

采暖技术的新成就

Б. Н. 劳巴也夫 主编

建筑工程出版社

采暖技术的新成就

毛學恆 譯



建筑工程出版社出版

• 1958 •

采暖技术的新成就

毛學恆 譯

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內容提要 本书包括数篇新的經過实践的有关采暖设备的文章。

本书可供从事采暖工作的工程师和技术員参考，也可供建筑工程学院的大学生参考。

原本說明

书 名 НОВОЕ В ОТОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ
主 編 В.Н.Лобаев
出版者 Государственное издательство технической
литературы СССР
出版地点 及 年 份 Киев—1955

采暖技术的新成就

毛 學 恒 譯

*

建筑工程出版社出版（北京市車廠門外大街）

（北京市書刊出版業營業許可証出字第052號）

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

书号 808 35千字 787×1092 1/32 印張 4¹¹/₁₆ 插頁 2

1958年8月第1版 1958年8月第1次印刷

印數：1—2,660册 定价：(10)0.70元

目 录

序 言.....	5
单管热水采暖系统的导管计算.....B. H. 劳巴也夫	6
大循环圈导管的计算	7
小循环圈导管的计算	11
自然循环式单管采暖系统计算例题	16
放热器中水温落差的计算	22
蔬菜暖室新式煤气采暖系统	
M. A. 康达克、П. A. 維切尔斯基	25
暖室热力装置的系統	25
各系统的主要技术经济特征	28
結 論	31
单管蒸汽热水采暖系统..... A. B. 哥拉切夫	32
原理图	33
試 驗	35
放热器的放热量	46
导管计算	51
技术经济指标	52
推荐的放热器连接形式和设备零件	55
安装和使用上的特点	60
結 論	65
小出力蒸汽锅炉不用水泵的自动给水..... P. B. 什金	69
原理图	70
不用水泵给水的自动化设备	74
試驗性装置的試驗	80

設備計算	89
展開式蒸汽供應系統的安裝工程費和經營費	96
節省金屬和增大閉合式蒸汽供應系統的作用半徑	97
採用不用水泵自動給水器的建議	101
安裝和使用特點	107
結 論	110
新型煤氣放熱器..... И.М. 什魯基柯、Б.М. 魯什夫斯基	112
金屬煤氣放熱器 (ГОМ-1)	113
一套房間采暖用的煤氣放熱器	120
陶土放熱器	127
帶衬壁的陶土放熱器	128
ГОК-1型帶衬壁的放熱器的試驗	130
ГОК-1型 無衬壁的放熱器	135
改善后的陶土放熱器 ..	139
結 論	149

序 言

书中叙述了许多旨在降低建筑造价、节省金属、稀有的设备、电力和经营费等采暖技术方面的新的改进办法。本书主要是基輔土木建筑学院試驗室所做的試驗結果。

本书共有五篇文章,其中包括有关采暖設備的設計、安裝和經營方面最现实問題的理論和實驗研究的結果,同时也提出了在建筑中广泛应用这些新成就的具体的新建議。

书中每一篇文章都符合上面提到的任务,所以本书的內容对于实现党和政府最近发表的降低建筑造价的決議富有积极的意义。

采暖系統的新的計算方法簡單而且迅速,能够获得节省管材和放热器的金属的效果。

书中提到的蒸汽鍋炉不用水泵自动給水的新方法,能保証鍋炉的工作不用水泵和电力。不用水泵的供水方法能增大采暖系統的作用半径,并能节省管材金属。

书中提到的各种新型陶土制和金属制煤气放热器,以及一套房間采暖用的鍋炉(加热器),能保証房間用尺寸不大造价低廉的設備进行采暖,而且还能节省金属消耗量。

蔬菜暖室利用天然煤气采暖的新方法进行取暖时,采暖設備中的金属基本上为当地的建筑材料所代替。煤气的燃烧产物是一种碳酸肥料,可用来培育植物和增加植物的收成。

这本选集中的每一篇文章,都是旨在最大限度地节省工业或民用建筑中采暖系統的金属及其經營費。

对本书的意见請寄基輔紅軍街11号乌克兰苏維埃社会主义共和国国立技术書籍出版社。

单管热水采暖系統的導管計算

技术科学博士 B.H.勞巴也夫教授

一般采用的热水采暖系統導管的計算方法相当繁瑣和費事,因为管网个别管段的管徑需經多次計算才能选定,为此要花費許多時間,但这样仍不能保証必要的計算精確性。

单管順流系統和帶短接段的单管順流系統,其小循环圈的計算更为复杂。

实际上,小循环圈是按 A.B.馬早工程师或 A.H.欧尔勞夫講師編的計算表來計算的,但这些計算表只适用于一种固定长度的直支管(1.25公尺),一种层高(3.3公尺),以及适用于一系列的个别场合。

众所周知,实际上支管的长度及其形状可能是不一致的,豎管上可能有乙字管和伸縮节,所有这些在上述計算表中根本没有考虑到。在这些計算表里,放热器中水温落差不是間隔一度,而是按扩大温度区采取的,因而就影响了放热器的放热面积的計算精確度。

在这些表里,短接段的阻力是按落后的局部阻力系数相当高的数据采取的,因而至使采暖放热器不能热的很好。

在 П.Н.卡面聶夫教授的著作“单管热水采暖系統的計算”中,对短接段中水力阻力問題提供了重要的理論研究,但是在这本著作中实际上并没有提出选择放热器支管管径和确定支管中水流量的方便方法。

在这篇文章里提出了作者創造的、按当量阻力方法計算

大循环圈导管的计算方法,并提出了在实际使用中按放热器里的水温落差计算小循环的方便方法。

大循环圈导管的计算

按一般采用的方法计算大循环圈时,要从管网的配备压力损失中,减去40~50%分配到局部阻力上,而剩余的压力则除以最远一个竖管的主要循环圈的长度。结果就求得一延公尺管子的初步摩擦压力损失,而后根据这个损失和指定的水的流量来确定一个管段的管径、流速和压力损失。由于在局部阻力上已经加上了一个任意压力值,所以管网中的配备压力损失同实际的损失就不吻合,因而需要改变管网个别管段的管径并进行重复的计算。

按当量阻力的方法计算大循环圈时,管网中总的配备压力与主要循环圈各管段的长度成比例地分配到各个管段上。为此,系统中总的压力损失(H_0)要除以通过最远一个竖管的主要循环圈的长度(Σl),结果就可以求得包括摩擦和局部阻力在内的一延公尺导管的总的压力损失,即是 $R_0 = \frac{H_0}{\Sigma l}$ 。此时任一管段的配备压力损失将等于所求得的一延公尺的压力损失乘以管段的长度 $H_n = R_0 l_n$ 。

根据一个管段的配备压力损失、水的流量、管段长度和局部阻力系数总和,就可求出管子的计算直径。众所周知,摩擦压力损失按下式计算:

$$H_{rp} = \frac{\lambda}{D} l \frac{V^2}{2g} r, \quad (1)$$

而局部阻力按下式计算:

$$H_m = \xi \frac{V^2}{2g} r, \quad (2)$$

式中: λ ——摩擦阻力的系数;

D ——管子的内径(公尺);

V ——管中水的平均流速(公尺/秒);

r ——水的容重(公斤/立方公尺);

ξ ——局部阻力系数。

若用下式中水的流量和管径来代替流速,则

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 V,$$

并代入公式 1 和 2 中,经整理和化简后,便得:

$$H_0 = 6.53 \left(\frac{1000\lambda}{d^5} l + \frac{\xi}{d^4} \right) G^2 \text{ (公斤/平方公尺)}, \quad (3)$$

式中: H_0 ——管中摩擦和局部阻力的压力损失;

d ——管径(公厘);

G ——水的流量(公斤/小时)。

水的容重是按系统中平均水温 $t=80^\circ$ 采取的, $r=971.8$ 公斤/立方公尺。

当管子的绝对粗糙率 $K_s=0.2$ 公厘, 水的流速在 $0.02 \sim 0.81$ 公尺/秒范围之内, 水温为 80° 时, 摩擦阻力系数按作者的公式计算:

$$\lambda = \frac{1.42}{(3.7 + \lg G)^2} \quad (4)$$

这个公式最重要的特点, 就是系数 λ 仅与水的流量有关, 而水的流量在计算导管时是一个已知的数值。

将 λ 的式子代入公式 3, 便得:

$$H_0 = \left[\frac{1420 l}{(3.7 + \lg G^2) d^5} + \frac{\xi}{d^4} \right] G^2。$$

括号内的式子若用 μ 代替, 便得:

$$H_0 = \mu G^2. \quad (5)$$

从公式 5 中看到,管子的阻力同管子水力准数 μ 和流量的平方成正比。当管子里的压力损失是已知的而且水的流量也是已知的,用公式 5 很容易就会求得水力准数 μ 的数值。计算导管时,长度、局部阻力系数总和、水的流量和配备压力损失都是已知的数值。在这种情况下,需要计算的数值就是管径,如果管径为已知,则需要计算的数值就是管子中的压力损失。因此,导管计算基本上就是解下面的方程式:

$$\mu = \frac{1420 l}{(3.7 + l g G)^2 d^5} + \frac{\xi}{d^4}, \quad (6)$$

这个方程式里包括 5 个未知的变量: μ 、 l 、 G 、 ξ 和 d 。

为了减少变量的数目起见,用 α 代替式子 $\frac{1420 l}{(3.7 + l g G)^2}$ 。

此时即得含 4 个变量的方程式:

$$\mu = \frac{\alpha}{d^5} + \frac{\xi}{d^4},$$

为了解这个方程式,可以绘制一幅简单的图表(图 1)。

图表左面的一部分是按网状图表绘制的,而右面的一部分是用标志点绘制的。

在网状图表的横坐标轴上,用对数刻度标有水的流量 (20~30000 公斤/小时),在纵坐标轴上从左面开始标有管中压力损失 H_0 。(由 0.5 到 1000 公斤/平方公尺)。在斜的平行直线上标有管子水力准数,这个准数值是按式求得的。

$$10^{-6} \mu = \frac{H_0}{G^2}.$$

在这个图表上还有 $\alpha = \frac{1420 l}{(3.7 + l g G)^2}$ 的纵坐标,沿水平方

向向右标在 α 的刻度綫上。在曲綫上标有 1~50 公尺的管子长度。利用标志点可以求得适合于 α 的局部阻力系数 $\xi = 0 \sim 13$ 的二重刻度綫。在这两个刻度綫之間繪有适合于管径 $1/2'' \sim 200$ 公厘的一些垂直直綫,上面标有水力准数 μ 的数值。

例: 水的流量 $G = 1000$ 公斤/小时,管中压力损失 $H_0 = 50$ 公斤/平方公尺,管长 $l = 22$ 公尺,局部阻力系数 $\xi = 4$ 。在图表上找到 $G = 1000$ 公斤/小时的垂直直綫与 $H_0 = 50$ 公斤/平方公尺的水平直綫的交点(点 A),即可求得水力准数的讀数 $\mu = 5 \times 10^{-6}$ 。

找到这条垂綫与 $l = 22$ 公尺的曲綫的交点(点 B),再由此按水平方向向右移动至 α 刻度綫(点 B)。在局部阻力系数刻度綫上找到适合于 $\xi = 4$ 的点 F,并通过点 B 和点 F 引一直綫,与适合不同管径的垂直直綫相交。取管径刻度綫上所引直綫能指出讀数 $\mu = 50$ (点 D)处的管径。 $D = 1\frac{1}{2}''$ 的管子符合于本題的条件。

这个图表还能解与此相反的題,即管径为已知,求管中压力损失。从引証的例子中看到,按当量阻力方法計算导管,方便而簡單。計算結果可列入由 6 栏組成的計算登記表中(表 1),可是按一般采用的方法計算导管时,就要用 17~20 栏的計算登記表。

导管按当量阻力法計算表

表 1

管段号	水的流量 (公斤/小时)	l (公尺)	$\Sigma \xi$	H_0 (公斤/平方公尺)	管 径
1	1000	22	4	50	$1\frac{1}{2}''$

小循环圈导管的計算

单管竖管的計算，特別是順流系統和帶短接段的順流系統中放热器支管的計算，实际上是特別复杂和麻煩。

一般采用的按扩大指标进行計算的方法，只能得出片面的布局的决定，而对实践中常遇到的放热器支管的配管情况，是不适用的。作者提出的小循环圈的計算方法可以在一般的情况下(即支管的任何长度和 $\Sigma \xi$ 值，楼层的任何高度和竖管的形状)解决问题。

П.Н.卡面聶夫教授的著作証明，短接段的直径等于竖管的直径(沒有收縮处)时，短接段的局部阻力总合(包括摩擦損失和局部損失)与放热器的进水系数关系不大，而且可取它作为常数。例如： $D=1/2''$ ， $\xi_{\text{сам}}=1.04$ ； $D=3/4''$ ， $\xi_{\text{сам}}=0.96$ ； $D=1''$ ， $\xi_{\text{сам}}=0.9$ ； $D=1\frac{1}{4}''$ ， $\xi_{\text{сам}}=0.86$ ；

$$H_{\text{сам}} = \xi_{\text{сам}} \frac{V^2}{2g} r_0. \quad (7)$$

П.Н.卡面聶夫教授認為，放热器的进水系数不同时，短接段的局部阻力系数总合等于常数的原因，是因为随着放热器的进水系数的增大，水流在三通管或十字管内分流和合流时的局部阻力随之增大，而短接段內摩擦損失随之减少。

如果將連續水流公式中的竖管中水流量和管径代入等式 7 来代替流速，經化簡后得：

$$D = \frac{1}{2}'' \quad H_{\text{сам}} = 11.1 \times 10^{-5} G_{\text{CT}}^2;$$

$$D = \frac{3}{4}'' \quad H_{\text{сам}} = 2.9 \times 10^{-5} G_{\text{CT}}^2;$$

$$D = 1'' \quad H_{\text{сам}} = 1.1 \times 10^{-5} G_{\text{CT}}^2;$$

$$D = 1\frac{1}{4}'' \quad H_{\text{сам}} = 0.344 \times 10^{-5} G_{\text{CT}}^2.$$

从这些恒等式里看出,对于同一直径的竖管来说,短接段的阻力与竖管中水流量的平方成正比。如果取 $D=1/2''$ 的短接段的阻力为 100%,当竖管中水的流量相同时,则 $3/4''$ 的短接段的阻力将等于 26.2%; $D=1''$ 时,阻力等于 10%; $D=1\frac{1}{4}''$ 时,阻力等于 3.1%。

如果固定系数 $\xi_{\text{зам}}$ 用 $f(D)$ 来表示,则短接段阻力系数公式可写成如下的形式:

$$H_{\text{зам}} = f(D) G_{\text{сг}}^2. \quad (8)$$

计算小循环圈时,最好不管放热器的进水量,首先求出放热器中的水温落差。

众所周知,放热器支管的阻力等于由于放热器中水的冷却而造成的自然压力,加上短接段的阻力,即是 $H_{\text{под}} = H_{\text{ест}} + H_{\text{зам}}$ 。

放热器的高度等于 0.5 公尺时,自然压力可按下面的简化公式相当精确地计算出来。

$$H_{\text{ест}} = 0.16 \Delta t_{\text{пр}} \quad (\text{公斤/平方公尺}).$$

支管和放热器的阻力等于:

$$H_{\text{под}} = 6.53 \mu_{\text{под}} G_{\text{пр}}^2$$

或

$$H_{\text{под}} = 6.53 \mu_{\text{под}} \frac{W_{\text{пр}}^2}{\Delta t_{\text{пр}}^3}.$$

式中: $\mu_{\text{под}}$ ——两个支管和一个放热器的水力准数;

$W_{\text{пр}}$ ——放热器的放热量(千卡/小时);

$\Delta t_{\text{пр}}$ ——放热器中的水温落差。

此时可写成:

$$6.53 \mu_{\text{под}} = \frac{W_{\text{пр}}^2}{\Delta t_{\text{пр}}^3} = f(D) G_{\text{сг}}^2 + 0.16 \Delta t_{\text{пр}}$$

或

$$6.53 \mu_{\text{под}} W_{\text{пр}}^2 = f(D) G_{\text{сг}}^2 \Delta t_{\text{пр}}^3 + 0.16 \Delta t_{\text{пр}}^3. \quad (9)$$

計算小循环圈时,支管和放热器的水力准数,以及放热器的放热量都是已知的,因此等式 9 左面一部分的乘积可用 $\alpha = 6.53\mu_{\text{под}} W_{\text{np}}^2$ 来代替,此时得:

$$\alpha = H_{\text{зам}} \Delta t_{\text{np}}^2 + 0.16 \Delta t_{\text{np}}^3. \quad (10)$$

对于只有三个未知变量的最后一个恒等式,很容易就繪出曲綫表或者是图表。图 2 所示者,为計算放热器中水温落差的图表。在纵坐标軸上,用对数刻度繪有 1~60 的水力准数 μ 的数值,而在横坐标軸上,用对数刻度繪有 350~3000 千卡/小时的放热器的放热量 W_{np} 。与水平成 135° 角的斜平行直綫,适合于 $\alpha = 6.53\mu_{\text{под}}, W_{\text{np}}^2 = \text{const}$ 的数值。

由于 α 是一个中間計算值,所以斜平行綫沒有标记(沒有单位)。

对于实践中常见的情况來說,水力准数 μ 的数值,不一定要用图表(图 1)或者是公式 6 来計算,利用图表(图 2)很容易就会求出来。对于相当粗糙的管子來說,水力准数 μ 取决于放热器两根支管的直径及其总长,取决于小循环圈的局部阻力系数,以及支管上有无調整开关。而小循环圈的局部阻力則取决于放热器与竖管的連接情形(单側或双側),和各放热器与支管的連接形式(直的或有弯曲的)。对于直径为 $1/2''$, $3/4''$ 和 $1''$ 的支管,在图表(图 2)的左部有四条适合于放热器安装形式不同的曲綫:

A—竖管兩側接支管,弯曲的支管;

B—竖管一側接支管,弯曲的支管;

B—竖管兩側接支管,直支管;

Г—竖管一側接支管,直支管。

已知楼层上放热器的安装形式和支管的管径,在图表(图 2)上可以找到相应的曲綫和与放热器两根支管总长的垂直直

綫的交点(点4)。由点4按水平方向向右引一直綫直到与适合于放热器的已知放热量的垂直直綫相交为止(点B)。网状图表上有与短接段不同阻力数值($H_{\text{сам}}$ 由 0.25到25公斤/平方公尺)成 45° 角的平行直綫。由点B引一条平行于 $\alpha = \text{const}$ 的斜直綫,与垂直于已知 $H_{\text{сам}}$ 值的垂直斜直綫相交(点Г),在曲綫集上就可求得放热器中的水温落差。

$H_{\text{сам}}$ 的值也用同一图表来确定,以竖管中水的流量和竖管直径为轉移。图表的右上角标有竖管中水的流量50~2500公斤/小时。这些直綫与表示短接段管径(无收縮处) $1/2''$ 、 $3/4''$ 、 $1''$ 、 $1\frac{1}{4}''$ 和 $1\frac{1}{2}''$ 的斜直綫相交。在图表上,于 $G_{\text{CT}} = \text{const}$ 直綫和 $D_{\text{сам}} = \text{const}$ 直綫的交点(点B)很容易就可以求得短接段的阻力。

例 設 $G_{\text{CT}} = 230$ 公斤/小时, $D_{\text{сам}} = 3/4''$, 支管直径 $D_{\text{п}} = 3/4''$, 两根支管的长度为2公尺,竖管上两侧接放热器,支管上有乙字管,放热器的放热量 $W_{\text{np}} = 900$ 千卡/小时。在图表上可以找到放热器中的水温落差 $\Delta t_{\text{np}} = 12^\circ$ 。解本例的步骤,在图表上已用箭头表示出来。利用图表同样也可以解相反的問題,即按放热器中水温落差已知的数值,可以求得放热器支管的直径。图表上的 Δt_{np} 曲綫間隔 0.5 和 1° ,因而就能获得高度精确的計算結果。

在个别情况下,放热器的支管与所列举的安装形式 A、B、B、Г 可能有所不同,此时想立即在图表上找到适合于小循环圈的纵坐标(μ)是不可能的。

对于安装形式 A、B、B、Г 沒有包括的各层竖管的布置情况來說,水力准数可用图表(图3)来确定。根据已知的 l 、 $\Sigma \xi$ 和 D 的数值,把尺放在图表上即可求得 μ 的数值,然后用它来确定 Δt_{np} 。

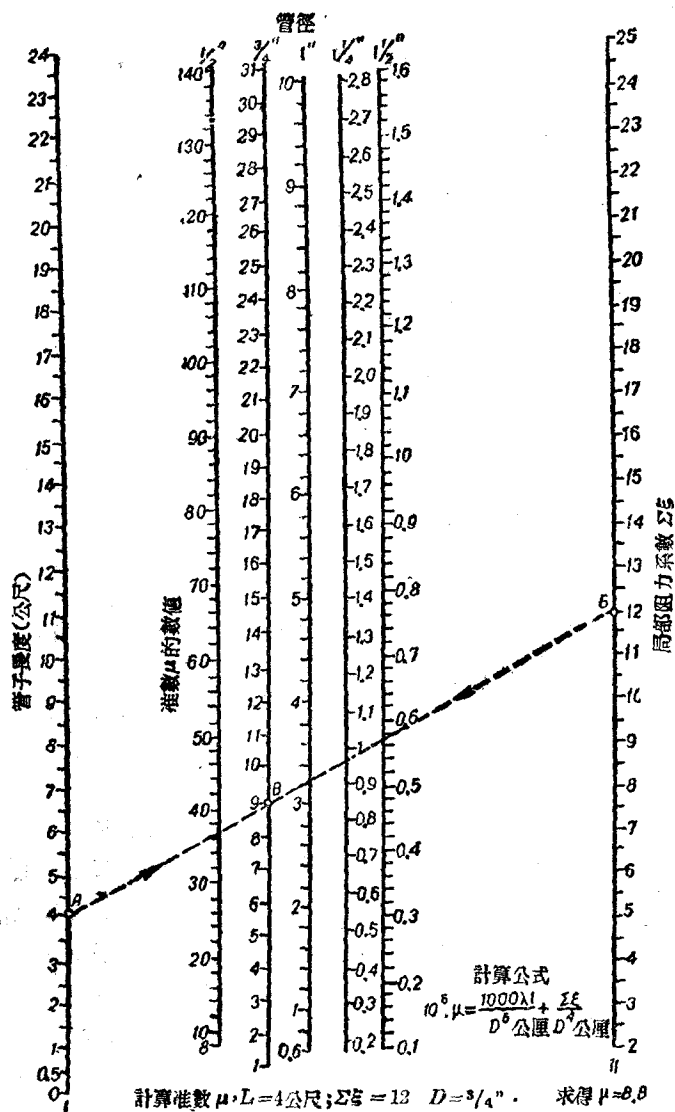


图 3 管子水力准数计算图表