.

Выводы.

1. Зарубежный опыт инфракрасного электрического отопления показал, что для обогрева помещений с высотой потолков до 3,5 м наиболее энергоэффективными и экологичными в настоящее время являются системы обогрева с использованием пленочных обогревателей.

2. Для отопления жилых домов, детских садов, больниц, офисов, торговых павильонов, учреждений бытового обслуживания, дач, туристических баз и др. жилых и нежилых помещений целесообразно использовать инфракрасные системы на основе греющей пленки модели ALSON, обладающей большой эффективностью и меньшей потребляемой мощностью в сравнении с другими зарубежными аналогами.

3. Для отопления различных невысоких помещений производственного назначения наиболее эффективным является инфракрасный способ с использованием электрических обогревателей, изготовленных на базе карбоновых пленок модели Heat Life.

4. Для снижения расходов электроэнергии на отопление различных помещений в Украине целесообразно расширить сферу применения инфракрасных технологий с использованием пленочных обогревателей не только отечественного производства модели ПЭО [6], но и зарубежного – моделей ALSON [6, 8] и Heat Life [10].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Инфракрасные обогреватели [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://electromax.com.ua>.
2. Статьи об инфракрасном отоплении [Электронный ресурс]. Россия: Эко Лайн. Режим доступа: <http://neholodno.net/index.php/archiv/35statei>.
3. Науменко А.В. Энергоэффективные системы отопления [Текст]: Учеб. Пособие / А.В. Науменко, П.В. Кузнецов, Ю.И. Толстова, Р.Н. Шумилов. Россия: Уральский государственный технический университет – УПИ, Екатеринбург, 2003. – 107 с.
4. Болотских Н.Н. Инфракрасное отопление помещений с помощью электрических панельных нагревателей [Текст] / Н.Н. Болотских // Науковий вісник будівництва. Збірник наукових праць, вип. 83. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016 – с. 153-157.
5. Система потолочного отопления на базе электрических длинноволновых обогревателей. БИЛЮКС – отопление суперэкономичное [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bilux.ua>.
6. Пленочный потолочный обогрев [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://klimat-v.in.ua/greyushhaya-plenka/>.
7. Потолочный ПЛЭН. Основное отопление. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://miass-rost.ru/produkt/potolochnyj-plen/>.
8. Инфракрасная пленка для отопления [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://sistema-otopeniya.ru/infrakrasnoe-otopenie/infrakrasnaia-plenka-dlja-otopenija/>.

9. ЗЕБРА – нагреватель пленочный потолочный [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://greemvas.ru/page/princip-deystviya-plenochnih-obogrevatelei-zebra/>.
10. Болотских Н.Н. Инфракрасное отопление теплиц с помощью пленочных электронагревателей [Текст] / Н.Н. Болотских // Журн. «Энергетика. Энергосбережение. Энергоаудит» - 2015. - № 9 (140). – с. 43-52.
11. Обогрев теплиц зимой [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://agrovекtor.com/art/950>.
12. Болотских Н.Н. Зарубежные технологии инфракрасного обогрева теплиц [Текст] / Н.Н. Болотских // Научный вестник строительства. Збірник наукових праць, вип. 1(79). Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – с. 150-158.
13. Отопление теплиц с подогревом почвы [Электронный ресурс]. Украина: «ТЕПЛОДАРЕЦЬ, віддам тепло в добрі руки». Режим доступа: <http://teplodarets.com.ua>.

Болотських М.М., Болотських М.С. ЗАКОРДОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛІВКОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ

ОБІГРІВАЧІВ. В статті описано найбільш ефективні закордонні технології інфрачервоного опалення приміщень з допомогою плівкових електричних обігрівачів, наведені технічні характеристики та опис тепловипромінюючих плівок, які виготовляються різними світовими компаніями, дан аналіз цих плівок, наведено рекомендації по їх застосуванню в Україні для зниження витрат електроенергії на опалення різних приміщень.

Ключові слова: інфрачервоне опалення, плівкові електричні обігрівачі, енергоефективність.

Bolotskykh N.N., Bolotskykh N.S. FOREIGN TECHNOLOGIES OF INFRARED HEATING OF PREMISES WITH THE USE OF FILM ELECTRIC HEATERS. The article describes the most effective foreign technologies infrared heating of premises with the help of film electric heaters, are given the technical characteristics and description of the heat radiating films, produced by various world companies, is given analysis of these films, recommendations on their use in Ukraine for reducing the cost of electricity for heating various rooms.

Key words: infrared heating, film electric heaters, energy efficiency.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-220-227

УДК 697.7

Болотских Н.Н., Болотских Н.С.

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

ЗОНАЛЬНЫЙ ИНФРАКРАСНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОБОГРЕВ НА ОТКРЫТЫХ И ПОЛУОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДКАХ

Описаны технологические схемы и технические средства зонального инфракрасного электрического обогрева на открытых и полуоткрытых площадках, дан их анализ, приведены рекомендации по их дальнейшему применению.

Ключевые слова: зональный инфракрасный обогрев, электрические обогреватели, длина волны излучения, интенсивность облучения.

Введение. В отечественной и зарубежной практике отопления помещений различного назначения широко используются инфракрасные электрические панельные обогреватели [1-4]. Эти обогреватели обеспечивают эффективное отопление не только зданий и помещений в полном объ-

еме, но и обогрев отдельных зон или рабочих мест в закрытых неотапливаемых помещениях. Они также позволяют осуществлять зональный обогрев на открытых и полуоткрытых площадках (в складских помещениях, на погрузочно-разгрузочных пунктах, на платформах и в местах расположения открытых и полуоткрытых производственных участков, на террасах, летних

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА, Т. 91, №1, 2018