

高等学校教学用书

船舶制冷装置

B. Л. 苏尔维洛著

高等教育出版社

PDF

高等学校教学用书



船舶制冷装置

B. J. 苏尔维洛著

閻永閻 楊春齡譯

軍事工程学院

★ 220953 ★

图书馆藏书



高等教育出版社

本书系根据苏联国立河运出版社 (Государственное издательство "речной транспорт") 1954 年出版、技术科学博士苏尔维洛 (В. Л. Сурвилло) 教授著“船舶制冷装置” (Судовые холодильные установки) 一书译出。原书经苏联河运部教育司审定为本运工程学院轮机系教科书, 供学生在攻读船舶制冷装置及空气调节时阅读。

本书对于专业性质相近的学生、海河船队工作者、修造厂中的技术人员及制冷工程从业人员, 都有参考价值。

本书专门论述各种船舶制冷装置的理論、計算、結構、管理等問題。书中所提到的隔热計算是相当新穎的; 有关吸收式制冷装置的計算和計算所用的图表, 也是一般书上所少見的。此外, 在空气调节方面本书也作了相应的論述。

本书由大连海运学院湯永闊、楊春齡譯, 并由楊春齡整理定稿。

船舶制冷装置

В. Л. 苏尔维洛著

湯永闊 楊春齡譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內大街 7 号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 054 号)

京华印书局印刷 新华书店发行

统一书号 15010·707 开本 850×1168 $1/32$ 印张 8 $1/16$ 插页 5

字数 209,000 印数 0001—1,200 定价 (7) 1.30

1959 年 4 月第 1 版 1959 年 4 月北京第 1 次印刷

序

苏联在伏尔加河上以及其他河川上所进行的巨型水工建筑，已经开辟出了许多拥有巨型水库的新的水道。由于这个缘故，在河运工作者面前，在建造那些在任何气候下，都能安全地在水库上航行的新型船舶方面，就摆着许多艰巨而紧要的任务。

干旱的南部地区，因上述水工建筑所获得的灌溉，就为内河运输招来了大量的冷藏的货流。为了调运这些货物，势将建造许多新的装有最新制冷设备的冷藏船。除此而外，在所有新的内河客货船上，也还将装设供食物冷库使用的各种制冷机，以及供空气调节用的各种制冷装置。

因此，内河船队中的轮机工程师们，就必须在现代制冷机和制冷装置方面，作应有的准备。为了解决这个问题，就需要很多相应的参考书籍。

本书系作为船舶制冷装置的教科书编写而成，供苏联河运部水运工程学院轮机系学生使用。

本书的头两章，是关于本题的综述。在这两章里，陈述了船用制冷机和制冷装置在结构上和工作上的一般原则，以及各种压缩机及其附属设备的构造

第三章提供了船舶隔热的计算，以及装置所需制冷量的确定。这些问题，对于内河船队工作者来说，都是十分重要的，因而作者也就使它写得尽可能完美无缺。然而，却并没有用全书的篇幅来推导那些关于中间甲板、隔仓壁、围带区以及支柱等处线性传热系数的十分繁杂的算式。

第四章包括了压缩机主要尺度的计算以及如何为已知的船舶

装置选择压缩机。此外，本章还提供了有关复级压缩的概念。

在第五章里，阐述了船舶制冷机及制冷装置的各种附属设备的热力计算。内河船队工作者们，往往要为一个既定的船舶制冷装置，选择一些附属设备。而这个工作，只有根据各该设备在船上工作条件下的详细热力计算才能完成。按单位热负荷来近似地决定这些设备所需的工作表面积，可能会导致错误。

第六章提供了船用制冷机和制冷装置的试验，而第七章则叙述它们的管理。

在第八章中，论述了吸收制冷机的基本原理和计算基础。

最后的第九章，包括了对调节器的计算和它们的构造的叙述。

——著者——

目 录

序	vi
第一章 水上冷藏运输, 制冷的方法和制冷机的类型	1
第一节 冷藏的生物学基础, 冷藏链, 冷藏船的运用及分类, 制冷机在客船上的地位, 水上冷藏运输的发展简史	1
第二节 制冷的办法, 制冷机和它们的分类, 进行卡诺循环和它的制冷系数	3
第三节 吸收制冷机及其在船上应用的前景	6
第四节 空气制冷机	10
第五节 用易液化气体进行工作的压缩制冷机, 制冷剂的性质	13
第六节 调节阀的影响, 过冷作用, 湿压和干压过程, 压缩机余隙容积的影响	31
第七节 汽水制冷机的构造和作用, 它们的优缺点和应用范围	36
第二章 船舶压缩制冷机的构造和船舶冷藏间的装备	39
第一节 船用二氧化碳、阿摩尼亚和氟利昂压缩机的构造	39
第二节 蒸发器的各种型式和它们的比较	52
第三节 盐水及其性质	61
第四节 冷凝器的各种型式和它们的比较	65
第五节 空气冷却器的功用、构造和比较	70
第六节 制冰器的构造	76
第七节 河船所用制冷剂的选择, 冷藏仓和食物冷库的冷却系统, 河船制冷装置的总体布置	79
第八节 隔热材料和河船上的隔热结构, 河船冷藏间的结构	89
第九节 制冷机的自动装置	98
第三章 河船上的隔热计算和所需的制冷装置制冷量	105
第一节 河船隔热的分区计算法	105
第二节 河船隔热的固热流计算法或尼托齐金计算法	109
第三节 电热相似法, A. P. 特卡切夫和 M. F. 海塔古罗夫线图	117
第四节 河船底部的隔热计算	124
第五节 经隔仓壁和中間甲板四周所传入的热流, 圍带的计算, 經由支柱传入的热流	126
第六节 日照輻射的计算	128
第七节 进入冷藏間中热量的其它来源	129

第八节 船舶冷藏仓的装载定额·适合于各种冷藏货物的最佳温度 and 空气湿度	130
第九节 所需的制冷装置制冷量的计算	131
第四章 各种制冷剂的热线图·压缩机的主要尺度和原动机 功率的确定, 压缩机的定额制冷量、标准制冷量 and 工作制冷量·具有完全中间冷却和不完全中间冷 却的双级压缩	142
第一节 各种制冷剂的 $T-S$ 图和 $p-i$ 图, 压缩制冷机在这些图上的循环	142
第二节 压缩机的理论功	148
第三节 制冷压缩机气缸中的实际过程·压缩机的各种效率	149
第四节 压缩机主要尺度的计算	158
第五节 额定制冷量、标准制冷量和工作制冷量·压缩机在各种工作条 件下各制冷量的相互换算·一些苏联制冷压缩机的性能表	163
第六节 复合循环(两级压缩, 利用来自蒸发器的制冷剂蒸气的过冷, 压缩 制冷机的串联)	166
第五章 船舶制冷机和船舶制冷装置各附属设备的计算	171
第一节 浸没式蒸发器的计算	171
第二节 竖管式蒸发器的计算	175
第二节 套管式蒸发器的计算	176
第四节 壳管式蒸发器的计算	179
第五节 浸没式冷凝器的计算	181
第六节 套管式冷凝器的计算	188
第七节 壳管式冷凝器的计算	192
第八节 元件式冷凝器的计算	195
第九节 $i-d$ 图及湿空气表	195
第十节 用盐水管的干式空气冷却器的计算	197
第十一节 用直接蒸发管的干式空气冷却器的计算	205
第十二节 用套环的湿式空气冷却器的计算	206
第十三节 制冰器的计算	212
第十四节 盐水冷却器的计算	214
第六章 船舶制冷机及制冷装置的试验	216
第一节 机器制冷量的实验测定法	216
第二节 船舶制冷装置的交接试验·苏联河船登记局的法规	223
第三节 各类船舶制冷机在工作时的燃料消耗	224
第七章 船舶压缩制冷机的管理	227

第一节 冷剂的初次加入和补充·冷剂露瓶以及冷剂在初加和增补时的耗用量·····	227
第二节 船舶压缩制冷机的管理·····	230
第三节 船舶压缩制冷机的故障以及排除故障的方法·····	231
第八章 吸收制冷机的理论和计算基础·····	252
第一节 吸收制冷机的理论基础·阿摩尼亚水溶液的图和表·····	235
第二节 吸收制冷机的计算基础·····	243
第九章 河船上的空气调节·····	235
第一节 河船上的空气调节·调节器的构造和自动设备·····	252
第二节 调节器的一般计算·····	265
第三节 供空气调节器用的加热器的计算·····	271
第四节 绝气滤尘器的计算·····	273
第五节 喷淋室和除水器的计算·····	275

附大幅线图三帧

第一章 水上冷藏運輸, 制冷的方 法和制冷机的类型

第一节 冷藏的生物学基础·冷藏鏈·冷藏船 用途及分类·制冷机在客船上的地位· 水上冷藏運輸的发展簡史

大多数的食品,在周圍介質温度增高时,就会很快地腐坏。这样的食品即称为易腐食品。肉、魚、奶制品、蔬菜、水果、野果等都属于这一类。

食品腐坏的原因是由于其組成部分(碳水化合物、蛋白質和脂肪)的分解。这种分解則是由細菌和霉菌所造成,它們都存在于周圍介質之中,或是食品的表面及內部。冷藏的作用在于:当温度降低时,細菌和霉菌的活动即便減緩,而且几乎不能繁殖。

还在远古时代,人类就知道了冷藏的作用。然而,采用冷气来保存易腐的食品,則还是在十九世紀五十年代之后的事,那时,制冷机已經造成。

为了将易腐的食品从它們的制造場所運送到消費場所去,就需要所謂的冷藏鏈,冷藏鏈的組成部分是:屠宰場、魚場以及奶油制造厂等处的冷藏庫(冷藏箱),水上的以及鉄路上的冷藏運輸,分配冷藏箱以及港口冷藏箱。

內河冷藏運輸乃是冷藏鏈中的一环。

用来運送易腐食品的貨船,称为冷藏船。

在漁业船队中同样也有冷藏船,它們的用途即在于冷却并冻结所捕获的魚类,并将它們運送到港埠上。所以冷藏船可分为运

輸冷藏船和漁業冷藏船等二种。

制冷机不仅装設在冷藏船上, 而且, 也还装設在客船上。在那里, 它們被用来冷却食物庫和制造人造冰。此外, 在近代客船上則还設有空气調节装置, 这种装置, 同样也需要制冷机。空气調节的目的即在于使某些艙室的气温和湿度, 維持在使人舒适的境地上。

公元 1874 年, 人們即曾应用冰盐混合物, 首次成功地在海上完成了鮮肉的运输。

在那个时候之前, 人們就曾建造过吸收制冷机和空气制冷机。在这些机器之后, 首先出現的是二氧化硫制冷机, 紧接着則是阿摩尼亚制冷机。二氧化碳制冷机則是在十九世紀八十年代的头几年才造成的。

在那时, 安全而又沒有气味的空气制冷机和二氧化碳制冷机在冷藏船上曾最为流行。冷藏艙中的温度, 当运送肉类时, 依靠制冷机的帮助, 已經維持在 0° 到 -8°C 的範圍內。

可以想見, 当航行時間持續數个月时, 而所有被运送的肉类, 仍能保持令人滿意的状况。

公元 1888 年, 在伏尔加河上, 曾建造过第一艘冷藏駁船, 船上裝有空气制冷机, 它的載重量为 160 吨。这艘船曾把鮮魚从阿斯特拉汗 (Астрахань) 运送到北方。从那时起, 内河冷藏运输就在革命前的俄国开始发展起来。公元 1904 年, 在叶尼塞河上, 曾建造了一艘“北方号”冷藏駁船, 它的主要数据是: 船长 60 公尺, 寬 7.8 公尺, 艙高 3.2 公尺, 載重量 160 吨。这艘駁船用来从叶尼塞河河口把魚运到克拉斯諾雅尔斯克 (Красноярск) 去。它的制冷装置采用了二氧化碳制冷机和盐水冷却。装置的制冷量为 55000 千卡/小时。

公元 1907 年, 曾建造了一艘載重量近 500 吨的冷藏駁船, 以用来把鮮魚从黑龙江口运送到伯力 (Хабаровск), 这艘船的尺度

如下:长 66 公尺,宽 13 公尺,舷高 3 公尺。

取船上采用二氧化碳制冷机和盐水冷却。装置的制冷量为 80000 千卡/小时。

然而,在伟大的十月社会主义革命以前,内河冷藏运输是发展得极其緩慢和沒有組織的。只有在革命之后,内河冷藏运输才获得了巨大的发展,并且已在我們社会主义祖国的国民經济领域中成为一个重要的部分。

建造能够自航的内河冷藏船队,只是在苏維埃的年代里才开始的,而且最初的一些冷藏船,还都是由老式的蒸汽或内燃客貨船改建而成的。

例如,在 1925—1926 年間,就曾为西西伯利亚航綫改建了“Павлодар”号和“Хохряков”号蒸汽机船。在这些船上,都曾裝設了带有盐水冷却的二氧化碳制冷机,并且还配置了用来运送冷却貨載的艙間。

在 1937—1938 年間,又曾把几艘客貨船改装成为装运冷冻貨載的船只。它們是:“Полина Осипенко”号内燃机船,和它同型的“Анатолий Серов”号内燃机船,“Борис Щуккин”号内燃机船和与它同型的“Капитан Рачков”号内燃机船,以及“Совет”号、“Сибирь”号、“Карл Маркс”号蒸汽机船。

在卫国战争期間以及战争結束后的头几年里,都曾建造过一些内河冷藏船(“Адмирал Макаров”号,“Адмирал Нахимов”号,“Адмирал Ушаков”号等)。

由于大型水庫的建成,就开始緊張地設計和建造新的内河冷藏船,在这些船上,都装备了制冷工业的最新成就。

第二节 制冷的方法·制冷机和它们的分类 逆行卡諾循环和它的制冷系数

在小規模制冷时,可以利用各种制冷混合剂,然而,用这种方

法来降低温度是极不经济的。事实上, 如硝酸氨 NH_4NO_3 和水的制冷混合剂就是这样。

如果将 1 公斤阿摩尼亚溶于 1 公斤的水中, 那末, 所得溶液的温度即可比它们原有的温度低 26°C 。

阿摩尼亚的比热为 0.4, 而溶液的比热等于

$$\frac{1+0.4}{2}=0.7.$$

因此, 2 公斤制冷混合剂所能吸收的热量将等于:

$$0.7 \times 26 \times 2 = 36.4 \text{ 千卡}.$$

为了使阿摩尼亚能重新成为制冷混合剂, 就需从溶液中脱去全部水分, 这样做, 就要化掉不少于 600 千卡的热量。由此看来, 为了获得 36.4 千卡的冷量, 我们却需要耗费 600 千卡的热量, 显然, 这是极不合算的。

最适用而又便宜的制冷混合剂, 要算是碎冰和食盐的混合剂。只要改变食盐的含量, 就可得到各种不同的温度。在固定式冰箱、保温车箱以及捕鱼船上, 常采用冰盐制冷。

近年来, 称为干冰的固态二氧化碳, 在某些场合中, 已开始取人造冰而代之。为了获得干冰, 就需将液态二氧化碳急速蒸发, 它的遗留部分即成雪状物, 然后再加以压榨。

二氧化碳在 -56°C 时凝固。干冰的比重为 1.56。在大气压力下, 它可由固态直接升华为气态, 而并不经过液态, 为了这个缘故, 故称之为干冰。这也就是干冰显著地优于人造冰的地方。此外, 干冰的制冷量为 158.75 千卡/公斤 (从 0°C 起算), 也显著地高于人造冰的制冷量。每公斤干冰在大气压力下可蒸发而成为 0.0624 公尺³ 的二氧化碳气。虽然固态二氧化碳的价格几乎高达人造冰的十倍, 但是, 总的说来, 使用干冰还是比较有利的。因为在同样条件下, 干冰的耗用量就较少, 而且在使用自然冰时还须

混入盐类。

在需要大量冷量时，采用制冷机来代替冰和制冷混合剂，总是比较有利的。制冷机所产生的冷量，乃是由于从外界以热或功的形式供入能量的结果。目前所有的制冷机，可大别为三种主要的类型：

- 1) 吸收式；
- 2) 压缩式；以及
- 3) 汽水真空式。

压缩式制冷机，按照其所用工质的种类，又可分为空气的和蒸气的（二氧化碳蒸气，阿摩尼亚蒸气，二氧化硫蒸气，氯甲烷蒸气，氟利昂蒸气等等）两种。

任何制冷机的理想型式，都是一种能完成逆行卡诺循环的想象中的机器。这种机器，由于供入了外功 AL 热量单位，故自绝对温度为 T_0 的低温热源吸取热量 Q_0 ，并把 $Q = Q_0 + AL$ 的热量，传送至绝对温度等于 T 的高温热源。

因此，制冷机的热平衡方程式即可写成如下的形式：

$$Q = Q_0 + AL.$$

每小时内从冷藏舱中所吸出的热量 Q_0 对于机器在同时间内所消耗的外功（按热量单位计算）的比值 $\varepsilon = \frac{Q_0}{AL}$ 即称为制冷系数，并用来作为判定各种制冷机完善程度的标准。

对于卡诺循环——不论是正行循环或逆行循环——来说，存在着如下的关系：

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{T}{T_0},$$

式中： Q ——取自高温热源或交给高温热源的热量。

所以

$$\frac{Q-Q_0}{Q_0} = \frac{T-T_0}{T_0} \text{, 或 } \frac{Q_0}{Q-Q_0} = \frac{T_0}{T-T_0}$$

根据机器的热平衡方程式可知 $Q-Q_0=AL$, 因此, 卡诺机器的制冷系数就等于:

$$\varepsilon_0 = \frac{T_0}{T-T_0}$$

显然, 对于按照逆行卡诺循环工作的制冷机来说, 如果两热源的温差愈小, 则系数 ε_0 就愈大。

制冷系数是可以大于 1 的, 所以, 它不应与热效率混为一谈, 后者则是不能大于 1 的。

根据上面的公式, 可得:

$$AL = Q_0 \frac{T-T_0}{T_0} = Q_c \left(\frac{T}{T_0} - 1 \right),$$

由此可知, 当从冷藏舱中吸出同等的热量时, 所消耗的外功就将随舱内温度 T_0 的降低而增加。

例如: 把 1 公斤水冷却 10° 所消耗的功, 就显著地要小于把 0.5 公斤的水冷却 20° 所消耗的功, 尽管两种情况下所必须排除的热量同样都是 10 千卡。

制冷能率, 或称制冷量, 是用机器在单位时间内所排除的热量来衡量的。

在采用公制的国家中, 都用千卡/小时作为制冷能率的单位。

第三节 吸收制冷机及其在船上应用的前景

利用水极易吸收阿摩尼亚的特性, 即可制成间断工作的制冷装置, 如图 1 所示。这种装置由两个容器所组成: 罐 1 和制冰器 2。在罐和制冰器间, 有管路相联。制冰器中装有可使水冻结的容

① 原书误刊为 $\frac{Q-Q_0}{Q} = \frac{T-T_0}{T_0}$ ——译者注。

器 3, 而制冰器本身则按设在有冷却水流动的水槽 4 内。在罐 1 中注入阿摩尼亚水(阿摩尼亚溶于水中的溶液), 并把它加热。当阿摩尼亚水受热以后, 即会产生阿摩尼亚蒸气, 并被引入制冰器 2, 在那里, 由于受到冷却的缘故, 故将发生凝結。当制冰器中已经积聚了足够数量的液态阿摩尼亚时, 罐 1 即可停止加热, 然后, 将它放在水槽 4 内, 而让制冰器 2 留露在大气之中。当罐 1 内的压力下降后, 制冰器 2 中的液态阿摩尼亚就开始蒸发, 并被剩余在罐中的阿摩尼亚稀淡溶液所吸收, 而容器 3 中的水, 也就开始冷却而冻结。当阿摩尼亚蒸气被水吸收时, 放出了很多热量, 为了吸取这些热量, 故需将罐 1 放在冷却水中。

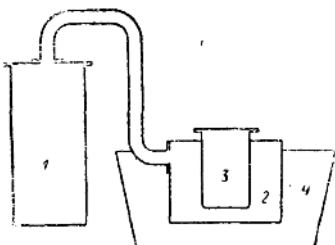


图 1.

图 2 表示一不间断工作的吸收制冷机。这种机器是由发生器或汽锅 1、冷凝器 2、调节器 3、蒸发器 4、吸收器 5 以及换热器 6 等所组成。并用阿摩尼亚的水溶液(阿摩尼亚水)作为工质。溶液置于发生器 1 中, 由于受到流过盘管 7 的水蒸汽的加热作用, 阿摩尼亚就会从溶液中蒸发出来。蒸发出来的阿摩尼亚蒸气流入冷凝器, 并在那里液化, 然后, 在液体状态下通过调节阀 3 流入蒸发器的盘管 8。蒸发器中的压力总要低于冷凝器中的压力(所必须的

图 2 表示一不间断工作的吸收制冷机。这种机器是由发生器或汽锅 1、冷凝器 2、调节器 3、蒸发器 4、吸收器 5 以及换热器 6 等所组成。并用阿摩尼亚的水溶液(阿摩尼亚水)作为工质。溶液置于发生器 1 中, 由于受到流过盘管 7 的水蒸汽的加热作用, 阿摩尼亚就会从溶液中蒸发出来。蒸发出来的阿摩尼亚蒸气流入冷凝器, 并在那里液化, 然后, 在液体状态下通过调节阀 3 流入蒸发器的盘管 8。蒸发器中的压力总要低于冷凝器中的压力(所必须的

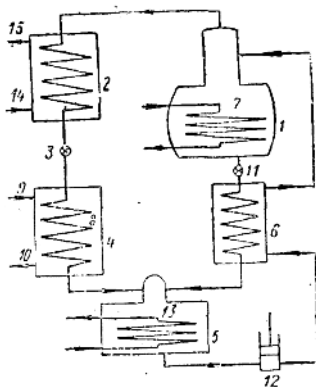


图 2.

压降, 系由调节閥 3 所造成)。因此, 存留在蒸发器盘管中的液态阿摩尼亚, 即会吸收盐水(它循管 9 和 10 流过蒸发器)带来的热量而蒸发。同时, 蒸发器中的盐水也就被冷却, 然后, 由盐水泵沿管 10 送入冷藏船的散冷器。在那里, 盐水吸取了热量, 重又沿管 9 返回蒸发器。

由蒸发器出来的阿摩尼亚蒸气, 被导入吸收器 5, 而在那里被稀淡的阿摩尼亚溶液所吸收。稀溶液是从发生器 1 經閥 11 及换热器 6 的盘管而流入吸收器的。在吸收器中所形成的浓溶液, 则由泵 12 經過换热器而送回发生器。在流过换热器时, 浓溶液就被来自发生器的稀液所加热。由于这个緣故, 发生器中用来加热的蒸汽消耗量就可减少。前面我們曾經指出, 当阿摩尼亚被水吸收时, 就会放出很多的热量。为了吸取这种热量, 故在吸收器 5 中装設盘管 13, 管中循环着舷外水(冷却水)。同样地, 冷凝器也用舷外水冷却, 水沿管 14 和 15 而流动。吸收制冷机的冷却水消耗量, 要比其他类型的制冷机为多。然而, 对于船用制冷机來說, 这种缺点是沒有多大关系的, 因为船的旁侧有着用之不尽而又毋需代价的冷却水。

从热力循环看来, 吸收制冷机不能与那些应用易液化气体进行工作的压缩制冷机相比(在同样的工作条件下, 前者的制冷系数低于后者)。然而, 从利用廢热(蒸汽机船上各輔机的廢汽或是内燃机船上发动机的排气)的进展看来, 吸收制冷机的发生器則可利用低价热能进行加热。这样, 吸收制冷装置就可比压缩制冷装置来得經濟, 因为在压缩式装置中, 驱动压缩机的都是那些需要使用高价热能的原动机。所以, 在冷藏船上, 吸收制冷机应当获得应用, 特别是在那些装有廢热鍋炉的内燃机船上。因为廢热鍋炉将可改作吸收制冷机的发生器。

来自吸收制冷机发生器的阿摩尼亚蒸气, 总会含有少量水汽。

这种混入物必须去除,否则,机器的正常工作状况就会遭到破坏。

把水汽和阿摩尼亚分离的过程称为精馏,用来进行精馏过程的设备称为精馏器。通常,精馏器都装在发生器的顶上,呈钟罩状(图 3)。这样的精馏器共分三层:底层 1 称为残液层,中层 2 称为浓化层,上层 3 称为精化层。在第 1、2 两层的下部,都装有格子板,板上铺放着一层瓷环。在残液层的瓷环上,浇灌着来自换热器(经管 4)的浓溶液,而在浓化层的瓷环上,则浇灌着来自吸收器(不经过换热器沿管 5 而入)的较冷的浓溶液。精化层中装有盘管 6,冷却水即在其中流动。来自发生器的蒸气在自下而上地依次通过所有三个环层之后,即沿管 7 进入冷凝器。

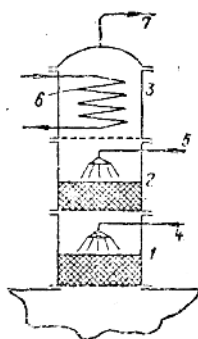


图 3.

精馏的原理就在于:水蒸汽的凝结温度要高于阿摩尼亚蒸汽的凝结温度,因此,当上述两种蒸汽的混合物受到冷却时,水汽必将先开始凝结。因此,当来自发生器的蒸气通过精馏器的各层时,就会受到最强烈的冷却,而被阿摩尼亚所饱和的水蒸汽的凝结水,亦即所谓残液,就返回到发生器中。

瓷环能在不大的容积内造成较大、而为溶液所浸湿的表面,以便加强各层的精馏作用。

目前,使大家对吸收制冷机感到兴趣的问题是:要制造一种功率不大、没有任何运动部件、也不要熟练技术管理的制冷机。

这个问题,已经顺利地解决了。

现在已有一种专供冷藏食物用的自动控制的吸收制冷机。要发动这种机器,只要插好电热器的插头,或燃着一座煤气炉就成。

我们苏联,远在伟大的卫国战争之前,就已制成了一种牌号为