

[51] Int. Cl.

C02F 5/00 (2006.01)

C02F 5/14 (2006.01)



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 200510051761.0

[45] 授权公告日 2008 年 6 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 100395199C

[22] 申请日 2005.3.1

[21] 申请号 200510051761.0

[30] 优先权

[32] 2004. 5.25 [33] JP [31] 2004-154821

[73] 专利权人 栗田工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 大高秀夫 幸田昌赖 井芹一

[56] 参考文献

US 5580462A 1996.12.3

US 5282976A 1994.2.1

CN 1425618A 2003.6.25

CN 1331051A 2002.1.16

马来酸酐三元共聚物的阻垢、分散及缓蚀性能. 喻献国等. 材料保护, 第 36 卷第 2 期. 2003

审查员 张 建

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 高龙鑫 王 颖

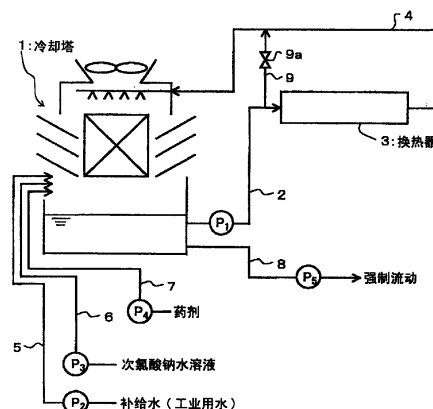
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 1 页

[54] 发明名称

冷却水处理方法和处理药剂

[57] 摘要

本发明可同时防止开放式循环冷却水系统中金属的腐蚀和水垢的障碍。其向冷却水中添加碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂,使碳酸钙微粒在该冷却水中分散,使其在该金属表面上生成防蚀被膜的冷却水处理方法。通过使与金属的腐蚀部位作用的碳酸钙事先能以可分散的微粒形式存在于冷却水中,增多向腐蚀部位的供给量,使碳酸钙防腐膜早期稳定而确实地生成,另一方面通过提高其分散性来防止水垢的过度附着,防止水垢的障碍。为使这种微细的碳酸钙微粒形成和分散,组合使用防止碳酸钙析出用的碳酸钙析出防止剂和超过这种碳酸钙析出防止剂析出防止性能限度的水质中产生的碳酸钙不会粗大化的以一定范围内的粒度被分散的碳酸钙分散剂。



1. 一种冷却水的处理方法，在抑制冷却水系统的金属的腐蚀的同时，防止水垢障碍，其特征在于，

向所述冷却水中添加 1~100 毫克/升的碳酸钙析出抑制剂、1~100 毫克/升的碳酸钙分散剂及碳酸钙微粒或在向所述冷却水中添加 1~100 毫克/升的碳酸钙析出抑制剂、1~100 毫克/升的碳酸钙分散剂时使碳酸钙微粒在冷却水中化学地生成，使所述碳酸钙微粒以 5~100 毫克/升在所述冷却水中分散的同时，使在所述冷却水中溶解的碳酸钙的饱和指数为 1.2~3.5，在所述金属表面生成防蚀被膜；

其中，所述碳酸钙析出抑制剂是选自由下述（2）羧酸聚合物、以及下述（3）羧酸系共聚物组成的群中的一种或两种以上：

（2）聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚马来酸、聚衣康酸、聚丙烯酸盐、聚甲基丙烯酸盐、聚马来酸盐和聚衣康酸盐中的至少一种，

（3）含有 40 摩尔%或其以上的选自由丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及他们的盐组成的群中的一种或两种以上的羧酸成分；以及 5 摩尔%或其以上的选自由碳原子数为 4~10 的链烯、苯乙烯及二环戊二烯组成的群中的一种或两种以上的不饱和烃成分的共聚物；

所述碳酸钙分散剂是从下述（4）羧酸系共聚物和下述（5）非离子性聚合物组成的群中选出的一种或两种以上：

（4）含有 30 摩尔%或其以上的从丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及他们的盐组成的群中选出的一种或两种以上的羧酸成分；以及 5 摩尔%或其以上的从乙烯基磺酸、烯丙基磺酸、苯乙烯磺酸、异戊间二烯磺酸、3-烯丙氧基-2-羟基丙磺酸及他们的盐构成的群中选出的一种或两种以上的含有磺酸基的不饱和烃成分的共聚物，

（5）聚丙烯酰胺、聚乙烯醇、聚乙二醇、聚丙二醇及乙二醇-丙二醇嵌段共聚物中的至少一种。

2. 按照权利要求 1 所述的冷却水处理方法，其特征在于，在所述冷却水中添加从钙盐、重碳酸盐、碳酸盐和碱金属氢氧化物构成的群中选出的一种或两种以上的物质，通过使其与空气接触，使所述碳酸钙微粒析出、分散。

3. 按照权利要求 1 所述的冷却水处理方法，其特征在于，通过使所述冷

却水的水温上升，析出、分散所述碳酸钙微粒。

4. 按照权利要求 2 所述的冷却水处理方法，其特征在于，通过使所述冷却水的水温上升，析出、分散所述碳酸钙微粒。

5. 一种冷却水处理剂，用于权利要求 1 所述的冷却水的处理方法，其特征在于，该冷却水处理剂，含有 5~95 重量%的从下述 (2) 羧酸聚合物以及下述 (3) 羧酸系共聚物构成的群中选出的的一种或两种以上的碳酸钙析出抑制剂；以及 5~95 重量%的从下述 (4) 羧酸系共聚物和下述 (5) 非离子性聚合物构成的群中选出的的一种或两种以上的碳酸钙分散剂：

(2) 聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚马来酸、聚衣康酸、聚丙烯酸盐、聚甲基丙烯酸盐、聚马来酸盐，以及聚衣康酸盐中的至少一种，

(3) 含有 40 摩尔%或其以上的从丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及他们的盐组成的群中选出的的一种或两种以上的羧酸成分；5 摩尔%或其以上的从碳原子数为 4~10 的链烯、苯乙烯和二环戊二烯组成的群中选出的的一种或两种以上的不饱和烃成分的共聚物，

(4) 含有 30 摩尔%或其以上的从丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及他们的盐组成的群中选出的的一种或两种以上的羧酸成分；5 摩尔%或其以上的从乙烯基磺酸、烯丙基磺酸、苯乙烯磺酸、异戊间二烯磺酸、3-烯丙氧基-2-羟基丙磺酸及他们的盐组成的群中选出的的一种或两种以上的含有磺酸基的不饱和烃成分的共聚物，

(5) 聚丙烯酰胺、聚乙烯醇、聚乙二醇、聚丙二醇及乙二醇-丙二醇嵌段共聚物中的至少一种物质。

冷却水处理方法和处理药剂

技术领域

本发明涉及用于同时防止开放式循环冷却水系统的金属腐蚀和水垢障碍的处理方法和处理药剂。

背景技术

在开放式循环冷却水体系统中设置的金属部件，例如碳钢、铜或铜合金制的换热器和反应釜、配管，因与冷却水接触而受到腐蚀，所以一般施加通过添加药剂的防腐处理。

例如为了抑制碳钢制造的换热器、反应釜和配管的腐蚀，过去向冷却水中添加正磷酸盐、六偏磷酸盐、羟基亚乙基二膦酸盐、膦酰基丁烷三羧酸盐等的磷化合物。而且有时还单独添加或者并用锌盐或重铬酸盐之类重金属盐。但是，这些磷化合物或重金属盐的大量使用，特别是重金属盐的大量使用，由于污染水质，有引起对环境重大影响之虑，所以重视其处理或排水处理且需要很大费用。

另一方面，对于铜和铜合金材料的防腐，虽然主要使用含氮的吡咯类或磷锌系药品，但是一旦将大量添加了含氮的药品或磷的冷却水排放到封闭水域中，水域中这些物质的浓度上升，就会因富营养化而形成赤潮等导致环境破坏的问题。

然而，对于不含水垢防止剂，钙硬度和镁碱度高的水系而言，人们知道：碳钢虽然最初腐蚀，但是一旦受到一定程度的腐蚀就难进一步腐蚀。据认为，这是因为因腐蚀反应而使金属表面上氧还原反应活化，产生氢氧离子，金属表面的 pH 增高，因此碳酸钙等水垢析出而覆盖在金属表面上，所以使氧供给量减少，结果腐蚀反应受到抑制的缘故。

但是，水垢在金属表面上的附着，虽然能够抑制腐蚀反应，但是大量水垢的附着，由于换热器或反应釜等中因传热受阻而使效率降低，产生性能不良。而且，在配管系统中因水垢使流体通路变窄，导致泵的喷出压力上升，在显著的情况下会出现配管堵塞之类的各种障碍。

为防止碳酸钙的析出,添加磷酸或聚磷酸等磷化合物或马来酸聚合物是有效的,在开放循环冷却水系统中添加这些化合物一般能防止碳酸钙的析出,杜绝水垢水垢的影响(例如参见特开平 9-174092 号公报)。但是,当水系统的水质超过这些化合物对碳酸钙析出防止性能的界限的情况下,碳酸钙则迅速结晶,招致水垢障碍。而且使用了磷化合物或锌盐的情况下,因磷酸钙或磷酸锌钙的析出同样产生障碍。因此,这些化合物能构成试用的水质受限制,其浓缩倍数上限也受限制等有使用上的限制。

发明内容

本发明目的在于提供一种不会引起上述问题,能够同时防止开放式循环冷却水系统中碳钢和铜、铜合金等金属制设备、机器的腐蚀和水垢障碍的冷却水的处理方法和处理药剂。

本发明的冷却水的处理方法是在抑制冷却水系统的金属的腐蚀的同时防止水垢障碍的冷却水的处理方法,其特征在于向该冷却水中添加碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂,使碳酸钙微粒在该冷却水中分散,在该金属表面上生成防蚀被膜。

如上所述,为了抑制金属的腐蚀,虽然在金属部件的表面上形成碳酸钙防蚀被膜的方法有效,但是要使水中的钙离子和碳酸离子直接生成这种碳酸钙防蚀被膜,由于其反应速度慢,而且对于充分抑制金属腐蚀部位的腐蚀而言其浓度不足,所以并不实用。此外,由于向金属表面供给这些离子取决于在水中的扩散,所以容易受系统内的流速或浓度的影响,稳定而可靠地生成被膜是困难的。

本发明中,通过使与金属的腐蚀部位作用的碳酸钙事先能以可分散的微粒形式存在于冷却水中,增多向腐蚀部位的供给量,使碳酸钙防蚀被膜早期稳定而可靠地生成,另一方面通过提高其分散性来防止水垢的过度附着,防止水垢的障碍。也就是说,本发明中为使这种微细的碳酸钙微粒形成和分散,组合使用防止碳酸钙析出用的碳酸钙析出防止剂和超过这种碳酸钙析出防止剂的析出防止性能限度的水质中产生的碳酸钙不会粗大化的以一定范围内的粒度被分散的碳酸钙分散剂。

本发明中,优选分别在冷却水中添加 1~100 毫克/升碳酸钙析出抑制剂和

碳酸钙分散剂，使碳酸钙微粒以 5~100 毫克/升分散的同时，使冷却水中溶解的碳酸钙的饱和指数达到 1.2~3.5。

作为本发明中使用的碳酸钙析出抑制剂，优选从下述（1）磷酸系化合物、下述（2）羧酸聚合物、以及下述（3）羧酸系共聚物中选出的一种或两种以上物质。

（1）羟基亚乙基二羧酸、2-膦酰基丁烷-1,2,4-三羧酸、氨基三亚甲基膦酸、1-膦酰基丁烷-1,2,3,4-四羧酸和膦酰基富马酸中至少一种物质，

（2）聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚马来酸、聚衣康酸、聚丙烯酸盐、聚甲基丙烯酸盐、聚马来酸盐和聚衣康酸盐中至少一种物质，

（3）含有 50 摩尔%以上的选自由丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及其盐构成的群中的一种或两种以上的羧酸成分，以及 5 摩尔%以上的选自由 4~10 个碳原子链烯、苯乙烯和二环戊二烯构成的群中的一种或两种以上的不饱和烃成分的共聚物。

而且本发明中用的碳酸钙分散剂，优选从下述（4）羧酸系共聚物和下述（5）非离子型聚合物中选出的一种或两种以上物质：

（4）含有 30 摩尔%以上从丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及他们的盐中选出的一种或两种以上的羧酸成分，以及 5 摩尔%以上从乙烯基磺酸、烯丙基磺酸、苯乙烯磺酸、异戊间二烯磺酸、3-烯丙氧基-2-羟基丙磺酸及他们的盐中选出的一种或两种以上含有磺酸基的不饱和烃成分的共聚物，

（5）聚丙烯酰胺、聚乙烯醇、聚乙二醇、聚丙二醇及乙二醇-丙二醇嵌段共聚物中至少一种物质。

本发明中，为防止金属腐蚀和产生水垢而利用碳酸钙微粒，为此例如优选采用下述方法（i）或（ii），使碳酸钙微粒在冷却水中析出和分散。

（i）在所述的冷却水中添加从钙盐、重碳酸盐、碳酸盐和碱金属氢氧化物中选出的一种或两种以上物质使其与空气接触，使所述的碳酸钙微粒析出和分散的方法；

（ii）将所述的冷却水的水温上升，使所述的碳酸钙微粒析出和分散的方法。

本发明的冷却水的处理药剂，其含有 5~95 重量%从上述（1）磷酸系化合物、上述（2）羧酸聚合物和上述（3）羧酸系共聚物中选出的一种或两种以

上碳酸钙析出抑制剂,以及5~95重量%从上述(4)羧酸系共聚物和上述(5)非离子性聚合物中选出的一种或两种以上碳酸钙分散剂,可用于本发明的冷却水的处理方法中。

采用本发明的冷却水处理方法和处理药剂,通过在冷却水系统内的金属表面上,早期稳定地生成不会引起水垢障碍,但是却能充分发挥防腐蚀效果的适当厚度的碳酸钙防蚀被膜,在抑制该金属腐蚀的同时能够确实防止水垢的障碍。

附图说明

图1是表示实施例和对照例中用的间歇式冷却水系统评价试验装置概要的系统图。

具体实施方式

以下详细说明本发明的冷却水的处理方法 and 处理药剂。

本发明的冷却水处理方法中,向冷却水中添加碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂,使碳酸钙微粒分散在冷却水中,使水系统内的金属表面上生成防蚀被膜。

作为在冷却水中添加的碳酸钙析出抑制剂,虽然可以使用过去作为碳酸钙水垢防止剂用的物质等,但是优选举出从下述(1)磷酸系化合物、下述(2)羧酸聚合物和下述(3)羧酸系共聚物中选出的一种或两种以上物质。

(1)羟基亚乙基二羧酸、2-膦酰基丁烷-1,2,4-三羧酸、氨基三亚甲基膦酸、1-膦酰基丁烷-1,2,3,4-四羧酸和膦酰基富马酸中至少一种物质,

(2)聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚马来酸、聚衣康酸、聚丙烯酸盐、聚甲基丙烯酸盐、聚马来酸盐和聚衣康酸盐中至少一种物质。这些羧酸聚合物的分子量优选500~5000左右。

(3)含有40摩尔%以上,优选50~90摩尔%的从丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及他们的盐中选出的一种或两种以上的羧酸成分,以及5摩尔%以上,优选10~50摩尔%的从4~10个碳原子链烯(例如异丁烯、丁烯、异戊二烯等)、苯乙烯和二环戊二烯等不饱和烃成分中选出的一种或两种以上不饱和烃成分的共聚物。这些羧酸共聚物的分子量优选为1000~20000左右。

作为碳酸钙分散剂,优选使用具有这样一种官能团的物质,所述官能团当碳酸钙被羧基吸附时,能使磺酰基等荷电亲水基团和醚类等疏水基团朝着外侧取向,防止粒子间接近;所述碳酸钙分散剂例如可以举出从下述(4)的羧酸系共聚物和下述(5)非离子性聚合物中选出的一种或两种以上物质。

(4)含有30摩尔%以上,优选50~90摩尔%的从丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、衣康酸及他们的盐中选出的一种或两种以上的羧酸成分,以及5摩尔%以上,优选10~50摩尔%的从乙烯基磺酸、烯丙基磺酸、苯乙烯磺酸、异戊间二烯磺酸、3-烯丙氧基-2-羟基丙磺酸及他们的盐等中选出的一种或两种以上含有磺酸基的不饱和烃成分的共聚物。这些羧酸系共聚物的分子量优选1000~20000左右的。

(5)聚丙烯酰胺、聚乙烯醇、聚乙二醇、聚丙二醇及乙二醇-丙二醇嵌段共聚物中至少一种物质。这些非离子型共聚物的分子量优选5000~100000左右的。

冷却水中的碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂的添加量,只要其添加量是足以获得充分效果就可以,虽所使用药剂的种类、处理对象冷却水的水质、以及防腐对象金属的种类而异,但一般分别为1~100毫克/升,优选5~50毫克/升,碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂的总量为10~100毫克/升左右。碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂的添加量一旦过少,就不能获得充分的添加效果,而过多则不经济,而且往往使碳酸钙微粒的生成减慢。此外,特别是在磷化合物的情况下,由于有磷酸钙的析出问题和排水处理问题而不优选。

本发明中,在冷却水中被分散的碳酸钙微粒的必要分散量,因冷却防腐对象金属的种类、处理对象冷却水的水质和水温而异,一般为1~1000毫克/升左右,优选5~100毫克/升左右。在冷却水中分散的碳酸钙微粒数量一旦过少,就不能获得足够的防腐效果,而过多时有导致水垢障碍之虑。

另外,由于冷却水中分散的碳酸钙微粒的粒径大于10微米,或者小于0.01微米时,均无助于防蚀被膜的形成,所以优选含有1~1000毫克/升,特别优选含有5~100毫克/升粒径10微米以下,特别是0.01~10微米的碳酸钙微粒。但是也可以在水中含有粒径小于0.01微米或大于10微米的碳酸钙。通过并用碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂,能使这种碳酸钙微粒生成。

本发明中为使在不致引起水垢障碍的情况下存在充分量抑制金属腐蚀的

碳酸钙微粒，必须使处理对象的冷却水保持碳酸钙的过饱和水。因此，应当根据水温将冷却水的钙硬度、M 碱度和 pH 等设定在一定数值以上。冷却水中碳酸钙的过饱和度越高，碳酸钙的析出量就越多，用于分散碳酸钙的碳酸钙分散剂的用量就会增加，所以应调整到经济的范围内。碳酸钙硬度过高的情况下，可以通过使用软化剂将碳酸钙硬度调整到适当的范围内。反之当过饱和度过低的情况下，则碳酸钙的析出量不足，往往不能获得足够的防腐效果。冷却水的过饱和度以饱和指数计优选定为 1.2~3.5 左右。

为通过将冷却水设定在这种过饱和度上，使预定量碳酸钙微粒分散，虽然可以向冷却水中添加利用旋风研磨机等粉碎机将碳酸钙粗粒粉碎制成的碳酸钙微粒、将氧化钙粉碎成微粒状后与高温碳酸气接触生成的碳酸钙微粒、或者工业上市售的平均粒径为 0.1~5 微米左右的碳酸钙微粒，但是采用以下那样使碳酸钙微粒在冷却水中化学析出的碳酸钙微粒的方法是有利的。

(i) 在冷却水中添加一种或两种以上氯化钙、硝酸钙、氢氧化钙等钙盐，以及一种或两种以上重碳酸钠、重碳酸钾、重碳酸锂等重碳酸盐，碳酸钠、碳酸钾、碳酸锂等碳酸盐，以及氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化锂等碱金属氢氧化物，在冷却塔中使其与空气接触，使碳酸钙微粒析出和分散。

(ii) 利用换热器使冷却水的温度上升，降低碳酸钙的溶解度，使碳酸钙微粒析出和分散。

本发明的冷却水处理方法中，还可以根据需要并用添加碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂以外的在通常的水处理中使用的药剂。例如，当水体系统内含有铜材的情况下，若并用苯并三唑或甲苯基三唑等氮杂茂系衍生物，则能够提高对于铜材的防腐性能。而且还可以并用添加次氯酸钠等杀菌剂。

本发明的冷却水的处理药剂，包括上述本发明涉及的碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂。本发明的处理药剂中，所述的碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂通常分别含有 5~95 重量%，优选含有 20~80 重量%。本发明的处理药剂，既可以事先将碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂混合，也可以分别供给碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂。而且还可以含有碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂以外的各种药剂。

实施例

以下列举实施例和对照例对本发明作更具体说明。

实施例 1~7 和对照例 1~14

利用图 1 示意表示的间歇式冷却水系评价试验装置,进行了实施例和对照例中防腐效果和水垢防止效果的调查试验。

试验中使用的工业用水的水质如下表 1 所示。而且所用的碳酸钙析出抑制剂和碳酸钙分散剂如下表 2 所示。

表 1
工业用水的水质

pH	7.4
电导率 (mS/m)	33
M 碱度 (mg/Las CaCO ₃)	80
总硬度 (mg/Las CaCO ₃)	120
钙硬度 (mg/Las CaCO ₃)	80
氧化硅 (mg/L)	25

表 2
碳酸钙析出抑制剂

A	马来酸/丙烯酸/苯乙烯共聚物 (摩尔比 60: 25: 15,分子量 10000)
B	马来酸/异丁烯共聚物(摩尔比 1:1,分子量 14000)
C	聚丙烯酸 (分子量 2000)
D	聚马来酸 (分子量 600)
E	氨基三亚甲基膦酸
F	羟基亚乙基膦酸
G	2-膦酰基丁烷-1,2,4-三羧酸

碳酸钙分散剂

a	聚乙烯醇（分子量 20000）
b	聚乙二醇（分子量 12000）
c	丙烯酸/乙烯基磺酸共聚物（摩尔比 75：25,分子量 5000）
d	丙烯酸/烯丙基磺酸共聚物（摩尔比 70：30，分子量 3000）
e	丙烯酸/苯乙烯磺酸共聚物（摩尔比 80：20，分子量 8000）
f	丙烯酸/3-丙酰氧基-2-羟基丙磺酸共聚物（摩尔比 80：20,分子量 3000）
g	丙烯酸/羟基甲基丙烯酸酯/异戊间二烯磺酸共聚物（摩尔比 70：10：20,分子量 13000）

图 1 的评价试验装置中，利用具有泵 P1 的循环配管 2 从冷却塔 1 向换热器 3 供给循环冷却水，返水通过配管 4 返回冷却塔 1。5 是补给水的导入配管、6 是次氯酸钠水溶液的导入配管、7 是表 3 所示药剂的导入配管、8 是流动配管，分别具有泵 P2、P3、P4 和 P5。换热器 3 是设有三个外径 19 毫米、长 1500 毫米、厚度 2.3 毫米的碳钢制管的蒸汽加热管通水换热器，这种管上安装有图中未示出的腐蚀计。9 是管路配管，带有阀门 9a。

这种评价试验装置的运转条件如下。

[运转条件]

保有水量：350 升

循环水量：80 升/分钟（包括换热器管路的冷却塔循环水量）

流动水量：4.5～9.5 升/小时（按浓缩倍数计）

补给水：工业用水

补给水量：24～29 升/小时（按浓缩倍数计）

流速：0.3 米/秒钟

浓缩倍数：如表 3 所示

换热器入口水温：30℃

换热器出口水温：50℃（蒸汽加热）

水温温差 Δt ：20℃

次氯酸钠添加量：连续注入使冷却水中残留氯浓度达到 0.3～0.5 毫克/

升

药剂添加量：以表 3 所示添加浓度添加了表 3 所示的药剂。

上述运转进行 30 日，用腐蚀计测定了一次/日腐蚀速度（碳钢）。冷却水中钙硬度分析每周进行一次，利用 0.1 微米的微孔过滤器过滤冷却水，采用滴定法求出了滤液的钙硬度。而且过滤器捕捉部分的钙硬度，加入盐酸煮沸后，用原子吸收法测定。

经过 30 日运转后，从换热器中取出试验管，干燥后每隔 20 厘米将其切断，用于评价附着物和腐蚀孔。试验管的附着物用金属刷子取下，由其干燥重量和管面积计算出水垢的附着速度。而且取下附着物后的试验管利用加入阻蚀剂的盐酸酸洗后，除去腐蚀生成物。利用深度计测定试验管表面上孔的深度，求出其最大值。

将滤液的钙硬度、过滤捕捉部分的钙硬度、换热器中管子的腐蚀速度、腐蚀孔的深度和水垢附着速度示于表 3 之中。其中腐蚀速度、滤液的钙硬度和过滤捕捉部分的钙硬度的测定值，分别采用该期间的平均值。

而且在表 3 中还一并记载了由补给水（工业用水）的钙硬度乘以浓缩倍数的数值，扣除滤液的钙硬度和过滤捕捉部分的钙硬度之和的差值，作为水垢化倾向的指标。

此时溶解在冷却水中的碳酸钙饱和指数如表 3 所示，而且在冷却水中分散的粒径为 0.1~10 微米的碳酸钙微粒量，由 0.1 微米过滤捕捉部分的钙硬度计算为 0~30 毫克/升。

表 3

例	冷却水水质	碳酸钙析出抑制剂		碳酸钙分散剂		冷却水中的钙硬度 (mg/Las CaCO ₃)			冷却水中溶解的碳酸钙的饱和指数	评价效果		
		种类	浓度 (mg/L)	种类	浓度 (mg/L)	0.1微米滤液	0.1微米过滤捕捉	水垢化倾向*4		腐蚀速度 (md)	腐蚀孔深度 (mm/月)	水垢附着速度 (mg/cm ² /月)
实施例	1 工业用水	A	30	a	40	210	30	0	1.44	2.3	0.17	4.7
	2 水3倍浓缩水	B	5	b	20	230	10	0	1.57	3.4	0.13	2.8
	3 工业用水	C	10	c	5	230	5	5	1.57	3.9	0.15	3.4
	4 水4倍浓缩水	D	20	d	20	300	15	5	1.96	2.7	0.21	9.8
	5 工业用水	E	6	e	20	315	5	0	2.03	2.3	0.17	3.6
	6 水5倍浓缩水	F	6	f	15	310	5	5	2.01	1.8	0.16	2.1
	7 工业用水	G	14	g	25	380	15	5	2.31	1.0	0.20	5.5
对 照 例	1 工业用水	A	80			213	0	27	1.45	16.0	0.38	4.3
	2 水3倍浓缩水	B	20			240	0	0	1.63	4.0	0.25	5.2
	3 工业用水	C	20			230	5*1	5	1.60	8.9	0.47	37.6
	4 水4倍浓缩水	D	40			310	0	10	2.01	7.2	0.37	38.0*3
	5 工业用水	E	30			316	0	4	2.04	1.8	0.30	24.3*2
	6 水5倍浓缩水	F	20			310	0	10	2.01	1.6	0.28	27.1*2
	7 工业用水	G	40			376	0	24	2.30	1.9	0.26	11.7*3
	8 工业用水			a	80	155	0	85	0.99	60.5	0.44	38.0
	9 水3倍浓缩水			b	40	160	0	80	1.04	43.2	0.52	27.6
	10 工业用水			c	20	200	0	40	1.37	13.8	0.34	6.0
	11 水4倍浓缩水			d	40	250	0	70	1.69	14.6	0.38	4.2
	12 工业用水			e	30	180	0	140	1.21	28.0	0.42	15.6
	13 水5倍浓缩水			f	30	250	0	70	1.69	5.9	0.36	1.4
	14 工业用水			g	40	230	0	170	1.59	8.3	0.32	2.3

*1 过滤器捕捉物是聚合物与钙离子的胶凝物

*2 附着物的主要成分是磷酸钙

*3 附着物的主要成分是硅酸镁

*4 补给水（工业用水）的钙硬度 X 浓缩倍数 —（滤液的钙硬度+过滤捕捉钙硬度）

表 3 表明采用本发明能够同时防止冷却水系统中金属的腐蚀和水垢障碍。

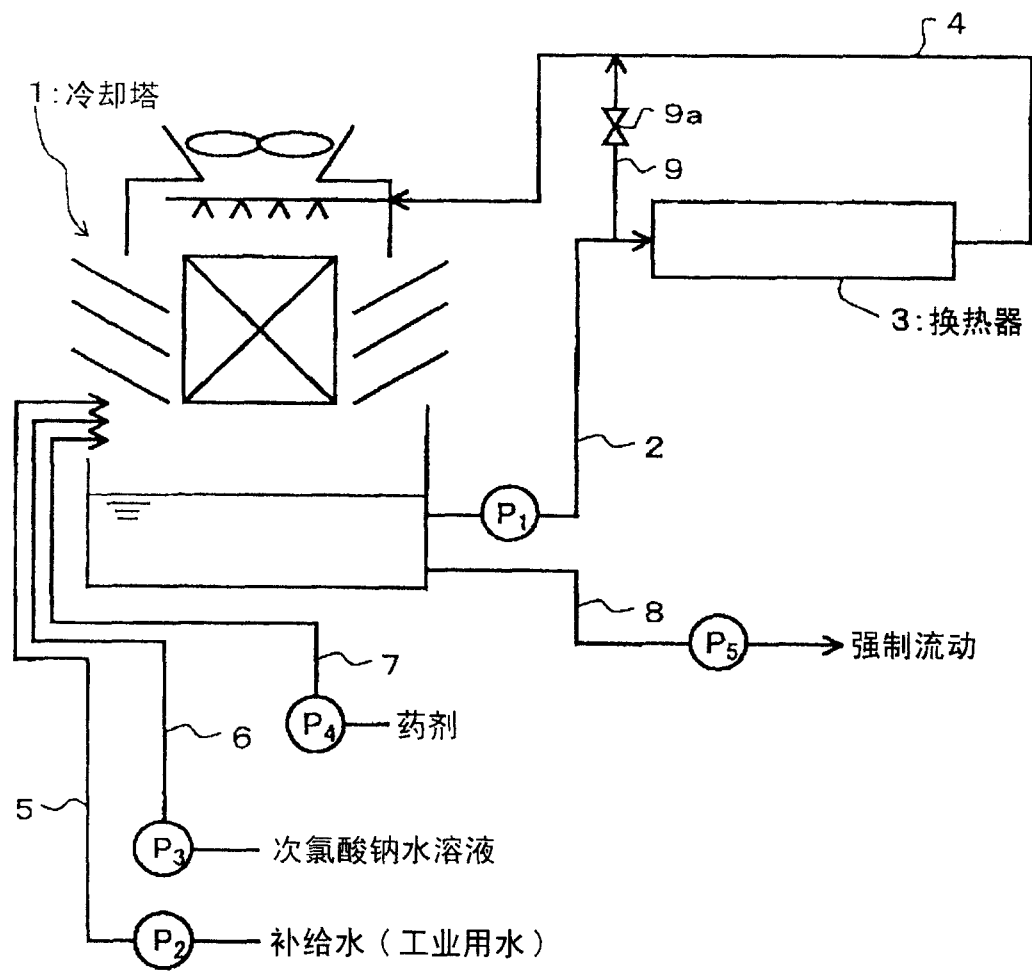


图 1