

Болотских Н.Н.

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

ОСНОВЫ ВЫБОРА И РАСЧЕТА СИСТЕМ ИНФРАКРАСНОГО ОБОГРЕВА ПОМЕЩЕНИЙ

Описан принцип работы инфракрасных систем обогрева помещений, приведены классификация инфракрасных обогревателей и основные зависимости для определения их параметров, предложена блок-схема алгоритма методики выбора и расчета различных систем инфракрасного обогрева помещений.

Ключевые слова: инфракрасный обогреватель, интенсивность облучения, алгоритм методики выбора и расчета систем инфракрасного обогрева.

Введение. В мировой практике в настоящее время для основного, дополнительного, зонального, локального и точечного обогрева в помещениях различного назначения, а также обогрева на открытых и полукрытых площадках, широко используются инфракрасные (лучистые) системы [1-3].

Работа этих систем основана на использовании принципа теплового излучения [4]. Такое излучение является естественным процессом, при котором тепло передается от тела с более высокой температурой к телу с низкой температурой в форме электромагнитных волн. Наиболее ярким примером передачи тепла с помощью излучения представляют собой Солнце и Земля. Тепло, излучаемое Солнцем, проходящее через космический вакуум и атмосферу, достигает поверхности Земли и нагревает ее.

Виды электромагнитного излучения обычно классифицируются в зависимости от длины волны. На рис. 1 представлены интервалы электромагнитных волн различных видов излучения:

Инфракрасное излучение – электромагнитное излучение, которое занимает спектральную область между красным концом видимого света ($\lambda = 0,74$ мкм) и коротковолновым радиоизлучением ($\lambda = 1 \div 2$ мм).

Инфракрасную область спектра излучения обычно разделяют на три зоны: коротковолновую с интервалом длин волн $0,74 \div 2,5$ мкм, средне-волновую – $2,5 \div 50$ мкм и длинноволновую – $50 \div 2000$ мкм.

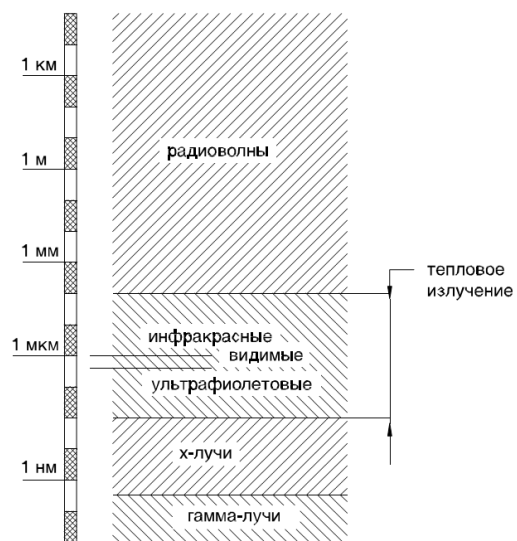


Рис. 1. Интервалы видов электромагнитного излучения в зависимости от длины волны

Предметы с более высокой температурой не только являются источником излучения, но и взаимодействуют с другими предметами, также излучающими энергию. При этом часть энергии инфракрасного излучения поглощается этими предметами, часть отражается и часть пропускается (рис. 2).

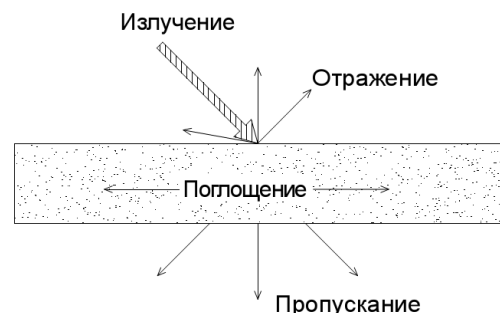


Рис. 2. Схема распределения энергии электромагнитного излучения, поступающего в рабочую зону обогреваемого помещения

Большая часть энергии электромагнитного излучения расходуется на нагрев предметов и людей, находящихся в рабочей зоне помещения. Вследствие того, что электромагнитное излучение не поглощается воздухом вся энергия практически без потерь поступает в зону обогрева. Таким образом, принцип инфракрасного обогрева помещений заключается в том, что под влиянием электромагнитного излучения в помещении нагреваются поверхности предметов (пол, оборудование, люди и др.), находящихся в зоне прямого действия системы лучистого обогрева. Впоследствии от них нагревается воздух и в рабочей зоне формируется соответствующий тепловой комфорт.

Большинство существующих систем инфракрасного обогрева помещений имеет ряд весьма существенных преимуществ в сравнении с традиционными конвективными, в частности: возможность экономии до 35-45% энергоресурсов; быстрый обогрев помещения; возможность обеспечения комфортного для человека микроклимата в рабочей зоне; применение в большинстве случаев программируемого терморегулирования с учетом изменений температуры наружного воздуха и необходимости поддержания в помещении заданной температуры; надежность и безопасность в работе; простота в монтаже и обслуживании; долговечность и экономичность и ряд других. Благодаря этим и другим преимуществам системы децентрализованного инфракрасного обогрева помещений получили широкое распространение.

Мировыми компаниями, фирмами и предприятиями выпускается большое количество различных типов, моделей и марок инфракрасных обогревателей, с помощью которых можно обеспечивать надежный обогрев практически любых помещений. В ХНУСА на базе тщательного анализа и обобщения этих обогревателей была составлена их классификация [5]. В дальнейшем с учетом последних мировых достижений в этой области она была дополнена и в наиболее полном изложении впервые представляется в настоящей статье (рис. 3).

Указанные в классификации типы и модели инфракрасных обогревателей на практике используются как индивидуально, так и группами. Наиболее часто обогрев помещений осуществляется с применением группы (системы) тех или иных обогревателей. Задача выбора типа, модели, марки и количества инфракрасных обогревателей, входящих в такие системы, как правило, является достаточно сложной и трудоемкой. Для ее успешного решения необходимо соблюдать следующие базовые принципы: суммарная тепловая мощность инфракрасного оборудования в помещении должна соответствовать величине общих тепловых потерь; значения параметров, характеризующих микроклимат в рабочей зоне помещения (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха), должны быть оптимальными, а интенсивности инфракрасного облучения – допустимыми; реализация на практике этих принципов должна осуществляться только при условии минимальных энергетических и финансовых затрат на отопление помещения.

Исходным моментом при выборе и расчете системы инфракрасного обогрева помещения является определение общих тепловых потерь. Эти тепловые потери чаще всего складываются из двух частей: потерь путем теплопроводности (P_T) через ограждающие конструкции (стены, полы, двери и крышу) и на нагревание воздуха, поступающего в помещение за счет вентиляции (воздухообмена) (P_V) и возможной инфильтрации через ограждающие конструкции ($P_{V^И}$) [6].

Потери тепла путем теплопроводности могут быть вычислены по формуле

$$P_T = F \cdot k \cdot (t_B^P - t_{нв}), \quad (1)$$

где F – площадь ограждающей поверхности, m^2 ; k – коэффициент теплопроводности, $Вт/м^2 \cdot ^\circ C$; t_B^P – расчетная температура воздуха в помещении, $^\circ C$; $t_{нв}$ – минимальная расчетная наружная температура воздуха в данной местности, $^\circ C$.

Первоначально величину t_B^P можно принимать на $2-3^\circ C$ ниже, чем нормируемая (при конвективном способе обогрева) [7]. В дальнейшем по мере выполнения рас-

четов оптимальных параметров микроклимата в рабочей зоне помещения величина t_b уточняется.

При расчетах P_T в больших помещениях производственного назначения целесообразно использовать зависимости, приведенные в [8].

Потери тепла за счет вентиляции

$$P_V = q \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{в}^p - t_{нв}), \quad (2)$$

где q – расчетный наружный воздушный поток, м³/ч; c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг·°С; ρ – плотность воздуха, кг/м³.

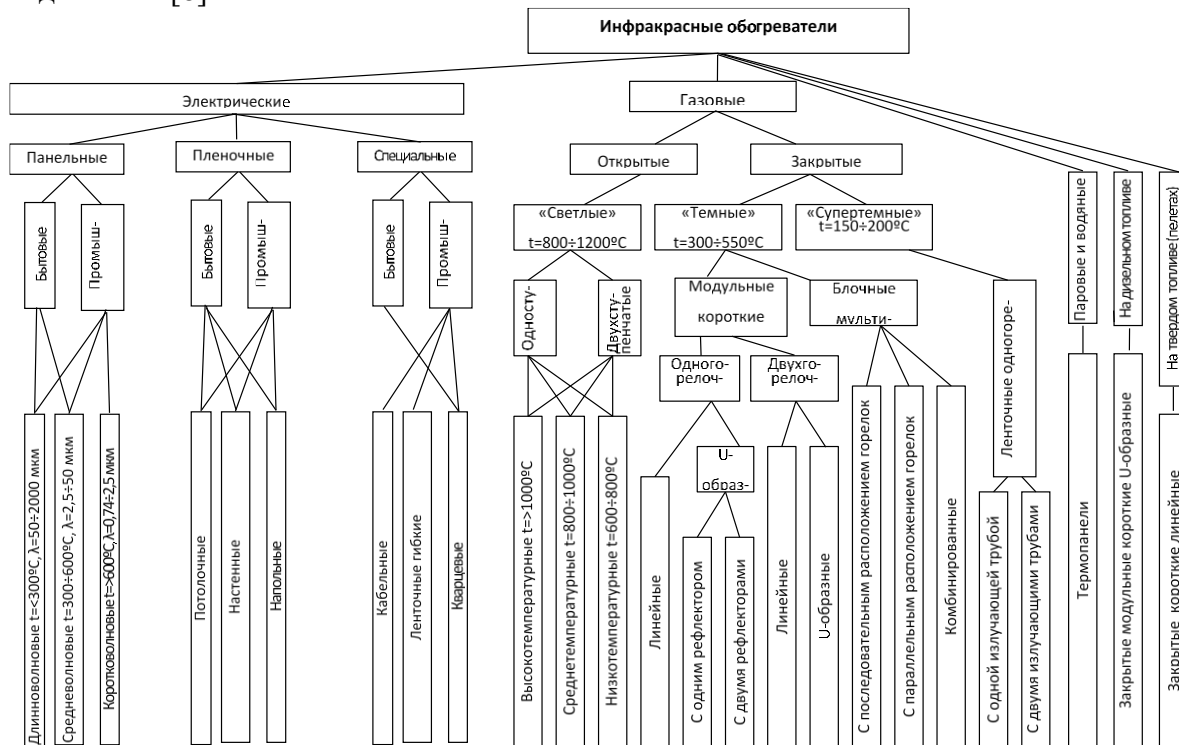


Рис. 1. Классификация инфракрасных обогревателей

При наличии инфильтрации наружного воздуха

$$P_{иV} = 0,28 \Sigma Q_{и} \cdot c (t_{в}^p - t_{нв}) \cdot K, \quad (3)$$

где $\Sigma Q_{и}$ – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч; K – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в ограждающих конструкциях (стыки стен и др.).

Общие тепловые потери при этом определяются по формуле

$$P_{общ} = P_T + P_V + P_{иV}. \quad (4)$$

Таким образом, необходимая тепловая мощность системы инфракрасного обогрева

$$N_{общ} = P_{общ} \quad (5)$$

В соответствии с подсчитанной общей потребной тепловой мощностью системы инфракрасного обогрева в зависимости от характеристики помещения (площади, высоты потолка, состояния ограждающих конструкций, назначения и т.д.), а

также имеющихся энергетических, финансовых и других возможностей, выбирают типы, модели либо марки инфракрасных обогревателей. При выборе количества обогревателей учитываются не только их мощности, но и возможность покрытия лучами обогреваемой площади от всех обогревателей и, соответственно, обеспечения равномерного распределения лучистого теплового потока при различных высотах их установки в помещении. С учетом выше изложенных рекомендаций составляется несколько возможных вариантов размещения обогревателей в помещении для последующего анализа и расчета.

Одним из важнейших этапов расчета систем инфракрасного обогрева помещений является проверка соблюдения действующих санитарно-гигиенических норм. Основным документом, нормирующим параметры микроклимата в рабочей зоне по-

мещения, в настоящее время в Украине является ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [9]. Согласно этих норм микроклимат в рабочей зоне характеризуется: температурой ($t_b, ^\circ\text{C}$), относительной влажностью ($\varphi_b, \%$) и скоростью движения воздуха на рабочем месте ($V_b, \text{м/с}$), интенсивностью теплового (инфракрасного) излучения ($q, \text{Вт/м}^2$) и температурой внутренних поверхностей в рабочей зоне (стен, пола, потолка, экранов и т.д.) ($t_n, ^\circ\text{C}$). В санитарных нормах указаны оптимальные и допустимые значения t_b, φ_b и V_b , а также допустимые значения интенсивности теплового облучения работающих людей [q] в зависимости от величины облучаемой поверхности их тела (не более 25%, от 25 до 50%, 50% и более).

Тепловой комфорт [5] в рабочей зоне возможен только в случае обеспечения в ней оптимальных значений параметров воздуха и допустимой величины интенсивности облучения, т.е. при выполнении следующих условий

$$\begin{aligned} t_b &= t_b^{opt}; \varphi_b = \varphi_b^{opt}; \\ V_b &= V_b^{opt}; q \leq [q], \end{aligned} \quad (6)$$

где t_b^{opt} , φ_b^{opt} и V_b^{opt} – соответственно, оптимальные значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, $^\circ\text{C}$, $\%$ и м/с ; q – значение интенсивности теплового облучения, Вт/м^2 .

Интенсивность облучения (поверхностная плотность лучистого теплового потока) в общем случае определяется по выражению [10]

$$q = \frac{Q_{n-ч}}{F_{ч}}, \quad (7)$$

$Q_{n-ч}$ – количество тепла, передаваемого излучением от нагретой поверхности инфракрасного обогревателя на облучаемую поверхность человека, Вт ; $F_{ч}$ – площадь облучаемой поверхности тела человека, м^2 .

У человека, находящегося в рабочей зоне помещения, за счет температур воздуха и лучистой добавки формируется температура теплоощущения (эффективная температура). Эта температура ($t_{\text{эф}}$) представляет собой

$$t_{\text{эф}} = t_b^p + t_l, \quad (8)$$

где t_b^p – расчетная температура воздуха в помещении, $^\circ\text{C}$; t_l – добавочная температура, образуемая лучистым (инфракрасным) потоком, $^\circ\text{C}$.

Западногерманской фирмой «Шванк» [11] для определения этой добавочной температуры предложена формула

$$t_l = 0,0716 \cdot q, \quad (9)$$

где 0,0716 – эмпирический коэффициент, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

С учетом (9) формула (8) принимает вид

$$t_{\text{эф}} = t_b^p + 0,0716 \cdot q. \quad (10)$$

При оптимальных значениях примеров воздуха в рабочей зоне $t_b^{opt} = t_{\text{эф}}$ или с учетом (10)

$$t_b^{opt} = t_b^p + 0,0716q. \quad (11)$$

Ввиду того, что величина q в различных точках рабочей зоны помещения, обогреваемого системой инфракрасных приборов, неодинакова при расчете эффективной температуры целесообразно принимать максимальные значения суммарной интенсивности облучения, т.е. $q = q_{\text{сум}}^{max}$. На начальном этапе расчета и выбора системы инфракрасного обогрева $q_{\text{сум}}^{max}$ является неизвестной величиной, поэтому ее значение приходится задаваться с учетом требований ДСН 3.3.6.042-99 [9], т.е. $q_{\text{сум}}^{max} = [q]$. В связи с этим выражения (6) могут быть записаны в виде

$$\begin{aligned} t_b &= t_b^{opt} = t_b^p + 0,0716[q], \varphi_b = \varphi_b^{opt}, \\ V_b &= V_b^{opt}; q \leq [q]. \end{aligned} \quad (12)$$

Для выбранных ранее типов и моделей инфракрасных обогревателей, а также схем их размещения в помещении, производят расчеты интенсивности облучения (q) в нескольких наиболее характерных точках рабочей зоны. При наличии в схеме нескольких обогревательных приборов расчет интенсивности облучения проводят отдельно от каждого участвующего в теплообмене обогревателя, а затем полученные значения q с использованием принципа суперпозиции суммируются отдельно для каждой принятой точки рабочей зоны. Анализ этих полученных данных позволяет выявить точки рабочей зоны помещения, в ко-

торых имеют место максимальные значения суммарной интенсивности облучения ($q_{\text{сум}}^{\text{max}}$).

Следует иметь в виду то, что некоторые типы инфракрасных обогревателей, например, электрические пленочные и др., имеют малые значения температур излучающих поверхностей и, соответственно, интенсивностей облучения. Поэтому для таких систем инфракрасного обогрева вести проверочные расчеты с использованием формулы $q \leq [q]$ не имеет никакого практического смысла.

Безусловно, для различных типов, моделей и конструкций инфракрасных обогревателей расчетные формулы для определения интенсивности облучения неодинаковы. Покажем это на примере наиболее широко распространенных в практике обогрева помещений инфракрасных обогревателей двух условных групп: 1 – «точечных» (например, газовых открытых «светлых» или электрических панельных); 2 – «линейных» (например, газовых закрытых «темных»).

На рис. 4 представлена расчетная схема теплообмена между поверхностями «точечного» (электрического панельного) инфракрасного обогревателя и головы человека, находящегося в рабочей зоне помещения.

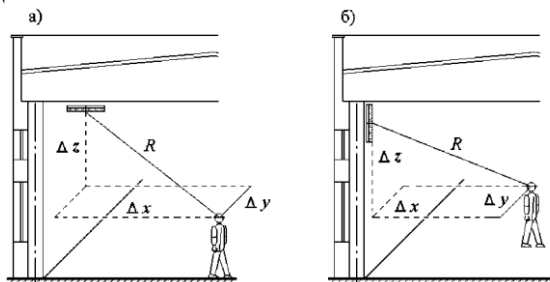


Рис. 4. Схема для определения интенсивности облучения головы человека, находящегося в рабочей зоне помещения, обогреваемого с помощью панельного электрического инфракрасного обогревателя при его: а) – горизонтальной подвеске; б) – вертикальной подвеске; R – расстояние от центра обогревателя до головы человека, м; Δx, Δy и Δz – соответственно, продольное, поперечное и вертикальное расстояния от головы человека до центра обогревателя, м.

Для такой расчетной схемы, после соответствующих преобразований формулы Стефана-Больцмана, с использованием

приемов стереометрии, получена [12] зависимость для определения интенсивности облучения головы человека в виде

$$q = \frac{1,8\Delta x^2 F_n}{R^4} \left[\left(\frac{t_n + 273}{100} \right)^4 - 92 \right], \quad (13)$$

где F_n – площадь поверхности излучения панели, м²; t_n – температура излучающей поверхности панели, °C; R – расстояние между центрами поверхностей панели и головы человека, м. Величина R определяется из выражения $R^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2$.

На рис. 5 представлена расчетная схема теплообмена между поверхностями «линейного» трубчатого инфракрасного обогревателя (мультигорелочного газового обогревателя NOR-RAY-VAC [13] компании AMBIRAD) и головы человека, находящегося в зоне помещения

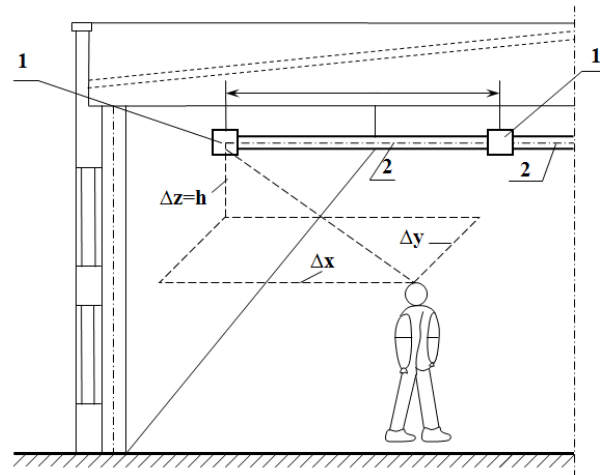


Рис. 5. Схема для определения интенсивности облучения головы человека, находящегося в рабочей зоне помещения, обогреваемого с помощью «линейного» трубчатого инфракрасного обогревателя: 1 – газовые горелки; 2 – теплоизлучающие трубы с рефлекторами; L – длина излучающей трубы (расстояние между соседними горелками), м; h – высота подвески обогревателя, отсчитываемая от уровня головы человека, м; Δx – продольное расстояние от головы человека до точки подсоединения газовой горелки к излучающей трубе обогревателя, м; Δy – поперечное отклонение головы человека от оси обогревателя, м; Δz – вертикальное расстояние от уровня головы человека до подвески обогревателя, м.

Для таких трубчатых инфракрасных обогревателей величина интенсивности облучения в рабочей зоне описывается интегралом в виде [11]

$$q = \int_0^{x'} \frac{1,8S^x L \left[\left(\frac{t_1(X') + 273}{100} \right)^4 - 92 \right]}{[h^2 + \Delta Y + (\Delta X - LX')^2]^2} \times h(h \cos \alpha + \Delta Y \sin \alpha) dx'$$

где $X' = l/L$ - относительная текущая координата; l - текущая координата вдоль оси обогревателя, м; L - длина излучающей трубы обогревателя, м; S^x - ширина отражателя, м; h - высота подвески обогревателя, отсчитываемая от уровня головы человека, м; α - угол наклона обогревателя, град; ΔX - продольное расстояние от головы человека до точки подсоединения горелки к излучающей трубе обогревателя, м; ΔY - поперечное отклонение головы человека от оси обогревателя, м. Решение этого интеграла с использованием пакета программ численного интегрирования по методу Симпсона в системе MATLAB 7 позволило ХНУСА разработать соответствующую компьютерную программу для расчета интенсивности облучения и нахождения ее максимального значения на уровне головы человека в рабочей зоне вдоль оси обогревателя. Выполненные расчеты с использованием этих формул позволяют установить точки рабочей зоны помещения с максимальными значениями $q_{\text{сум}}^{\text{max}}$.

Весьма ответственным этапом дальнейшего расчета систем инфракрасного обогрева помещений является установление допустимого значения интенсивности облучения $[q]$. С одной стороны эта величина нормируется в ДСН 3.3.6.042-99 [9] в зависимости от величины облучаемой поверхности тела человека, находящегося в рабочей зоне помещения. С другой стороны в последние годы Институтом медицины труда АМН Украины [14] доказано, что на организм человека влияет не только интенсивность облучения, но и длина волны электромагнитного излучения. Институтом разработаны рекомендации для выбора допустимых значений интенсивности облучения в зависимости от длины волны с учетом теплозащиты используемой спецодежды, при облучении передней части поверхности тела человека (25-50%), с максимумом энергии облучения на его груди (табл. 1).

Таблица 1 – Рекомендуемые величины допустимой интенсивности облучения $[q]$ в зависимости от длины волны ($\lambda_{\text{макс}}$) и теплозащиты одежды.

$\lambda_{\text{макс}}$, (мкм)	Допустимая интенсивность облучения (Вт/м ²) при теплозащите одежды (кло) 0,6-0,8	Допустимая интенсивность облучения (Вт/м ²) при теплозащите одежды (кло) >1
1,5	35	65
3,0	50	100
4,5	75	140
6,0	100	120

Для исключения возможности появления случаев неблагоприятного воздействия инфракрасного облучения на организм человека эти рекомендации и выводы, безусловно, необходимо учитывать при расчетах систем инфракрасного обогрева помещений, особенно при использовании обогревателей со средне- и коротковолновым электромагнитным излучением.

Таким образом, выбранные по ДСН 3.3.6.042-99 значения $[q]$ в необходимых случаях следует корректировать в соответствии с приведенными в таблице 1 данными, в зависимости от величины максимальной длины волны излучения. Полученные значения $q_{\text{сум}}^{\text{max}}$ и $[q]$ сопоставляются. Приемлемым вариантом является $q_{\text{сум}}^{\text{max}} \leq [q]$, а в случае $q_{\text{сум}}^{\text{max}} > [q]$ расчеты повторяются. При этом вносятся соответствующие корректировки в первоначально выбранные типы, модели, количество или схемы размещения обогревателей в помещении. После достижения соблюдения условия $q_{\text{сум}}^{\text{max}} \leq [q]$ уточняется температура теплоощущения человека, которая должна находиться в пределах оптимальных величин, регламентированных ДСН [9]. В случае несоблюдения этого условия вносятся соответствующие коррективы в принятые исходные данные и весь расчет повторяется.

Выше было указано на то, что выполнение норм ДСН 3.3.6.042-99 должно осуществляться только при условии обеспечения минимальных энергозатрат на обогрев. Вследствие необходимости реализации

этого требования расчеты систем инфракрасного обогрева часто являются многовариантными. В зависимости от характеристики помещения и ряда возможных других факторов последовательность расчета может быть несколько изменена. Независимо от последовательности расчетов и необходимости рассмотрения большого количества возможных вариантов обогрева помещений в конечном итоге необходимо добиваться того, чтобы запроектированная система инфракрасного обогрева обеспечивала на практике оптимальные (комфортные) параметры микроклимата в рабочей зоне помещения в соответствии с требованиями ДСН 3.3.6.042-99 [9] при минимальных расходах электроэнергии.

На рис. 6 приведена блок-схема алгоритма методики выбора и расчета инфракрасных систем обогрева различных помещений.

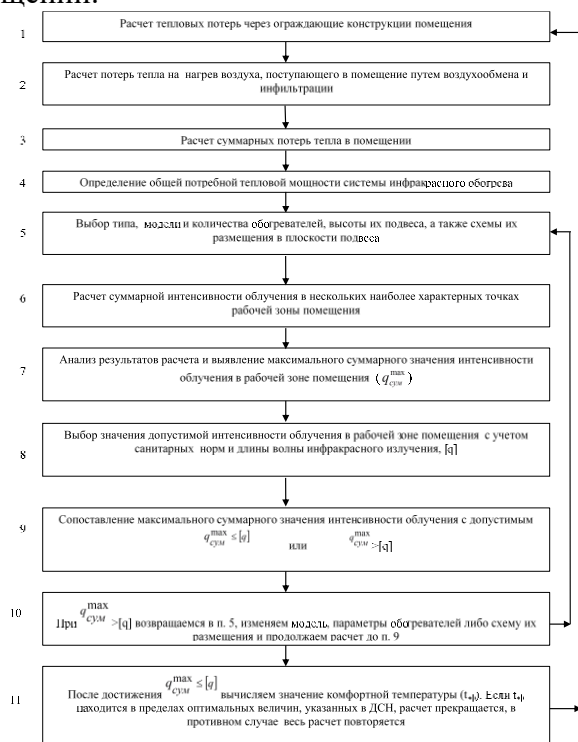


Рис. 6. Блок-схема алгоритма методики выбора и расчета инфракрасных систем обогрева помещений

Эта блок-схема позволяет выполнять необходимые расчеты для получения в помещении комфортных (оптимальных) параметров воздуха, а также значений интенсивности облучения ниже допустимых, и выбирать инфракрасные системы обогревателей с минимально необходимой мощ-

ностью. За счет этого могут быть существенно сокращены расходы энергоресурсов на обогрев помещения. Этот алгоритм методики апробирован при проектировании новых и реконструкции существующих систем инфракрасного обогрева помещений производственного и бытового назначения.

Выводы

1. Разработанная блок-схема алгоритма методики выбора и расчета систем инфракрасного обогрева помещений различного назначения позволяет обеспечить в рабочих зонах оптимальные (комфортные) параметры микроклимата в соответствии с нормами ДСН [9] при минимальных расходах энергоресурсов.

2. Разработанный алгоритм методики выбора и расчета систем инфракрасного обогрева и соответствующее программное обеспечение рекомендуются для использования при выполнении инженерных расчетов в практике проектирования отопления зданий и помещений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Болотских Н.Н. Инфракрасное отопление помещений с помощью электрических панельных нагревателей [Текст] / Н.Н. Болотских // Науковий вісник будівництва, вип. 83. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – с. 153-157.
2. Болотских Н.Н. Использование систем инфракрасного газового отопления помещений больших размеров – одно из направлений решения проблемы энергосбережения. [Текст] / Н.Н. Болотских // Науковий вісник будівництва, вип. 63. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2011. – с. 506-516.
3. Молька В. Инфраизлучатели. Три «Э» в отоплении промышленных помещений [Текст] / В. Молька. Словакия, 2005. – 127с.
4. Излучение. Техническое руководство. Версия 0904. [Электронный ресурс] / Италия: CARLIEUKLIMA. – Режим доступа: www.carlieuklima.it, 2010. – 46 с.
5. Болотских Н.Н. Формирование теплового комфорта в рабочих зонах помещений с инфракрасным обогревом. // Науковий вісник будівництва, вип. 3(85), Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. – с. 194-200.

6. Система потолочного отопления на базе электрических длинноволновых обогревателей. БИЛЮКС – отопление суперэкономичное [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bilux.ua>, 2015. – 67 с.
7. Котенко А.А. Особенности расчета тепловой мощности системы отопления при использовании ИК-нагревателей «Отопление, водоснабжение. Вентиляция и кондиционеры», № 4, 2006, Киев. – с. 59-60.
8. Изменение № 1 СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, Киев, 1988, – 19 с.
9. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99. [Текст] Постанова Державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 р., № 42. – 11 с.
10. Болотских Н.Н. Совершенствование методики расчета систем инфракрасного панельного электрического отопления помещений [Текст] / Н.Н. Болотских // Научный вестник строительства, вып. 89 (3). Харьков: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2017. – с. 141-147.
11. Болотских Н.Н. Совершенствование методики расчета систем отопления газовыми трубчатыми инфракрасными нагревателями [Текст] / Н.Н. Болотских // Научный вестник строительства, вып. 54. Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – с. 76-91.
12. Шумилов Р.Н. Толстова Ю.И., Поммер А.А. Совершенствование методики расчета лучистого отопления [Текст] / Р.Н. Шумилов, Ю.И. Толстова, А.А. Поммер // Материалы международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогасоснабжения и вентиляции». – М: Изд. МГСУ, 2005. – С. 107-112.
13. Болотских Н.Н. Мультигорелочная система NOR-RAY-VAC для инфракрасного

газового отопления больших помещений [Текст] / Н.Н. Болотских // Журнал «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит», №4 (98), 2012. – с. 56-62.

14. Гвозденко Л.А. Обоснование допустимых нормативов облученности инфракрасным излучением в зависимости от его спектрального состава. [Текст] / Л.А. Гвозденко // «Медицина труда и промышленная экология», № 12, Институт медицины труда АМН Украины, Киев, 1999. – с.13-18.

Болотських М.М. ОСНОВИ ВИБОРУ І РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕНЬ. Описано принцип роботи інфрачервоних систем обігріву приміщень, наведено класифікацію інфрачервоних обігрівачів і основні залежності для визначення їх параметрів, запропонована блок-схема алгоритму методики вибору і розрахунку різних систем інфрачервоного обігріву приміщень.

Ключові слова: інфрачервоний обігрівач, інтенсивність опромінення, алгоритм методики вибору і розрахунку систем інфрачервоного обігріву.

Bolotskykh N.N. BASES OF CHOICE AND CALCULATION OF SYSTEMS OF INFRARED HEATING OF APARTMENTS. Principle of work of the infra-red systems of heating of apartments is described, clear enough classification over of infra-red heaters and basic dependences are brought for determination of their parameters, the flow-chart of algorithm of methodology of choice and calculation of the different systems of the infra-red heating of apartments offers.

Keywords: infrared heater, intensity of irradiation, algorithm of methodology of choice and calculation of the systems of the infrared heating.