

无压蒸汽养护室

[苏联] Л. А. 謝勉諾夫 Н. И. 保杜罗夫斯基 著

陈 振 基 译



86.1686
818

无压蒸汽养护室

〔苏联〕Л. А. 謝勉諾夫 Н. И. 保杜罗夫斯基 著

陈 振 基 译

中国工业出版社

无压蒸汽养护法，在目前蒸汽养护技术中是一种比較先进的方法。同普通蒸汽养护法比較，它可以减少蒸汽的損耗，提高养护室內的溫度，而且溫度分布均匀，从而縮短了养护時間，提高了制品的质量。

本书作者是无压蒸汽养护法的創造者，所以也有人称这种方法为“謝勉諾夫养护法”。

本书比較詳細地介紹了无压蒸汽养护室的原理、构造及自动化系統等，并分析了混凝土在純飽和蒸汽介质中养护时的物理化学和物理力学的变化过程。它对目前改进混凝土养护工作，对我国研究和采用这种养护方法有直接的参考价值。

本书供鋼筋混凝土制品和硅酸盐制品的生产、研究及設計等单位的工程技术人員参考，也可供有关教学人員閱讀。

Л.А.Семёнов Н.И.Подуровский
БЕЗНАПОРНАЯ ПРОПАРОЧНАЯ КАМЕРА
ГОССТРОЙИЗДАТ
МОСКВА-1961

* * *

无 压 蒸 汽 养 护 室

陈 振 基 譯

*

建筑工程部图书編輯部編輯(北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $3^{7/16}$ ·字数87,000

1963年11月北京第一版·1965年9月北京第二次印刷

印数1,283—2,332·定价(科六)**0.50元**

*

統一书号: 15165·2669(建工-338)

前 言

近几年来，在装配式鋼筋混凝土工艺方面有了很大的变化。干硬性混凝土拌合料得到了广泛的应用，制品成型和混凝土机械振搗的方法大大地改进了。推广了新的成型方法：振动压輥、振动模压、振动浇注。采用高活性和快硬水泥、干硬性混凝土拌合料，縮短了混凝土的硬化时间。

現在，装配式鋼筋混凝土制品工厂中加速硬化的主要方法是湿热处理。目前最常用的一种湿热处理的方法就是在压力稍高于大气压力的养护室中进行混凝土的蒸汽养护。蒸汽养护时，将飽和蒸汽在0.7个計示大气压力下送入养护室的下部。

但是目前这种构造的养护室，其蒸汽养护方法具有严重的缺点。

目前蒸汽养护循环的平均延續时间不可容忍地过长（22小时左右），因此养护室每昼夜的周轉率仅为1.08次。蒸汽养护过程占了装配式鋼筋混凝土全部生产周期时间的90~95%。

混凝土在养护室中进行处理耗用大量的蒸汽。每立方米制品的蒸汽耗量一般为400~800公斤，其中只有150~200公斤是合理利用了的，其余部分都損失了。

由此可見，时间过长的不完善的蒸汽养护方法，显然同現有混凝土拌合料的 制备工艺、混凝土成型 振搗的有效方法不相适应。

为了消除这种不相适应的情况，在生产装配式鋼筋混凝土的企业中和科学研究所中进行了改进混凝土和鋼筋混凝土制品湿热处理过程的工作。在无压蒸汽养护室中用1个大气压的純飽和蒸汽介质进行蒸汽养护的新方法是一种极为有效的方法。采用这种方法可以大大地加速制品的硬化过程，提高蒸汽养护室的生产率

和降低蒸汽耗量。

这种养护室已在許多企业中得到推广。

无压蒸汽养护室的使用經驗表明，在这种养护室中制品的蒸汽养护过程可以在6~8小时内完成，每立方米鋼筋混凝土耗用230~250公斤蒸汽。在100°的純飽和蒸汽介质中进行养护，保证了极为良好的条件，使整个养护室空間內的制品都能均匀地受热。

由于养护室中的压力实际上是永远不变的并等于1个大气压，所以能够保证外围結構的完全密封。养护室的这个特点使蒸汽透过围护結構的损失减少了，提高了装配式鋼筋混凝土企业的生产文明。

本书詳細叙述了在无压蒸汽养护室中用純飽和蒸汽介质进行养护的方法。书中大量篇幅用来介绍蒸汽养护时混凝土內部所发生的物理化学过程的研究結果。提供了有关設計混凝土配合比和选择湿热处理制度的建議。

本书第一、二、三、四和五各章由И.А.謝勉諾夫撰写，第六、七和八章由Н.И.保杜罗夫斯基撰写。

目 录

前言

第一章 无压蒸汽养护室的构造及工作原理	1
第二章 蒸汽养护室供汽的自动化	13
$t_{us}=100^{\circ}$ 恒温制度的自动调节	13
$t_{us}<100^{\circ}$ 恒温制度的自动调节	15
养护室升温的不完全计划调节	16
养护室升温的计划调节	19
第三章 养护室在不同供汽方法时的工作特点	24
养护室的加热	24
蒸汽空气混合气体通过养护室上部缝隙的散失	27
在充满纯饱和蒸汽的养护室中保持恒温制度的方法	31
养护室中的真空及其消除办法	35
普通和无压蒸汽养护室的工作特点	38
第四章 养护室的热工计算	45
第五章 连续作业的垂直式蒸汽养护室	51
第六章 蒸汽养护时混凝土的结构形成过程	57
水泥石的结构形成	57
混凝土蒸汽养护时的物理-力学过程	60
第七章 固定性工艺因素对在纯饱和蒸汽介质中受热混凝土 的技术性能的影响	78
水泥组成的影响	78
水泥品种的影响	81
水泥和水用量的影响	84
第八章 蒸汽养护制度对混凝土技术性能的影响	89
混凝土在蒸汽养护前预先静停时间的影响	89
制品预热时升温时间的影响	93
在纯饱和蒸汽介质中恒温受热时间的影响	94
附录	98

第一章 无压蒸汽养护室的 构造及工作原理

无压蒸汽养护室在构造方面与普通养护室不同之处，就在于管道系统（图1）。除了在下部有供给蒸汽用的管道之外，养护室顶盖下面也有供蒸汽用的带孔管。

蒸汽经过装置在控制式冷凝器上的直接作用的自动调节器进入上部蒸汽管。

为了使养护室与外界空气相通并保证多余的蒸汽和蒸汽空气混合气体自由逸出，养护室备有带自动液压活门和控制式冷凝器的排气管。

养护室砌有钢筋混凝土的墙壁、混凝土的底面和可以取下的盖子，地面上装有排水孔，以便将冷凝水排至排水道内。

养护室的尺寸可各不相同，随所需养护的制品种类而异。最常用的养护室容积在35~50立方米之间，高至2.5米。

养护室通常半埋入地下，使其四壁仅高出地表面50~80厘米。在某些情况下，当地下水位很高时，养护室的底面设在地表面（车间地坪）上。

这种养护室所采用的“养护坑”这个名称是比较形象的，而且能表明它们备有可取下的盖子和由上面装入制品。养护室的盖子是用金属制的并带有保温层，或用钢筋混凝土制成。沿四壁上缘铺有槽钢，以作水封用。

设置养护室时，特别要注意保证它的密闭性。最可能破坏密闭性的情况，首先是由于带制品的模型或沉重的坑盖对养护室墙壁的侧击，尤其是对水封槽钢的撞击。为了防止发生撞击现象，养护室中装有保护立柱，由槽钢或木板制成，用螺栓固定在坑壁上。立柱的上端应与水封槽钢的边缘在同一水平上。

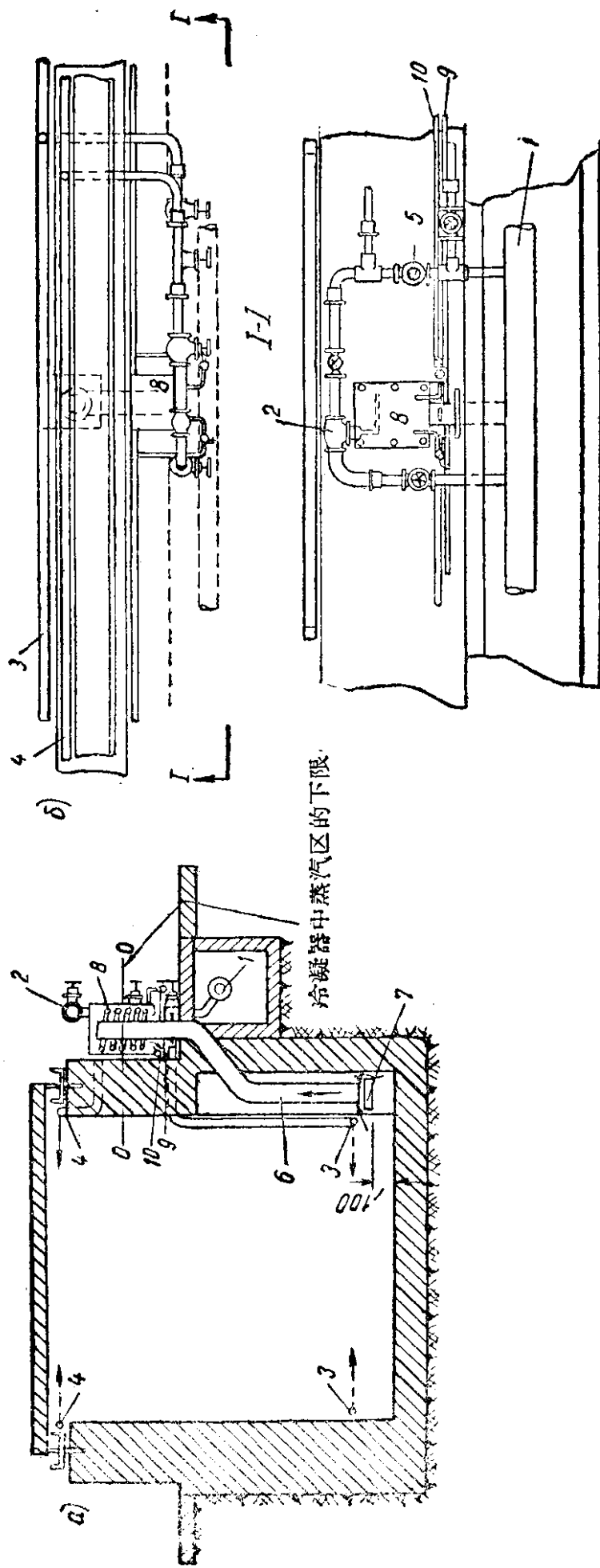


图 1 无压蒸汽养护室

a—横剖面; 6—养护室正面墙的平面; 8—养护室供汽系统图;

1—蒸汽干管; 2—PПД-C-I 型直接作用式调节阀; 3— $\phi 1\frac{1}{2}$ " 的下部带孔管; 4— $\phi 1\frac{1}{2}$ " 的上部带孔管; 5—迂迴管; 6— $\phi 100/108$ 排气
管; 7—液压活门; 8—控制式冷凝器; 9—由上水道供冷水用管; 10—
由控制式冷凝器排出加热水用管

养护室的墙壁，包括相邻养护室的間隔墙在內，厚度不得小于40厘米。

为了减少在槽鋼下面出現貫穿縫的危險，沿槽鋼全长焊有高5~6厘米的铁板^①。

蒸汽首先送入下部供汽管，在預定時間（比如2~4小时）內使养护室內溫度到达90~95°，以便逐漸和均匀地加热制品。

在加热养护室的过程中，多余的蒸汽空气混合气体自由地經由排汽管排至室外。开始时，这种混合气体是凉的（20~30°），但随着其中蒸汽含量的增加，溫度也逐渐升高。

水蒸汽通过冷凝器时，大部分在蛇形管里冷凝了，剩余部分带着热空气排至室外。随着养护室的升溫，經由冷凝器的蒸汽空气混合气体越来越热和湿，因此它的表面溫度也逐渐升高。当混合气体的溫度达到90~95°时，关闭下部供汽管，打开上部供汽管。純蒸汽充滿了养护室上部，而較重的蒸汽空气混合气体則被压下，經由排汽管排至室外。当全部养护室被純蒸汽所充滿，并有部分余量开始进入冷凝器时，空气就完全停止由冷凝器排出。冷凝器的上部充滿着溫度为100°的純飽和蒸汽，而下部則为冷空气。

冷凝器最簡單的构造可見图2。冷凝器由一根套管組成，上端与养护室的排汽管相連，而下端則通往大气。套管中通有蛇形管，水由上水道引来由此通过。

养护室排出的蒸汽进入套管并充滿其上半部。当蒸汽来量增大时冷凝器中蒸汽区的界限0-0下降，則有更多的蛇形管表面參入工作，冷凝水量因而增加。

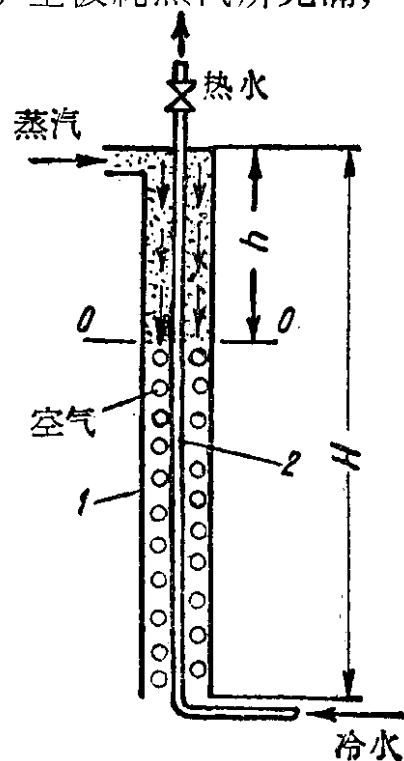


图2 控制式冷凝器的裝置示意图

1—套管；2—蛇形管

① 參看图5，6——譯者注。

如果冷凝水全部停止外流，这就是說，供入养护室中的蒸汽不够了。如果冷凝水形成过快，蒸汽供量应减少。

由此可見，根据冷凝水滴的多少就可以得知养护室中的多余蒸汽量，并相应地調节供汽量。其方法是利用构造极为简单的直接作用的調节器。

如果养护室設于露天預制場上，則无法使用控制式冷凝器，因为当冬季溫度低于 0° 时蛇形管会結冻，而冷凝器也不再起作用。此时，为了控制由养护室經由排汽管排出的多余蒸汽量，在排汽管上装一个控制罩，以代替控制式冷凝器（图 3）。在加热的过程中蒸汽进入养护室时，多余的蒸汽空气混合气体可以自由地經過排汽管和控制罩排至大气中。当其溫度升至 95° 时需要减少供汽量，使多余的蒸汽只由 1~3 排上部的支管排出。如果蒸汽由全部支管排出了，則应减少养护室中的供汽量；如果蒸汽停止由控制罩排出了，則需增加供汽量。

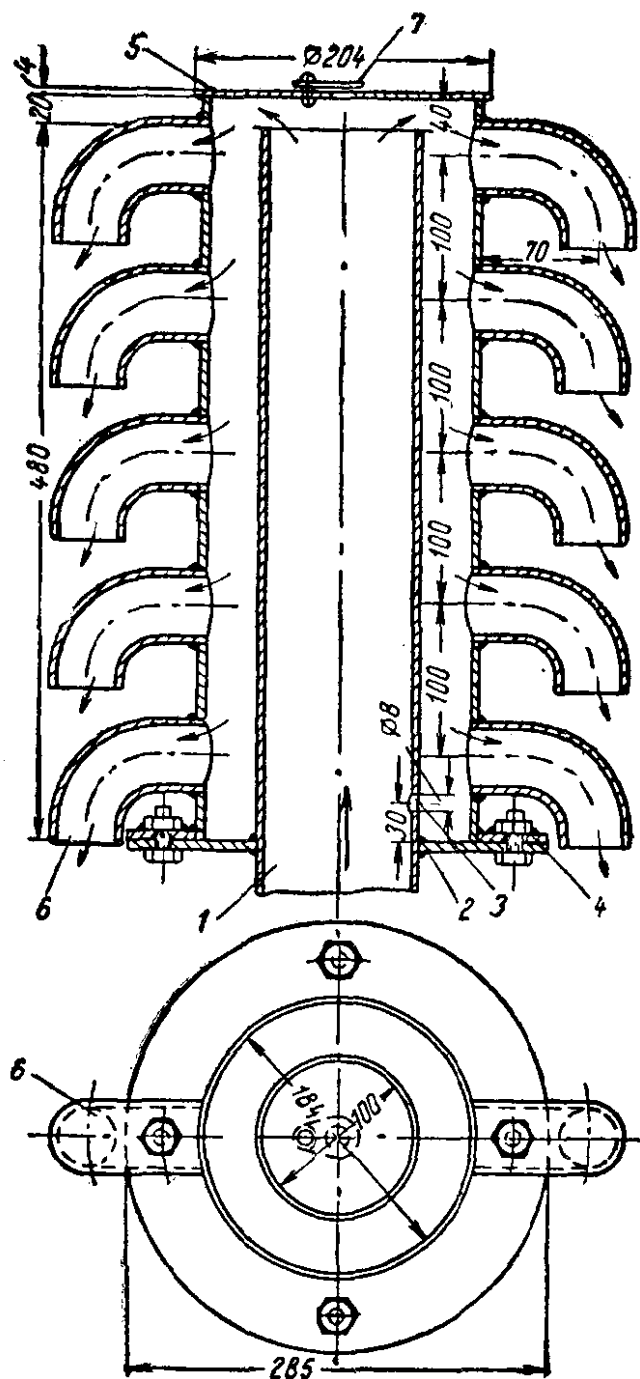


图 3 控制罩

- 1—排汽管； 2—排汽管上的法兰盘； 3—排除冷凝水的小孔； 4—控制罩上的法兰盘； 5—控制罩上盖； 6—排汽支管； 7—溫度計孔

由控制罩逸出的蒸汽计算耗量—— G ，根据工作（“蒸发”）支管的数量之不同为：

n	2	4	6	8	10
G (公斤/小时)	4	10	18	26	36

图4所示为新契尔卡斯克城莫斯科煤气管道建筑公司工厂露天预制场上的装有控制罩的无压蒸汽养护室。



图4 露天预制场上的无压蒸汽养护室

充满纯饱和蒸汽的养护室中温度是均等和恒定的，等于当时气压下水的沸点，即 100° 左右。这个“恒温”制度保持一定时间（比如2~3小时），然后停止供汽，养护室开始降温。

实践证明，蒸汽养护室的降温是很缓慢的，速度每小时只有5~10度，甚至停止往养护室中供汽2~3小时后再打开盖子，还会散出大量雾汽。

这种雾汽在一段时间内会笼罩着吊车工人，使他看不见养护室和它附近的工人，这样就妨碍了工作和增加了发生事故的可能性。养护室位于车间内部时，蒸汽凝结在屋盖下表面，冬季形成水滴。此时建筑结构严重受潮，失去了隔热的性能，并加速破坏。

所有这些都說明，除了在車間內裝置全面进气排气通风設備之外，还必須在蒸汽养护室內裝置抽气通风設備，在养护室卸盖之前开始工作。

設置通风装置时一个通风机可为6~8个或更多的养护室組服务。抽气管道的干管鋪在車間地面以下，各养护室与其相連并备有閥門。閥門的构造必須严密，保証蒸汽养护期間养护室与通风系統完全隔絕。

設置抽气通风装置时，在坑壁上还必須留出密封的孔洞，以备空气吸入养护室用。在有些工厂中这类孔洞做在养护盖上，形成不大的方盒，并帶砂封或水封。孔洞水平布置时比較容易保証其密封性。

目前养护室內的帶孔管是用很貴的鋼管做成的，这是极不合算的，因为这些管子中的靜压力，当蒸汽由小孔中噴出的速度为30~40米/秒时，不会超过百分之一的大气压。除此之外，鋼管很容易生銹，因而需要經常更換。

應該用陶质的、石棉水泥的或木制的管子来代替鋼管，这几类管子的使用年限可以和养护室本身一样长。

为了防止管子受机械損坏，它們应鋪置在养护室壁上的專門凹槽內。

图5所示为H.H.伏尔科夫斯基工 程师建議的用木板做成的蒸汽管。管子的內截面 6×5 厘米，外部尺寸 10×9 厘米。木板可用釘子釘在一起，也可用胶粘起。为了装配一組管段，比如为把蒸汽送往养护室的上部，共需6段管子。1和2段构造上是相同的，只是随蒸汽通入养护室的地点不同而长度不等。3和4段，以及5和6段是成对地相同的。

1和2段，以及5和6段一端有盖板，上有圓孔，直径等于三通的外径，而另一端則做成樁头。3和4段两端都是盖死的。为与1、2、5和6段相連，两端側壁上留有孔洞。

管道鋪入养护室壁上凹槽的順序如下：首先将3和4段鋪入，它們可以自由地装进养护室側壁的凹槽中并沿其全长分布。

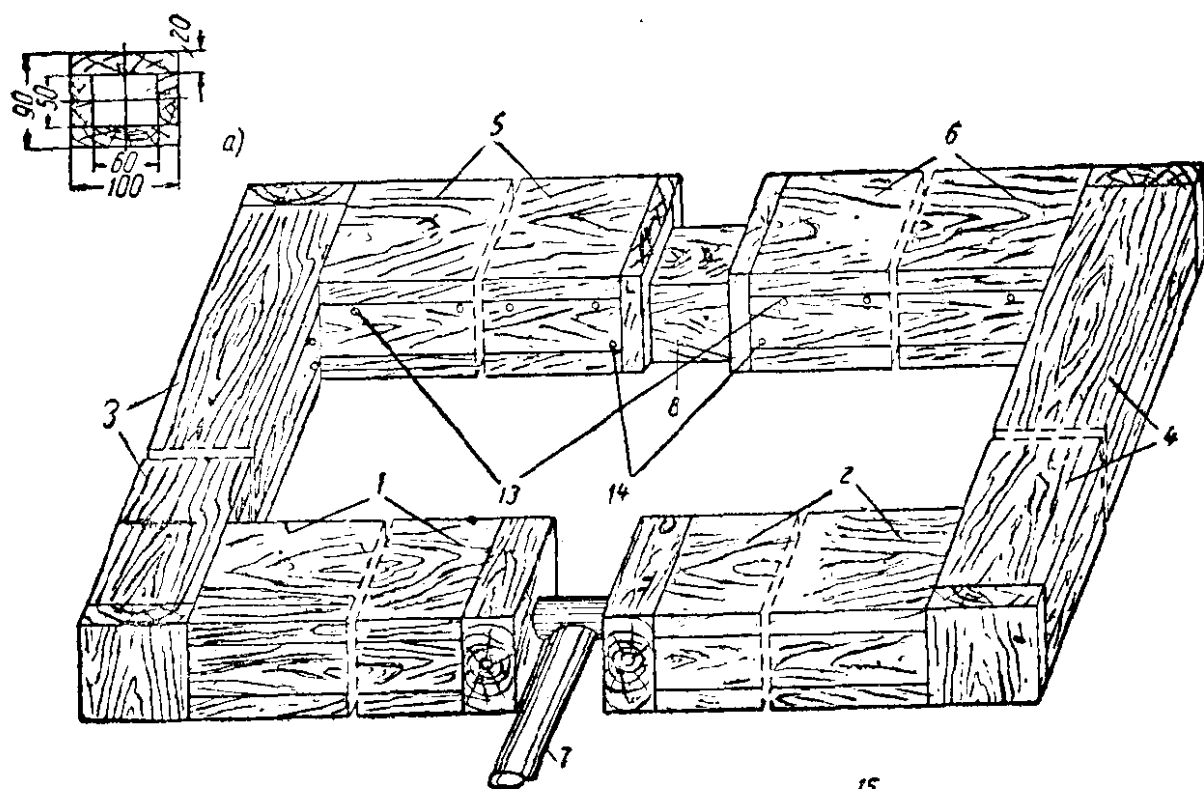
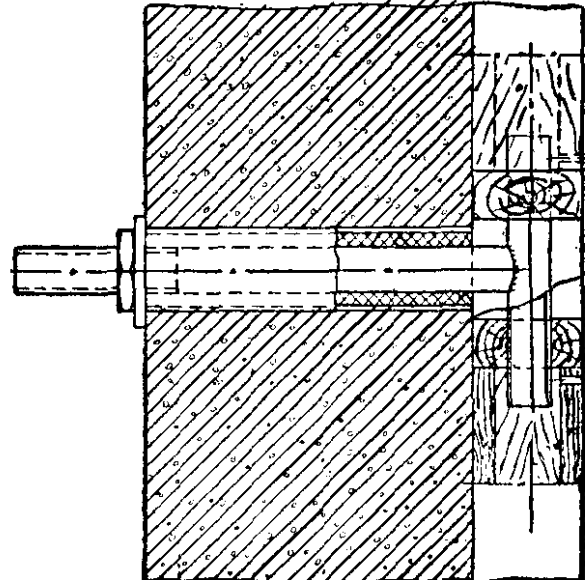
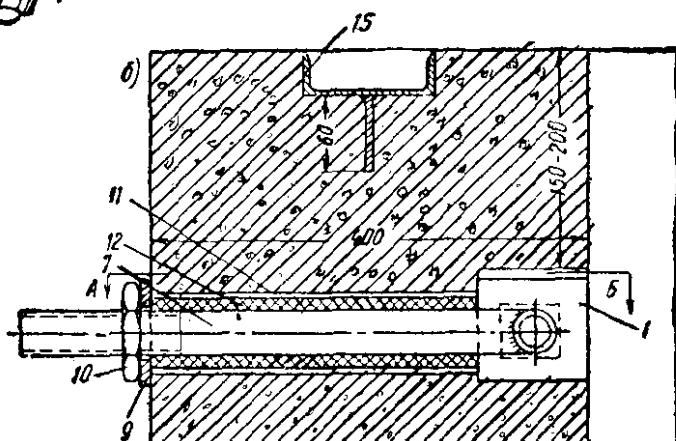


图 5 用木板做成的蒸汽带孔管

- a — 上部带孔管的示意图；
 6 — 通入养护室的细节图；
 1~6 — 管段； 7 — 用 $1\frac{1}{2}$ " 管子焊成的三通； 8 — 顶杆；
 9 — 垫圈； 10 — 张拉螺栓；
 11 — $2\frac{1}{2}$ " 的套管； 12 — 密实填料； 13 — 喷出蒸汽用的 ϕ 8 毫米小孔； 14 — 排出冷凝水用的 ϕ 8 毫米小孔； 15 — 水封槽



然后鋪入 1 和 2 段。它們的端头中套入由 $\phi 1\frac{1}{2}$ " 鋼管焊成的三通。三通的自由端头穿过壁上的孔由养护室中伸出，而 1 和 2 段則装进养护室前壁的凹槽中。然后再把这两段往外側推开，使其端部插入已鋪好的 3 和 4 段的孔洞中去。在这以后再鋪放 5 和 6 段，其中的頂杆可用一段短木方做成。

装配管段时不必特別将接头打紧，因为这里并不要求全部密閉。

为了噴出蒸汽，在管子的側壁上每延米长度內钻 8 ~ 10 个直径 8 ~ 10 毫米的小孔，而为了排出冷凝水，在下部每延米长度內钻一个同样的小孔。在三通伸出的端头套一个垫圈再擰上防松螺母，这样就可以牢固地固定三通和 1、2 段的位置了。

三通不应埋死在养护室坑壁中，安装时最好穿在一根直径較大的套管內，其間的空隙用油麻绳塞住。这样就使管道系統具有弹性，从而防止了养护室壁由于蒸汽管道（与三通刚性連接的）溫度膨胀而产生裂縫。同时，还簡化了蒸汽管道必要时的拆装工作。

图 6 所示，是頓河上的罗斯托夫城房屋建造联合企业安装的木制管道的养护室。

在无压蒸汽养护室的使用过程中，可能发现与原定的热力制度有出入。必須知道这是因何而发生的，并应采取什么措施来尽快地消除已产生的缺陷。

当养护室装有溫度自动計劃調节器时，一般需制定專門的使用規程，其中指出这些設備工作时可能产生的缺陷和消除的方法。

讓我們来研究一下按最簡單的供汽系統图装备的养护室正常工作遭到破坏的情况。

第一种情况。前面已指出，当蒸汽由下部蒸汽管供入时，多余的蒸汽空气混合气体应經由排汽管和控制式冷凝器排至室外。这时就可以在控制式冷凝器出口处发现有空气流出并混有极小的水滴，此外还可以看到，安装在控制式冷凝器上的溫度計中的水

銀柱有所升高。这个溫度計的指数，應該接近于直接安放在养护室盖子下面的那个溫度計的指数。两者差值开始时可以是 $5 \sim 8^{\circ}$ ，而以后，随着养护室溫度的升高，应降低至 0° 。

但是，有时用下部蒸汽管供汽加热养护室时，蒸汽空气混合气体不由排气管排出，甚至还有相反的现象——外部空气經由排气管被吸入养护室。当养护室盖子下面的溫度已升到 $40 \sim$

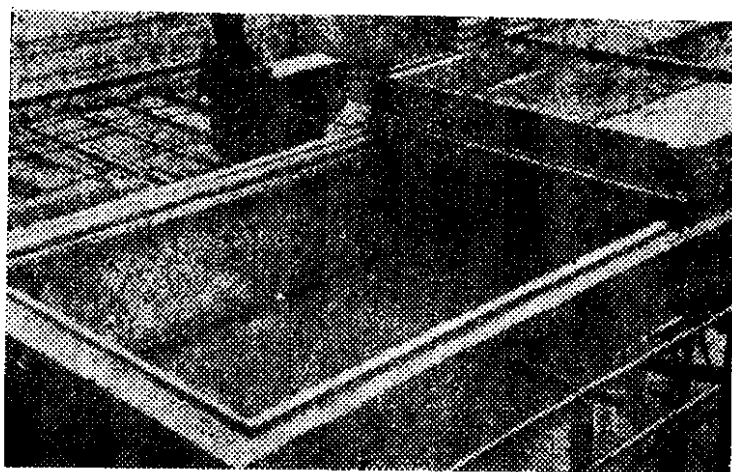


图 6 装有木制带孔管道的养护室

50° 时，控制式冷凝器处的溫度計却仍指着同一溫度，即大約等于周围空气的溫度。这个现象一直延續到蒸汽改用上部管道通过 PПД-С-Ⅰ 供入为止。

个别情况下，当养护室中的溫度升到較高的度数，比如 $60 \sim 70^{\circ}$ 后，蒸汽空气混合气体方开始由排气管排出。养护室工作中的这个毛病是因为在养护室上部有不严密的地方（常常在水封槽鋼的下面）而产生的。有时在坑盖上面（溫度計的孔眼等等），以及坑盖未盖严或水封损坏时都会出現縫隙。养护室中热的蒸汽空气混合气体比外界空气輕，必然向上升和钻过縫隙逸出室外。这种縫隙越大，蒸汽空气混合气体逸出得越多，这样就造成了空气通过排气管被吸入养护室（见图 7 所示）。

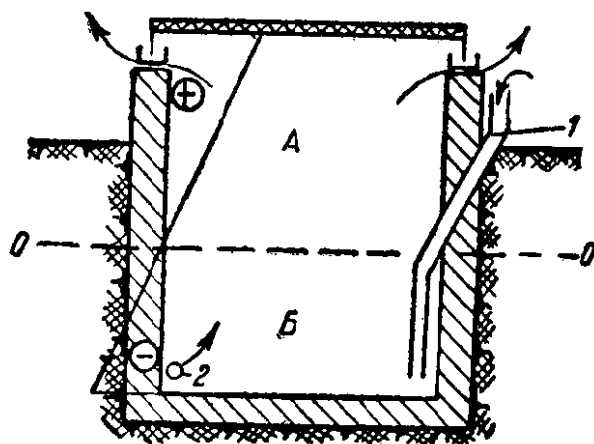


图 7 当养护室上部有縫隙时，在升温阶段中空气經由排气管被吸入养护室的示意图

1—排气管； 2—下部带孔管； A—压力較高的区域； B—压力較低的区域； O-O—等压綫

养护室结构的不严密和有縫隙，操作人員很可能发现不了。少量的蒸汽穿过这些地方逸出也可能看不出来，尤其在热的車間中或夏天在露天預制場上，少量的蒸汽很快便溶在空气中，不会形成雾汽。在这种条件下，排气管的“动态”就是观察养护室密閉状况的唯一而又絕對可靠的指标。

如果观察排气管并記下空气停止吸入的时间，就可以算出蒸汽空气混合气体在养护室整个工作过程中任何時間內通过縫隙和不严密处的消耗量。

当蒸汽空气混合气体經由养护室上部縫隙逸出时，沿养护室高度內溫度升高的均匀性就不好了。下面还要指出，养护室按“由下而上”的方式工作时得到的指标最好。部分蒸汽空气混合气体透过养护室上部的縫隙逸出，一定程度上破坏了这种方式，养护室开始按“由上而下”的方式工作，这是极不恰当的。

除此之外，蒸汽空气混合气体由养护室中逸出本身就是一种直接的热量損失，其数量可能是很大的。

如果发现，养护室升溫速度为每小时 $20\sim 30^{\circ}$ ，蒸汽空气混合气体只在室內溫度不低于 $60\sim 70^{\circ}$ 时才开始經由排气管逸出，則必須对养护室进行修理，修理之后必須保証液压活門和养护坑盖，以及通风閥門等的密閉性。

第二种情况。当养护室中溫度到达 $90\sim 95^{\circ}$ 时，开始經由上部管道往室內供汽。其結果是蒸汽空气混合气体全部被挤出，养护室被溫度为 100° （当大气压力为760毫米水銀柱时）的純飽和蒸汽所充滿。

但是，当养护坑盖下的溫度到达 100° 时，可能在控制式冷凝器（或控制罩）处的溫度只有 $95\sim 98^{\circ}$ ，并且不再升高。此时控制式冷凝器一直微微冒气。

这种現象表明，有空气透过养护室下部的围护結構被吸入室內。这部分空气与蒸汽混在一起，而在下部区域中形成蒸汽空气混合气体，代替了純蒸汽。由于飽和蒸汽空气混合气体的溫度永远低于純飽和蒸汽的溫度，則在这种混合气体排出室外經過控制

式冷凝器时，其溫度計所示的溫度就会稍低些。

仅在养护室下部真空时，空气才可能被吸入。形成了真空是說明自动液压活門失效了。这往往发生于液压活門的底盘漏水和水位下降时，或者由于螺栓未拉紧致使底盘位置下降等。在这两种情况下，底盘中的水位与排气管边缘之間的环状縫隙增大了，而液压活門实际上也就失效了。

因此，养护室工作发生上述毛病时，即应检查液压活門的情况和它安装得是否正确。

第三种情况。当經РПД-С-Ⅱ由上部带孔管供汽时，在控制式冷凝器处量出的溫度周期性地长时间地下降。

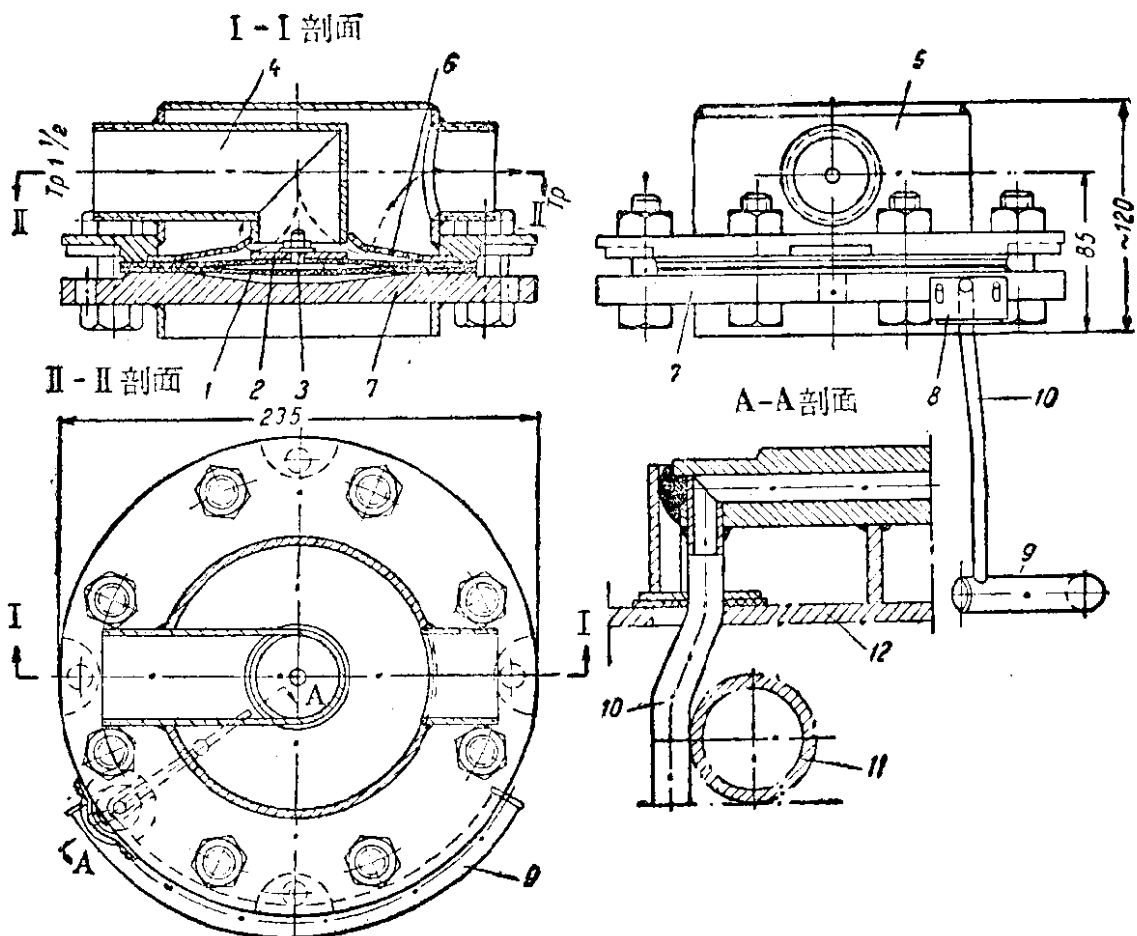


图 8 自动作用的РПД-С-Ⅱ型調節器

- 1—橡皮制的双层隔膜； 2—圆盘； 3—螺栓； 4—弯管； 5—外壳；
6—带孔的圓錐体； 7—底座； 8—凸板； 9—粗管； 10—細管； 11—蛇形管的上肢； 12—冷凝器的上緣