

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

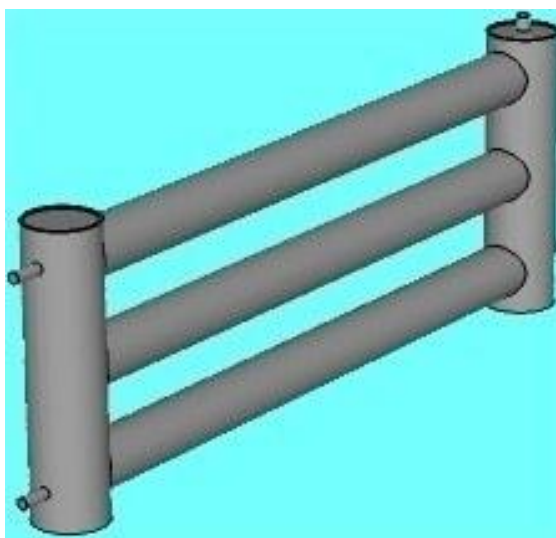
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра жилищно-коммунального хозяйства

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ИЗ ГЛАДКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению научно-исследовательской работы
для магистрантов направления подготовки
08.04.01 «Строительство»
(программа магистерской подготовки «Системы обеспечения микроклимата
зданий и сооружений») всех форм обучения



Воронеж 2023

УДК 621.547:674
ББК 38.762.2

Составители: канд. техн. наук Б. П. Новосельцев,
канд. техн. наук Н. А. Драпалюк,
Е. Ю. Дудкина

Расчет и конструирование отопительных приборов из гладких трубопроводов: методические указания к выполнению научно-исследовательской работы для магистрантов направления подготовки 08.04.01 «Строительство» (программа магистерской подготовки «Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Б. П. Новосельцев, Н. А. Драпалюк, Е. Ю. Дудкина. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023 – 23с.

Методические указания разработаны для ознакомления с целями и задачами, решаемыми при выполнении обучающимися научно-исследовательской работы и самостоятельного выполнения элементов НИР по дисциплине «Научно-исследовательская работа». В рекомендациях определены подходы к выбору исходных данных работы, требования к содержанию и структуре работы, основные направления деятельности обучающихся.

Предназначены для магистрантов направления подготовки 08.04.01 «Строительство» всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_РиКОПиГТ_2023.pdf

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.547:674
ББК 38.762.2

Рецензент – Д. Н. Китаев, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение..... | 4 |
| Состав работы..... | 4 |
| 1. Состав и последовательность выполнения научно-исследовательской работы..... | 5 |
| 1.1. Отопительные приборы из гладких трубопроводов..... | 5 |
| 1.2. Формирование исходных данных к выполнению научно-исследовательской работы..... | 5 |
| 1.3. Тепловой расчет и конструирование регистра из гладких труб..... | 7 |
| 1.4. Пример расчета и конструирования регистра из гладких труб..... | 8 |
| Заключение..... | 12 |
| Библиографический список | 12 |
| Приложение А. Задания на выполнение научно-исследовательской работы по дисциплине «Научно-исследовательская работа»..... | 13 |

Введение

Методические указания к выполнению научно-исследовательской работы написаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по программе «Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений» направления подготовки 08.04.01 «Строительство».

Целью научно-исследовательской работы является углубление и обобщение теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины «Научно-исследовательская работа», усвоение методики и приобретение практических навыков при выполнении самостоятельного расчета и конструирования отопительных приборов отапливаемых зданий.

Методические указания устанавливают объем, последовательность и методику выполнения научно-исследовательской работы, необходимые указания и сведения для расчета и конструирования отопительных приборов зданий, построения графических зависимостей.

Методические указания состоят из одного раздела, в котором описываются методики определения и принципы расчета рационального, экономичного, экологически безопасного технического выполнения отопительного прибора; обоснование методик расчета с учетом пожаро-взрывобезопасной эксплуатации.

СОСТАВ РАБОТЫ

Научно-исследовательская работа по дисциплине «Научно-исследовательская работа» выполняется согласно заданию (прил. А). Номер задания принимается по сумме двух последних цифр номера зачетной книжки. Работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом до 30 страниц текстового материала.

Расчеты рекомендуется проводить в следующей последовательности.

1. Состав и последовательность выполнения научно-исследовательской работы.

1.1. Отопительные приборы из гладких трубопроводов.

1.2. Формирование исходных данных к выполнению научно-исследовательской работы.

1.3. Тепловой расчет и конструирование регистра из гладких труб.

1.4. Пример расчета и конструирования регистра из гладких труб.

1. Состав и последовательность выполнения научно-исследовательской работы

1.1. Отопительные приборы из гладких трубопроводов

Отопительные приборы в системах отопления служат для передачи теплоты от теплоносителя через стенку прибора воздуху отапливаемого помещения. Рассмотрим гладкотрубные приборы. Такие отопительные приборы могут выполняться в виде змеевика или в виде регистра. При параллельном соединении горизонтальных трубопроводов расход теплоносителя делится, а скорость его движения уменьшается. Если прибор имеет змеевиковую форму, то есть трубы соединены последовательно, то скорость движения теплоносителя (чаще воды) одинакова по всей длине прибора. Приборы из гладких труб в теплотехническом отношении имеют высокие показатели. Например, коэффициент теплопередачи у них 10,5-14,0 Вт/(м² · °С), а это больше чем у чугунных радиаторов. Однако, из-за неразвитой поверхности такие приборы громоздки, занимают много места и стоимость их высока. Указанные приборы имеют гладкую поверхность, и они легко очищаются от осевшей на них пыли. Большинство авторов рекомендуют изготавливать гладкотрубные приборы из водогазопроводных трубопроводов диаметром от $d_y = 32$ мм до $d_y = 100$ мм, располагая нитки одна от другой на расстоянии 50 мм больше их наружного диаметра; указанное увеличивает теплоотдачу излучением.

Для конструирования отопительного прибора с требуемой поверхностью нагрева необходимо знать тепловую мощность каждого прибора, его длину, диаметр ниток (в итоге поверхность теплопередачи), параметры теплоносителя и расчетную температуру воздуха в помещении. Кроме указанных параметров необходимо определить коэффициент теплопередачи сконструированного прибора.

Такое большое количество исходных данных значительно усложняет расчет и конструирование гладкотрубного прибора, поэтому указанное чаще приходится делать методом последовательного приближения (итерацией).

1.2. Формирование исходных данных к выполнению научно-исследовательской работы

При расчете и конструировании отопительных приборов из гладких трубопроводов следует учитывать:

- планировочные и строительные решения, предопределяющие основные габариты (длину, высоту, глубину) отопительного прибора, а также диаметр ниток и их количество);
- требуемую тепловую мощность каждого отопительного прибора;
- назначение помещения и категорию производства в них по пожароопасности;
- расчетные параметры теплоносителя;
- величину рабочего давления в тепловой сети;
- расчетную температуру воздуха в помещении;
- другое [3].

Кроме того, СНиП 41-01-2003 устанавливает определенные требования к выбору и размещению отопительных приборов в помещениях. Например, если в помещении выделяется пыль горючих материалов (категории Б, В1-В3), то отопительные приборы должны иметь гладкую поверхность, а размещение должно допускать легкую очистку от пыли и ремонт.

Длина отопительного прибора может быть принята равной длине окна (оптимальный вариант) или определена расчетом, либо длина может быть принята согласно указаниям СНиП 41-01-2003, например, длина прибора должна быть не менее 50% длины светового проёма в производственных зданиях и др.

Общепринятой методики расчета и конструирования требуемой поверхности теплоотдачи отопительных приборов из гладких труб в доступной литературе не обнаружено.

Рассмотрим один из возможных вариантов расчета и конструирования отопительных приборов из гладких трубопроводов с требуемой тепловой мощностью.

Если известны назначение помещения, его габариты, количество и размеры окон, определена тепловая мощность системы отопления $Q_{с.о.}$, Вт, то в первом приближении тепловую мощность каждого отопительного прибора $Q_{пр}$ можно определить (подразумевая, что под каждым окном будет установлен гладкотрубный прибор) по следующей формуле:

$$Q_{пр} = \frac{Q_{с.о.}}{n}, \quad (1)$$

где $Q_{с.о.}$ - расчетная тепловая мощность системы отопления, Вт;
 n - количество окон в помещении, шт.

Длину отопительных приборов $l_{пр}$ из гладких труб можно принять равной длине окна, $l_{ок}$, тогда длина ниток прибора станет известной:

$$l_{пр} = l_{ок}, \quad (2)$$

где $l_{пр}$ - длина гладкотрубного отопительного прибора, м.

Например, если длина окна 1,5 м, то и длина прибора может быть принята 1,5 м или меньше, в зависимости от назначения помещения и тепловой мощности прибора (см. СНиП 41-01-2003), но не менее половины длины окна, тогда $l_{пр} = 0,75$ м (для рассматриваемого случая).

Для получения требуемой теплоотдачи гладкотрубного прибора диаметры ниток могут быть изготовлены из трубопроводов, имеющих не одинаковые диаметры.

Следует иметь ввиду, что при больших тепловых нагрузках на систему отопления, количество приборов в некоторых случаях может быть увеличено, то есть один или несколько приборов могут быть установлены у наружных стен.

В таблице П.23, стр. 267 [3] приведена теплоотдача открыто проложенных трубопроводов в Вт/м при различных значениях $t_n - t_v$. При отсутствии в указанной таблице необходимых данных, последние могут быть приняты по другому источнику или по интерполяции.

1.3. Тепловой расчет и конструирование регистра из гладких труб

Количество теплоты в Вт, которое отдает трубопровод определяют по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = A \cdot k \cdot \Delta t, \quad (3)$$

где A - площадь внешней поверхности трубопровода, м^2 ;

k - коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - принимается по справочным данным или таблица 1;

Δt - разность между средней температурой теплоносителя и температурой окружающего воздуха (тепловой напор), $^\circ\text{C}$.

Площадь внешней поверхности трубопровода определяют по формуле:

$$A = \pi \cdot d_n \cdot l, \quad (4)$$

где d_n - наружный диаметр трубопровода, из которого изготовлен отопительный прибор, м.

l - длина трубопровода, израсходованная на изготовление прибора, м.

Ориентировочные значения коэффициентов теплопередачи отопительных приборов из гладких трубопроводов, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, определяются по справочным данным или табл. 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов теплопередачи «к» гладкотрубных отопительных приборов в $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ при открытой их установке по [7]

| Тип отопительного прибора | Значения k для воды при разности средней температуры воды в природе и температуры воздуха помещения в $^\circ\text{C}$ | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| | 40 до 45 | 45 до 50 | 50 до 55 | 55 до 60 | 60 до 65 | 65 до 70 | 70 до 75 | 75 до 80 | выше 80 |
| Одна горизонтальная или вертикальная стальная труба диаметром: | | | | | | | | | |
| до 32 мм | 12,7 | 12,7 | 13,3 | 13,3 | 13 | 13,9 | 14,5 | 14,5 | 14,5 |
| от 38 до 108 мм | 11 | 11 | 11,6 | 11,6 | 12,1 | 12,1 | 12,7 | 12,7 | 13,3 |
| от 133 до 159 мм | 11 | 11 | 11,6 | 11,6 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 |
| Несколько горизонтальных стальных труб, расположенных одна над другой; расстояние между трубами примерно равно диаметру трубы: | | | | | | | | | |
| трубы диаметром | | | | | | | | | |
| до 32 мм | 11,6 | 11,6 | 11,6 | 11,6 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 13,3 |
| более 32 мм | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 9,8 | 10,9 | 10,4 | 10,4 | 10,4 | 10,4 |

Необходимый (расчетный) диаметр в м трубопровода для изготовления отопительного прибора можно определить путем совместного решения уравнений (3) и (4)

$$d_n = \frac{Q_{тр}}{\pi \cdot l \cdot k \cdot \Delta t}, \quad (5)$$

В формуле (5) две неизвестные величины d_n и l . Длина трубопроводов « l » в метрах, израсходованная на изготовление отопительного прибора зависит от конструктивных особенностей прибора, а именно: длины прибора, диаметра и количества ниток.

Далее поставленная задача решается следующим образом. Необходимо сконструировать отопительный прибор (рис. 1) и определить ориентировочную длину трубопроводов, затем вычислить количество тепла, которое должен отдать один метр трубы, то есть $q_{тр}$, Вт/м, затем по табл. П.22 [3] и полученной величине $q_{тр}$, определить ориентировочный диаметр трубы, после этого уточнить размеры отопительного прибора и т.д.

Дальнейший ход выполнения расчетов рассмотрен более подробно в п.1.4. на конкретном примере.

1.4. Пример расчета и конструирования регистра из гладких труб

Выполним числовой пример расчета и конструирования отопительного прибора из гладких трубопроводов.

Исходные данные.

В помещении склада готовой продукции запроектирована вертикальная двухтрубная система водяного отопления тепловой мощностью $Q_{с.о.} = 5200$ Вт. В качестве отопительных приборов приняты регистры из гладких стальных трубопроводов. Температура воздуха в помещении склада $t_b = 20$ °С. Количество окон размером 1,5х1,5 м - 5 шт. Прокладка трубопроводов открытая, диаметры вертикального стояка и подводок в пределах помещения диаметром 20 мм, параметры теплоносителя $t_r = 95$ °С, $t_o = 70$ °С. Присоединение отопительных приборов по схеме «сверху - вниз».

Выполнение. На основании вышеизложенного количество отопительных приборов принимаем 5 шт., длина ниток регистра принята 1,5 м, количество ниток 3 шт., высота одной колонки 0,4 м. По формуле (1) определяем тепловую мощность одного прибора (регистра), $5200 : 5 = 1040$ Вт.

Общая длина труб в регистре $\Sigma l = 1,5 \cdot 3 + 0,8 = 5,3$ м (см. рис. 1). Длину отопительного прибора (нитки) принимаем 1,5 метра (длина окна). Разность температур между средней температурой воды в приборе и воздуха в помещении (тепловой напор):

$$\Delta t_{ср} = 0,5 (t_r + t_o) - t_b = 0,5 (95+70) - 20 = 62,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Определим теплоотдачу отопительного стояка и подводок к прибору:

$$Q_{тр} = q_b \cdot l_b + q_r \cdot l_r = 81 \cdot 2,8 + 102 \cdot 0,4 + 60 \cdot 0,4 + 47 \cdot 0,4 = 311 \text{ Вт.}$$

Требуемая теплоотдача одного регистра (без учета теплоотдачи стояка и подводов):

$$Q_{гр} = 1040 - 311 = 729 \text{ Вт.}$$

Далее необходимо сконструировать регистр (см. рис. 1). Расстояния между нитками зависят от диаметра ниток; диаметр пока неизвестен, поэтому общая длина трубопроводов может быть определена ориентировочно; общая длина трубопроводов, использованная на изготовление регистра составляет:

$$\Sigma l = 1,5 \cdot 3 + 0,8 = 5,3 \text{ м}$$

Регистр состоит из трех ниток 1, двух вертикальных колонок 2.

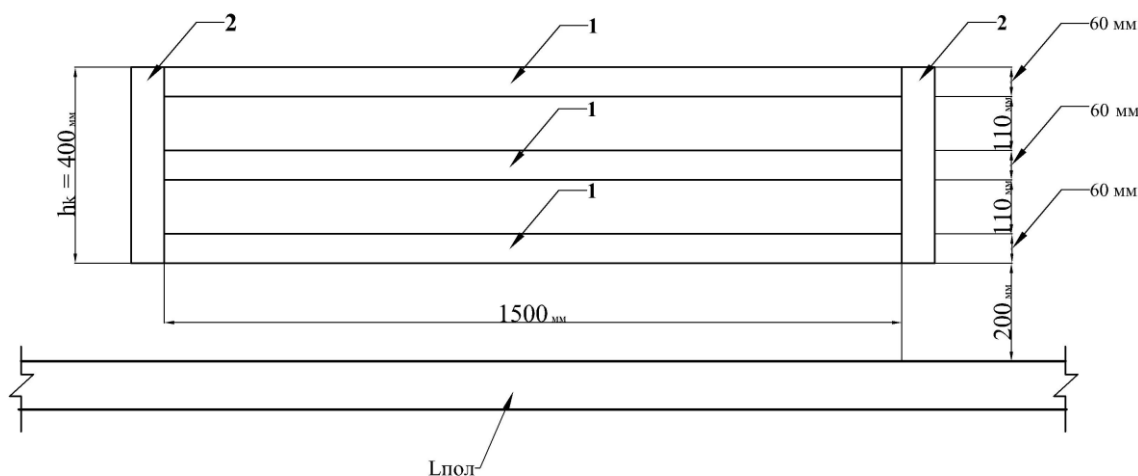


Рис. 1. Регистр из гладких труб $d_y = 50 \text{ мм}$

Учитывая, что теплоотдача регистра должна быть равна 729 Вт, то в среднем один метр трубы регистра должен передать в помещение $q_{ср} = 729 : 5,3 = 137,5 \text{ Вт/м}$. Далее по табл. П.22 стр. 264 [3] определяем диаметр трубопровода, один метр которого при тепловом напоре $62,5 \text{ }^\circ\text{C}$ передаёт 137,5 Вт/м. По указанной таблице определяем, что труба $d_y = 40 \text{ мм}$ отдаёт 132 Вт/м, а это несколько меньше, чем $q_{ср} = 137,5 \text{ Вт/м}$. Труба с условным диаметром $d_y = 50 \text{ мм}$ отдаёт в помещение 160 Вт/м, а это больше, чем $q_{ср} = 137,5 \text{ Вт/м}$.

По формуле (5) определяем расчетный диаметр трубы в метрах:

$$d_n = \frac{729}{3,14 \cdot 5,3 \cdot 10,4 \cdot 62,5} = 0,0673 = 67 \text{ мм}$$

Согласно данным [3], водогазопроводные трубопроводы диаметром $d_n = 67 \text{ мм}$ не изготавливают, поэтому для дальнейших расчетов принимаем трубопровод с условным диаметром $d_y = 50 \text{ мм}$, наружный диаметр трубы 60 мм [3], табл. III.1, стр. 268 .

Определим фактическую теплоотдачу регистра, показанного на рис. 1, изготовленного из трубы $d_y = 50 \text{ мм}$; теплоотдача трех горизонтальных ниток $q_r = 160 \cdot 3 = 480 \text{ Вт}$; теплоотдача двух вертикальных колонок $q_v = 141 \cdot 0,8 = 113 \text{ Вт}$, см. табл. П.22 стр. 264 [3].

Расчетная теплоотдача разработанного регистра (рис. 1) составит:

$$Q_{\text{рег}} = 480 + 113 = 593 \text{ Вт.}$$

Теплоотдача разработанного регистра меньше, чем требуется по заданию.

Для увеличения теплоотдачи, можно использовать регистр, выполненный из трубы диаметром $d_y = 65$ мм или установить дополнительный (шестой) регистр в помещении цеха, или удлинить нитки регистра, или др.

Принимаем решение использовать регистр с четырьмя нитками, выполненный из труб $d_y = 50$ мм.

Проводим поверочный расчет (представим результаты расчетов):

$$Q_{\text{пр}} = 729 \text{ Вт}; \Sigma l = 1,5 \cdot 4 + 0,4 \cdot 2 = 6,8 \text{ м}; q_{\text{ср}} = 729 : 6,8 = 107,2 \text{ Вт/м.}$$

Определяем фактическую теплоотдачу регистра, выполненного с четырьмя нитками:

- теплоотдача четырех горизонтальных ниток, $d_y = 50$ мм,

$$q_{\text{г}} = 160 \cdot 4 = 640 \text{ Вт};$$

- теплоотдача двух вертикальных колонок (высоту двух колонок условно не изменяем),

$$q_{\text{в}} = 141 \cdot 0,8 = 113 \text{ Вт};$$

Суммарная теплоотдача регистра:

$$Q_{\text{рег}} = 640 + 113 = 753 \text{ Вт.}$$

Тепловая мощность разработанного регистра всего на 24 Вт больше требуемой величины. Следовательно, сконструированный регистр обеспечивает требуемую подачу теплоты для поддержания температуры в помещении 20°C .

Если расчетное значение теплопередачи сконструированного прибора будет равно требуемому значению или отличаться на величину не более 60 Вт, то расчет считается законченным (см. СНиП 41-01-2003).

Если теплопередача сконструированного прибора $Q_{\text{с.п.}}$ окажется больше, чем требуется, то есть $Q_{\text{пр}}$, то следует уменьшить длину ниток (прибора) или диаметр ниток, или принять другое решение и повторить расчет.

Если теплоотдача сконструированного прибора $Q_{\text{с.п.}}$ будет меньше, чем требуется, то есть $Q_{\text{пр}}$, то можно увеличить длину ниток (прибора), или увеличить количество установленных приборов, или увеличить количество ниток в приборе, то есть прибор сконструировать с четырьмя нитками (при достаточной высоте для установки прибора). Кроме указанного, иногда более целесообразно увеличить диаметр ниток. В рассматриваемом случае можно увеличить диаметр ниток, то есть принять $d_y = 65$ мм при наружном диаметре $d_n = 73$ мм было бы возможно. Однако, в доступной литературе [3] табл. II.22 отсутствуют значения теплоотдачи 1 м трубы, то есть Вт/м. При реальном проектировании необходимо воспользоваться другим источником или принять значения по интерполяции. При выполнении учебного задания проще предусмотреть установку дополнительного отопительного прибора.

Стоимость систем центрального отопления определяется их металлоемкостью. В зависимости от параметров теплоносителя расход металла на устройство систем водяного отопления изменяется в широких пределах.

Показателем экономической эффективности по расходу металла и в зависимости от параметров теплоносителя может служить показатель теплового напряжения металла отопительного прибора «М», Вт/(кг · °С) [6]. Указанный показатель определяют по формуле:

$$M = \frac{Q_{\text{пр}}}{\Delta t \cdot G_{\text{м}}}, \quad (6)$$

$Q_{\text{пр}}$ - количество тепла, которое отдает прибор, Вт;

$G_{\text{м}}$ - масса прибора, кг (для стальной трубы d_y 50 мм масса 1 метра трубы равна 4,38 кг) [3];

Δt - разность средней температуры теплоносителя и окружающего воздуха, °С.

Чем больше значение «М», тем более экономичным будет отопительный прибор по расходу металла. Очевидно, что увеличение значения показателя «М» в этом случае связано с уменьшением массы металла прибора без уменьшения его теплоотдачи. Указанное во многом зависит от правильного конструирования отопительных приборов из гладких труб, чтобы расход металла на киловатт установленной мощности прибора был минимальным.

По формуле (6) необходимо вычислить показатель экономической эффективности по расходу металла при параметрах теплоносителя $t_r = 95$ °С, $t_o = 70$ °С.

$$M = \frac{729}{25 \cdot 62,5 \cdot 4,38} = 0,1065 \text{ Вт}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}).$$

Следует сделать вывод о полученной величине «М»; если данное значение мало, то необходимо дать предложение: каким образом можно увеличить указанную величину и тем самым сократить расход металла.

При выполнении научно-исследовательской работы следует рассчитать и сконструировать три отопительных прибора из трубопроводов разных диаметров или длины при одинаковой тепловой мощности; определить для них показатель экономической эффективности по расходу металла на их изготовление в зависимости от диаметра трубопроводов или массы металла. Тепловую нагрузку принять по заданию.

Построить графическую зависимость, например: расход металла на один киловатт мощности регистра, либо другую зависимость по выбору обучающегося.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания к выполнению научно-исследовательской работы для магистрантов направления подготовки 08.04.01 «Строительство» программа «Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений» всех форм обучения устанавливает объем, последовательность выполнения работы, описывает методику расчета, дает необходимые указания и сведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 7.32–2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Введ. 2018–07–01. – М. : Изд-во стандартиформ, 2017. – 28 с.

2. ГОСТ 21.602–2016. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования. – Введ. 2017–07–01. – М. : Изд-во стандартиформ, 2016. – 28 с.

3. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства, в 3 частях, часть 1, отопление / сост. Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканава А.Н. и др. Под редакцией Староверова И. Г., Шиллера Ю. И. Изд. 4-е перераб. и доп. М. : Стройиздат. – 1990. – 343 с.

4. СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003. Введ. 2021–07–01. – М. : ГУП ЦПП, 2021. – 116 с.

5. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013–01–01. – М. : Стандартиформ, 2019. – 16 с.

6. Богословский В.Н. Отопление / В.Н. Богословский, А.Н. Сканава. – М. : Стройиздат. – 1991. – 736 с.

7. Белоусов В.В. Отопление, Ч.1 / В.В. Белоусов. – М. : Стройиздат. – 1967. – 277 с.

**Задание на выполнение научно-исследовательской работы
по дисциплине «Научно-исследовательская работа»**

Задание 1

Требуется определить поверхность нагрева отопительных приборов, выполненных из стальных гладких трубопроводов, которые присоединены к двухтрубной системе водяного отопления с верхней разводкой. Параметры теплоносителя 150-70 °С. Система отопления расположена в гальваническом цехе.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 8900 Вт; в цехе имеются 9 окон размером 1300x1300 мм, температура воздуха в помещении 18 °С.

По принятым размерам необходимо рассчитать и сконструировать регистр из гладких труб с установкой его под окном (при минимальном расходе трубопроводов в кг на кВт установленной мощности регистра).

Задание 2

Требуется определить поверхность нагрева отопительных приборов, выполненных из стальных гладких труб; система отопления водяная двухтрубная с верхней разводкой. Параметры теплоносителя 130-70 °С. Система отопления служит для поддержания температуры воздуха в деревообрабатывающем цехе 90 °С. В цехе выделяется горючая пыль категории Б.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 10500 Вт; в цехе имеются 11 окон размером 1200x1200 мм, температура воздуха в помещении 20 °С.

По принятым размерам необходимо сконструировать регистр из гладких труб с минимальным расходом стальных труб на кВт установленной мощности.

Задание 3

Необходимо рассчитать поверхность нагрева отопительных приборов, выполненных из стальных водогазопроводных трубопроводов в помещении бани. Регистры подключены к двухтрубной системе водяного отопления с верхней разводкой с параметрами теплоносителя 95-70 °С.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 10900 Вт; в мыльном отделении бани имеются 10 окон размером 1100х1100 мм, температура воздуха в помещении мыльной 30 °С.

По представленным исходным данным необходимо рассчитать и сконструировать регистр из гладких труб с установкой его под окном. Расход металла для регистров должен быть минимальным в кг на 1 кВт тепловой мощности.

Задание 4

Рассчитать требуемую поверхность нагрева отопительных приборов, выполненных из стальных обыкновенных водогазопроводных труб в прачечной. Регистры подключены к двухтрубной системе отопления с верхней разводкой, параметры теплоносителя 95-70 °С.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 6500 кВт; в помещениях прачечной расчетная температура воздуха 15 °С. В указанном помещении имеются 5 окон размером 1200х1200 мм.

Используя исходные данные необходимо рассчитать, сконструировать и вычертить установленный чертеж регистра. Расход металла для регистров должен быть минимальным в кг на 1 кВт установленной мощности прибора.

Задание 5

Рассчитать требуемую поверхность нагрева отопительных приборов для душевых кабин. Регистры выполнены из стальных обыкновенных водогазопроводных труб в помещении душевых кабин. Регистры подключены к двухтрубной системе водяного отопления с верхней разводкой, с параметрами теплоносителя 95-70 °С.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 3000 кВт; в помещениях для душевых кабин расчетная температура воздуха 25 °С; в указанных помещениях имеются 3 окна размером 1100х1100 мм.

Используя приведенные данные необходимо рассчитать, сконструировать и вычертить установленный чертеж регистра. Расход металла на изготовление регистров должен быть минимальным в кг на 1 кВт тепловой мощности регистра.

Задание 6

Необходимо определить поверхность нагрева отопительных приборов, выполненных из стальных обыкновенных гладких трубопроводов, которые присоединены к однетрубной проточной горизонтальной ветке системы водяного отопления. Параметры теплоносителя 95-70 °С. Система отопления расположена в небольшом спортивном зале.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 9000 Вт; в спортивном зале имеются 8 окон размером 1300х1800 мм, температура воздуха в помещении 15 °С.

Используя приведенные данные необходимо рассчитать и сконструировать регистр из гладких труб с установкой его под окном; расход металла для изготовления регистра должен быть минимальным.

Задание 7

Рассчитать поверхность нагрева отопительных приборов, выполненных из водогазопроводных трубопроводов, которые присоединены к однетрубной системе водяного отопления с верхней разводкой. Параметры теплоносителя 130-70 °С. Система отопления расположена в травильном цехе.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 9300 Вт; в цехе имеются 10 окон размером 1300x1300 мм, температура воздуха в помещении 18 °С.

По исходным данным необходимо рассчитать и сконструировать регистр из гладких водогазопроводных труб с учетом установки его под окном. Расход трубопроводов в кг на изготовление регистров должен быть минимальным на Вт тепловой мощности регистра.

Задание 8

В отделении абразивной обработки изделий и инструмента проводят обдирку, очистку, полировку. Технологическое оборудование для проведения указанных работ снабжено местными отсосами; эффективность местной вытяжной вентиляции 70-80 %. Не уловленная пыль поступает в рабочую зону. Поэтому для отопления указанных помещений в качестве отопительных приборов используют только регистры из гладких труб.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 9100 Вт; в помещении цеха имеются 9 окон размером 1200x1200 мм, температура воздуха в рабочей зоне 20 °С.

Используя приведенные данные, необходимо рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов с установкой его под окном.

Задание 9

В отделениях механической обработки хрупких материалов (графита, текстолита и различных пластмасс) - оборудование состоит из разнообразных металлорежущих станков. Обработка сопровождается образованием стружки и пыли. Часть пыли удаляется местными отсосами, а другая часть поступает в рабочую зону. Неуловленная пыль поступает в рабочую зону. Поэтому для устройства систем отопления применяют отопительные приборы с гладкой поверхностью.

Исходные данные:

Необходимо определить поверхность нагрева отопительных приборов, выполненных из стальных водогазопроводных трубопроводов. Система отопления двухтрубная с верхней разводкой магистралей; параметры теплоносителя $t_r = 95$ °С, $t_o = 70$ °С. Тепловая мощность системы отопления 10000 Вт; в помещениях имеются 11 окон размером 1200x1300 мм, температура воздуха в помещении 19 °С. Используя полученные данные, необходимо рассчитать отопительный прибор из гладких трубопроводов с установкой его под окном.

Задание 10

В отделениях механической обработки хрупких металлов (чугуна, алюминия) оборудование состоит из металлорежущих станков, при работе которых образуется большое количество пыли. Часть пыли удаляется местной вытяжной вентиляцией, а другая часть - поступает в рабочую зону.

При устройстве конвективной системы отопления в качестве отопительных приборов используют регистры - прибор с гладкой поверхностью. Необходимо рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких труб.

Исходные данные:

В цехе имеются 12 окон размером 1300x1300 мм, система отопления двухтрубная с верхней разводкой, тепловая мощность системы отопления 12000 Вт. Температура воздуха в рабочей зоне 20°С. По полученным данным рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов с учетом его установки под окном. Расход металла в кг на изготовление приборов должен быть минимальным.

Задание 11

В одном из цехов завода строительных материалов осуществляется развеска сыпучего материала - цемента. В результате проведения технологического процесса выделяется пыль. При устройстве системы водяного отопления в качестве отопительных приборов используют регистры из гладких труб. Система отопления двухтрубная с верхней разводкой; теплоноситель - вода, $t_r = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_o = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 9500 Вт; в цехе имеются 11 окон размером 1300x1300 мм; температура в цехе 18 $^{\circ}\text{C}$.

Необходимо рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов для установки его под окном. Расход металла на изготовление прибора должен быть минимальным.

Задание 12

В цехе подготовки завода строительных материалов осуществляется развеска сыпучего материала - цемента. В результате проведения технологического процесса в рабочую зону цеха выделяется пыль.

Исходные данные:

Для устройства системы водяного отопления в качестве отопительных приборов используют регистры из гладких труб. Параметры теплоносителя 130-70 $^{\circ}\text{C}$. Система отопления двухтрубная с верхней разводкой; теплоноситель - вода, $t_r = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_o = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$. По известным размерам сконструировать регистр из гладких трубопроводов с установкой его под окном. Расход металла на изготовление прибора должен быть минимальным.

Тепловая мощность системы отопления 9000 Вт; в цехе имеются 10 окон размером 1300x1300 мм; температура в цехе 18 $^{\circ}\text{C}$.

Задание 13

В шлифовальном отделении металлических изделий технологический процесс осуществляется на круглошлифовальных станках, оборудованных местными отсосами, которые улавливают только 72% образующейся пыли. Поэтому для устройства систем водяного отопления используют приборы из гладких труб (регистры). Параметры теплоносителя 150-70 °С. Система отопления горизонтальная, двухтрубная.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 12500 Вт; в цехе имеются 9 окон размером 1300x1300 мм; температура в цехе 21 °С. По полученным размерам рассчитать и сконструировать регистр из гладких трубопроводов с установкой его под окном при минимальном расходе металла на 1 Вт установленной мощности.

Задание 14

В цехе очистки металлических деталей на заточных станках установлены местные отсосы. Однако, местные отсосы улавливают только 70% образующейся пыли. В результате осуществления очистки деталей высокодисперсная пыль поступает в рабочую зону.

При устройстве дежурной системы водяного отопления в качестве отопительных приборов установлены регистры из гладких труб. Параметры теплоносителя 150-70 °С. Система отопления горизонтальная, двухтрубная.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 12500 Вт; в цехе имеются 12 окон размером 1300x1300 мм; температура в рабочей зоне 18 °С.

Рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов при установке их под окном. Расход металла на изготовление отопительного прибора должен быть минимальным.

Задание 15

В шлифовальном отделении машиностроительного завода используют станки, снабженные местными отсосами для улавливания пыли. Однако местные отсосы улавливают не больше 70% выделяющейся пыли; остальная пыль поступает в рабочую зону.

При устройстве системы водяного отопления в качестве отопительных приборов используют приборы из гладких трубопроводов. При устройстве конвективной системы дежурного отопления в качестве отопительных приборов используют приборы из гладких трубопроводов. Параметры теплоносителя 130-70 °С. Система отопления горизонтальная, двухтрубная.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 13000 Вт; в цехе имеются 13 окон размером 1200x1200 мм; температура воздуха в рабочей зоне 20 °С.

Рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов для установки их под окном, при этом, расход металла должен быть минимальным. Построить график зависимости расхода металла от теплового напора.

Задание 16

Для станков, обрабатывающих графитно-угольные изделия крупных размеров, применяют станки специальных конструкций, которые оборудованы местными отсосами; однако, эффективность таких отсосов не превышает 70%, не уловленная пыль поступает в рабочую зону. В качестве отопительных приборов при устройстве систем отопления используют регистры – приборы, выполненные из гладких водогазопроводных труб. Для поддержания расчетной температуры воздуха в рабочей зоне 20 °С имеется горизонтальная система отопления. Параметры теплоносителя 150-70 °С. Система отопления горизонтальная, двухтрубная.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 14000 Вт. В помещении цеха имеется 14 окон размером 1200x1200 мм.

Рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких труб, устанавливается под окном цеха. Расход металла на прибор должен быть минимальным. Построить график зависимости расхода металла от теплового напора.

Задание 17

В сварочных цехах технологический процесс (сварка) мелких изделий осуществляется на рабочих местах (столах), снабженных местными отсосами, эффективность которых не превышает 80 %, остальные 20 % поступают в рабочую зону. Поэтому при устройстве систем конвективного отопления в качестве отопительных приборов используют приборы, выполненные из гладких стальных труб. В цехе смонтирована водяная система отопления, двухтрубная, теплоноситель - горячая вода: $t_r = 95 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_o = 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Исходные данные:

Тепловая мощность системы отопления 13000 Вт. В помещении цеха имеется 13 окон размером 1200x1200 мм.

Рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов, которые поддерживают, температуру в цехе $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Расход металла на изготовление отопительного прибора должен быть минимальным. Построить график зависимости расхода металла от теплового напора.

Задание 18

В отделении химической очистки поверхностей изделий установлены ванны, предназначенные для проведения технологического процесса. Ванны снабжены бортовыми местными отсосами, эффективность которых не превышает 60 %. Остальные 40 % - поступают в рабочую зону.

Исходные данные:

При устройстве конвективной системы отопления используют отопительные приборы, выполненные из водогазопроводных трубопроводов. В цехе двухтрубная система водяного отопления, которая поддерживает температуру воздуха в помещении $20 \text{ }^\circ\text{C}$; система отопления - горизонтальная, параметры теплоносителя 130-70 $^\circ\text{C}$; тепловая мощность системы отопления 14500 Вт. В помещении цеха имеется 15 окон размером 1200x1200 мм. Рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов. Расход металла на прибор должен быть минимальным. Построить график зависимости расхода металла от теплового напора.

Задание 19

Механическую очистку поверхности изделия выполняют кратцовой, зачисткой, шифровкой и полировкой. Полировка осуществляется на специальном оборудовании, которое снабжено местными отсосами, эффективность которых не превышает 80 %. Не уловленное количество пыли поступает в рабочую зону. Поэтому для отопления цеха используют регистры, выполненные из стальных гладких трубопроводов.

Исходные данные:

В цехе смонтирована двухтрубная горизонтальная система водяного отопления; температура в цехе 20°C . Параметры теплоносителя $150-70^{\circ}\text{C}$. Тепловая мощность системы отопления 14500 Вт . В помещении цеха имеется 14 окон размером $1200\times 1200\text{ мм}$. Рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов, которые устанавливаются под окнами. Расход металла на прибор должен быть минимальным. Построить график зависимости расхода металла от теплового напора.

Задание 20

Расчет любых дробильно-размольных машин и транспортного оборудования сопровождается выделением большого количества пыли. Большая часть пыли улавливается местными отсосами, а не уловленная пыль поступает в рабочую зону. Поэтому для устройства систем водяного отопления в качестве отопительных приборов используют регистры, выполненные из стальных трубопроводов. В цехе имеется горизонтальная двухтрубная система водяного отопления; параметры теплоносителя $130-70^{\circ}\text{C}$, отопительные приборы из гладких трубопроводов. Тепловая мощность системы отопления 15000 Вт . В помещении цеха имеются 15 окон размером $1250\times 1250\text{ мм}$. Рассчитать и сконструировать отопительный прибор из гладких трубопроводов, приборы устанавливаются под окнами цеха. Расход металла на прибор должен быть минимальным. Построить график зависимости расхода металла от теплового напора.

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ИЗ ГЛАДКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению научно-исследовательской работы
для магистрантов направления подготовки
08.04.01 «Строительство»
(программа магистерской подготовки «Системы обеспечения микроклимата
зданий и сооружений») всех форм обучения

Составители:

Новосельцев Борис Петрович
Драпалюк Наталья Александровна
Дудкина Елена Юрьевна

Иллюстрация на обложке с сайта: https://montazh-zao.ru/registry_otopleniya.html

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор Е. Ю. Дудкиной

Подписано к изданию 31.01.2023.

Уч.-изд. л. 1,1

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84