

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B01D 53/62

B01D 53/78

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 95102255.5

[45]授权公告日 2000 年 3 月 22 日

[11]授权公告号 CN 1050528C

[22]申请日 1995.3.8 [24]颁证日 2000.1.1

[21]申请号 95102255.5

[30]优先权

[32]1994.3.9 [33]JP [31]038267/94

[32]1994.10.6 [33]JP [31]242914/94

[73]专利权人 关西电力株式会社

地址 日本大阪

共同专利权人 三菱重工业株式会社

[72]发明人 三村富雄 下条繁

饭岛正树 光冈薰明

[56]参考文献

EP472180 1992. 2. 26 B01D53/02

GB1305718 1969. 7. 24 B01D53/34

JP530123 1993. 11. 16 B01D53/34

JP530124 1993. 11. 16 B01D53/34

US3923954 1993. 11. 16 B01D53/34

审查员 金泽俭

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

代理人 黄革生

权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图页数 1 页

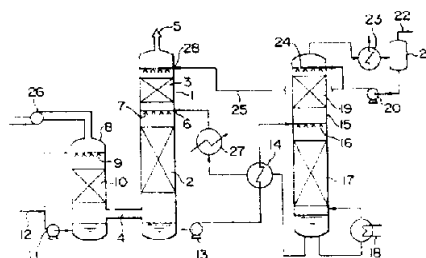
[54]发明名称 从燃烧废气中除去二氧化碳的方法

[57]摘要

本发明涉及一种除去燃烧废气中 CO₂ 的方法, 该法包括使燃烧废气与含有 100 份重氨基酸金属盐(X)、1—25 份重咪唑(Y)和任选的铜化合物的混合水溶液接触。铜化合物的数量使按混合水溶液计二价铜离子的浓度为 10—1000ppm, 氨基酸金属盐有以下通式:



其中, R¹和 R²为氢原子或低碳烷基, 条件是当 R¹为氢原子时, R²为低碳烷基, 而当 R¹为低碳烷基时, R²为氢原子。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种除去燃烧废气中 CO_2 的方法, 该法包括使燃烧废气在常压下与含有 100 份重氨基酸金属盐 (X) 和 1 - 25 份重哌嗪 (Y) 的混合水溶液接触, 氨基酸金属盐有以下通式



其中, R^1 和 R^2 为氢原子或低级烷基, 条件是当 R^1 为氢原子时, R^2 为低级烷基, 而当 R^1 为低级烷基时, R^2 为氢原子, 以及 M 为碱金属。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述的混合物溶液中还含有一定数量的铜化合物, 铜化合物数量使按混合水溶液计二价铜离子的浓度为 10 - 1000ppm.

说明书

从燃烧废气中除去二氧化碳的方法

本发明涉及一种除去燃烧废气中 CO_2 的方法。更具体地说,本发明涉及一种使用含有特定氨基酸金属盐、特定胺化合物以及还可含特定金属化合物的混合水溶液,在常压下除去燃烧废气中 CO_2 的方法。

近年来, CO_2 的温室效应已被看成是地球变暖现象的一个原因。为了保护全球的环境,迫切需要在全球范围提出对策。 CO_2 的来源涉及包括化石燃料燃烧在内的人类活动的所有领域,减少 CO_2 的排放的需求日益增长。由于大量化石燃料用于发电设备(如热电厂),现在正在进行有关从锅炉燃烧废气中除去和回收 CO_2 的方法的大量研究,该法使燃烧废气与烷醇胺等的水溶液接触,以及正在进行有关贮存回收的 CO_2 而不把它排放到大气中的方法的大量研究。

虽然适用的烷醇胺包括单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、甲基二乙醇胺、二异丙醇胺、二甘醇胺等,但通常优选使用单乙醇胺(MEA)。

但是,这样的烷醇胺(MEA 为代表)的水溶液用作从燃烧废气中吸收和除去 CO_2 的吸收剂已不能满足在一定浓度、一定数量的胺

水溶液所吸收的 CO_2 数量、每摩尔有一定浓度的胺水溶液所吸收的 CO_2 数量、在一定浓度下 CO_2 的吸收速率以及吸有 CO_2 的烷醇胺水溶液再生所需的热能等方面的要求。

现在,有许多使用胺化合物等从各种混合气体中分离酸性气体的技术是大家熟悉的。

在日本专利公开 100180/78 中,公开了一种含有至少 50%(摩尔)受阻胺和至少 10%(摩尔)叔氨基醇的胺混合物。受阻胺含有至少一种形成环的一部分并连接到仲或叔碳原子上的仲氨基或者连接到叔碳原子上的伯氨基。此外,还公开了一种除去酸性气体的方法。在该法中,通常的气体混合物与含有上述作为酸性气体物理吸收剂有效的胺混合物和溶剂的胺—溶剂液体吸收剂接触。该专利指出,适用的受阻胺包括 2—哌啶—乙醇[也就是 2—(2—羟乙基)哌啶]、3—氨基—3—甲基—1—丁醇等。适用的叔氨基醇包括 3—二甲基氨基—1—丙醇等。适用的溶剂包括亚砷化合物,溶剂可含有少于 25%(重)的水。作为要处理气体的例子,这里公开的是含有高浓度 CO_2 和 H_2S 的普通气体混合物(如 35% CO_2 和 10—12% H_2S)。而且,在该专利的某些实施例中还使用 CO_2 本身。

在日本专利公开 71819/86 中,公开了一种含有受阻胺和非含水溶剂(如环丁砜)的酸性气体洗涤组合物。列举并使用了 2—氨基—2—甲基—1—丙醇(AMP)等作为受阻单伯氨基醇。在该专利的实施例中, CO_2 — N_2 和 CO_2 — He 混合物用作要处理的气体。而且,胺

和碳酸钾的水溶液用作吸收剂。在该专利中也公开了水的使用。在该专利中,借助反应式说明了在吸收 CO_2 中受阻胺的效用。

在《化学工程科学》第 41 卷、第 4 期、第 997—1003 页描述了含有 2-氨基-2-甲基-1-丙醇(AMP)作为受阻胺的水溶液的 CO_2 吸收性能。常压下的 CO_2 和 $\text{CO}_2\text{—N}_2$ 混合物用作要处理的气体。

在《化学工程科学》第 41 卷、第 2 期、第 405—408 页报导了大约在常温下受阻胺(如 AMP)的水溶液和直链胺(如 MEA)的水溶液吸收 CO_2 和 H_2S 的速率。根据该文,当 CO_2 的分压为 1 大气压时,浓度为 0.1—3 摩尔浓度的这两种水溶液之间的差别很小。但是,当水溶液的浓度为 0.1 摩尔浓度而 CO_2 的分压从 1 大气压降到 0.5 和 0.05 大气压时,在 0.05 大气压下 AMP 的吸收速率大大低于 MEA 的吸收速率。

美国专利 3622267 公开了一种使用含有甲基二乙醇胺和单乙基单乙醇胺的含水混合物纯化用原油等部分氧化得到的合成气的技术。该合成气有高的 CO_2 分压(例如合成气含有 30%40 大气压的 CO_2)。

西德专利 1542415 公开了一种通过将单烷基醇胺等加到物理或化学吸收剂中来提高 CO_2 、 H_2S 和 COS 的吸收速率的技术。同样,西德专利 1904428 公开了一种通过加入单甲基乙醇胺来提高甲基二乙醇胺的吸收速率的技术。

美国专利 4336233 公开了一种通过使用洗涤液来纯化天然气、

合成气和气化煤的技术。该洗涤液含有一种含 0.81—1.3 摩尔/升哌嗪的水溶液或含哌嗪和溶剂(如甲基二乙醇胺、三乙醇胺、二乙醇胺或单甲基乙醇胺)的水溶液。

同样,日本专利公开 63171/77 公开了一种含叔烷醇胺、单烷基烷醇胺等化合物的 CO_2 吸收剂。而哌嗪或哌嗪衍生物(如羟乙基哌嗪)作为促进剂加到该吸收剂中。

此外,还有许多技术是已知的,在这些技术中,在本发明中使用的通式为(1)的氨基酸金属盐水溶液用于从燃烧废气中回收 CO_2 或例如从含有 CO_2 和 H_2S 的合成气中选择性回收 H_2S 。

另一方面,当用与 MEA 水溶液气—液接触的方法从含有 O_2 和 CO_2 的热燃烧废气中吸收和除去 CO_2 的方法连续进行时,所有金属制成的设备都被腐蚀,这些设备包括使含 O_2 和 CO_2 的燃烧废气与吸收溶液接触的 CO_2 吸收塔、加热吸收溶液以释放出 CO_2 从而使吸收溶液再生的再生塔,以及安装在它们之间的管线、换热器和阀门。因此,如果设备用普通化工厂使用的材料制成,那么它的有效寿命会非常短。因此,虽然这样的方法可在实验室规模实施,但它不可能用于工业目的。在美国专利 4440731 中提出一种用于减轻使用含 MEA 或其类似物的水溶液的 CO_2 吸收溶液从含 O_2 和 CO_2 的燃烧废气中吸收 CO_2 的设备腐蚀的方法。根据该专利,至少 50ppm 二价铜离子连同二羟乙基甘氨酸、碱金属碳酸盐、碱金属或铵的高锰酸盐、碱金属或铵的硫氰酸盐、氧化镍或氧化铋等一起加到上述吸收溶

液中。其中公开了,这一方面可抑制 MEA 或其他用作吸收剂的化合物的分解,即使在处理高氧浓度的燃烧废气时。

在这篇美国专利的实施例中,只公开了使用 MEA 作为胺化合物的水溶液的试验。更具体地说,加速腐蚀试验按以下步骤进行:将 30 磅 CO_2 和 15 磅 O_2 加到回流的 30% MEA 水溶液中,并在 130°C 下和在各种腐蚀抑制剂存在下将低碳钢试样暴露在其中。结果,当不加腐蚀抑制剂时,腐蚀程度为约 40—52 英吋/年 (mpy),而当加入 200ppm 碳酸铜 [$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CuCO_3 含量为 56% (重)] 时,腐蚀程度下降到 0.9—1.2 mpy。

此外,还有许多技术是已知的,在这些技术中,含有本发明使用的通式为 (1) 的一种氨基酸金属盐的水溶液被用于从燃烧废气中回收 CO_2 , 以及含有另一种氨基酸金属盐的水溶液被用于例如从含有 CO_2 和 H_2S 的合成气中选择性回收 H_2S 。

如上所述,需要一种从燃烧废气中除去 CO_2 的有效方法。具体地说,选择一种 CO_2 吸收剂是一个迫切的重要问题。当含有一定浓度的该吸收剂的水溶液处理燃烧废气时,每摩尔吸收剂应有高的 CO_2 吸收量,每单位体积水溶液应有高的 CO_2 吸收量,以及这种吸收剂应用高的吸收速率。而且,还希望在分离吸收的 CO_2 使吸收溶液再生中吸收剂所需的热能较少。特别是,希望提高有较低吸收速率(尽管它有高的 CO_2 吸收容量)的吸收剂的吸收速率。

此外,吸收溶液对碳钢的腐蚀性低也是很重要的,因为用于从燃

烧废气中除去 CO_2 的设备大多数由金属特别是比不锈钢廉价的碳钢制成。

鉴于上述这些问题,本发明者对用于除去燃烧废气中 CO_2 的吸收剂进行了广泛的研究,并发现特定的氨基酸金属盐和少量特定的胺化合物一起使用在提高氨基酸金属盐的 CO_2 吸收速率方面是特别有效的。在这一发现的基础上完成了本发明。

因此,根据本发明的第一方面,提供了一种除去燃烧废气中 CO_2 的方法,该法包括使燃烧废气在常压下与含有 100 份重氨基酸金属盐(X)和 1—25 份重哌嗪(Y)的混合水溶液接触,该氨基酸金属盐通式为(1):



其中 R^1 和 R^2 为氢原子或低碳烷基,条件是当 R^1 为氢原子时, R^2 为低碳烷基,而当 R^1 为低碳烷基时, R^2 为氢原子,以及 M 为碱金属。

而且,本发明者还发现,通过将预定数量的二价铜化合物加到上述混合水溶液中可大大降低混合水溶液对碳钢的腐蚀性。本发明也在这—发现的基础上完成。

因此,根据本发明的第二方面,提供了一种除去燃烧废气中 CO_2 的方法。该法包括使燃烧废气在常压下与一种混合水溶液接触,该混合水溶液含有 100 份重氨基酸金属盐(X)、1—25 份重哌嗪(Y)和一定数量的铜化合物。按混合水溶液计,铜化合物的数量使二价铜离子的浓度为 10—1000ppm。氨基酸金属盐的通式为(1)



其中, R^1 和 R^2 为氢原子或低碳烷基, 条件是当 R^1 为氢原子时, R^2 为低碳烷基, 而当 R^1 为低碳烷基时, R^2 为氢原子, 以及 M 为碱金属。

当含有特定氨基酸金属盐(X)和哌嗪(Y)的混合水溶液根据本发明第一方面的方法, 在常压下用作燃烧废气的 CO_2 吸收溶液时, 与仅使用氨基酸金属盐(X)的情况相比, CO_2 吸收速率得到提高。此外, 从再生能耗的观点看, CO_2 可比使用 MEA 时更有效的除去。

而且, 当含有特定氨基酸金属盐(X)和哌嗪(Y)和二价铜化合物的混合水溶液根据本发明第二方面的方法, 在常压下用作燃烧废气的 CO_2 吸收溶液时, 腐蚀性质, 特别是对碳钢的腐蚀性质显著改善。

图 1 是说明可用于本发明的例证性方法的流程图。

在用于本发明的通式为(1)的氨基酸金属盐(X)中, R^1 和 R^2 表示的低碳烷基的例子包括甲基、乙基和丙基。其中, 甲基是特别优选的。用 M 表示的碱金属的例子包括钠和钾。其中, 钾是优选的。用通式(1)表示的氨基酸金属盐的例子包括二甲基氨基乙酸钾和 α -甲基氨基丙酸钾。其中, 二甲基氨基乙酸钾是优选的。

在本发明中, 哌嗪(Y)与氨基酸金属盐(X)一起使用。氨基酸金属盐(X)和哌嗪(Y)的混合比如下: 每 100 份重氨基酸金属盐(X)使用 1—25 份重哌嗪(Y), 优选 1—10 份重哌嗪(Y)。

在含有氨基酸金属盐(X)和哌嗪(Y)的混合水溶液(下文也称

为“吸收溶液”)中,氨基酸金属盐(X)的浓度通常为15—65%(重)。该吸收溶液在本发明的第一方面中用作除去燃烧废气中 CO_2 的吸收溶液。

在含有氨基酸金属盐(X)、哌嗪(Y)和如下述的二价铜化合物的混合水溶液(下文也称为“吸收溶液”)中,氨基酸金属盐(X)的浓度通常为15—65%(重)。该吸收溶液在本发明的第二方面中用作除去燃烧废气中 CO_2 的吸收溶液。

将二价铜化合物加到用于本发明第二方面的混合水溶液中。铜化合物优选的例子包括(但不限于)碳酸铜 $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$,也称为“碱式碳酸铜”。碳酸铜的加入量如下:使二价铜离子的浓度为10—1000ppm,优选100—800ppm,更优选200—600ppm。

正如本发明所用的,术语“常压”包括在常压附近的压力变化,例如使用输送燃烧废气的鼓风机引起的压力变化。在与燃烧废气接触时,混合水溶液的温度通常为30—70℃。

虽然对根据本发明用于除去燃烧废气中 CO_2 的方法没有特殊的限制,但可参照附图1描述本发明的一个实施例。在附图1中,只说明了主要设备,而省略了附属设备。

在附图1中说明的体系有脱 CO_2 塔1、下填料段2、上填料段或塔盘3、去脱 CO_2 塔的燃烧废气进口4、脱 CO_2 的燃烧废气出口5、吸收溶液进口6、喷嘴7、根据需要可安装的燃烧废气冷却器8、喷嘴9、填料段10、加湿和冷却水循环泵11、补充水供水管12、富含 CO_2

的吸收溶液抽出泵 13、换热器 14、吸收溶液再生塔(下文简称“再生塔”) 15、喷嘴 16、下填料段 17、再生加热器(或重沸器)18、上填料段 19、回流水泵 20、CO₂ 分离器 21、回收 CO₂ 的排出管 22、再生塔回流冷凝器 23、喷嘴 24、再生塔回流水供水管 25、燃烧废气进气鼓风机 26、冷却器 27 和再生塔回流水进口 28。

在附图 1 中,燃烧废气借助燃烧废气进气鼓风机 26 加压送入燃烧废气冷却器 8,在填料段 10 中通过与来自喷嘴 9 的加湿和冷却水接触进行加湿和冷却,然后通过燃烧废气进口 4 送到脱 CO₂ 塔 1。与燃烧废气接触过的加湿和冷却水收集在燃烧废气冷却器 8 的下部,并用泵 11 循环到喷嘴 9。因为加湿和冷却水通过使燃烧废气加湿和冷却而逐渐减少,所以通过补充水进水管 12 提供补充水。如果希望使燃烧废气比上述加湿和冷却情况有更大程度的冷却,这一点可通过在加湿和冷却水循环泵 11 和喷嘴 9 之间安装一台换热器以便在加湿和冷却水在供给燃烧废气冷却器 8 以前被冷却的方法来达到。

在脱 CO₂ 塔 1 的下填料段 2 中,加压送入的燃烧废气与由喷嘴 7 喷出的有预定浓度的吸收溶液逆流接触。因此,在燃烧废气中的 CO₂ 通过吸收在吸收溶液中而被除去,已脱 CO₂ 的燃烧废气通入上填料段 3。供到脱 CO₂ 塔 1 的吸收溶液吸收 CO₂,并且反应生成热使吸收溶液的温度比它在进口 6 处的温度更高。该吸收溶液用富含 CO₂ 的吸收溶液抽出泵 13 抽出,用换热器 14 加热,并送入再生塔 15 中。经再生的吸收溶液的温度可用换热器 14 或冷却器 27 调节,冷

却器 27 可安装在换热器 14 和吸收溶液进口 6 之间。

在再生塔 15 的下填料段 17 中,通过用再生加热器 18 加热使吸收溶液再生。经再生的吸收溶液通过换热器 14 和任选安装的冷却器 27 来冷却,然后返回脱 CO_2 塔 1。在再生塔 15 的上部,从吸收溶液中分离出的 CO_2 与从喷嘴 24 喷出的回收水接触,用再生塔回流冷凝器 23 冷却,并送入 CO_2 分离器 21,在那里从通过 CO_2 携带的水蒸汽冷凝得到的回流水中分离出 CO_2 ,然后通过回收 CO_2 的排出管 22 送到 CO_2 回收过程。将一部分回流水用回流水泵 20 循环到再生塔 15,而其余部分通过再生塔回流水进水管 25 送到脱 CO_2 塔 1 的再生塔回流水进口 28。该再生塔回流水含有微量吸收溶液,并通过与脱 CO_2 塔 1 的上填料段 3 中的燃烧废气接触,来除去燃烧废气中的微量 CO_2 。

用以下实施例进一步说明本发明。

实施例 1—4 和对比例 1—4

将 50 毫升混合水溶液装入放在恒温室的玻璃反应器中,该混合水溶液含有表 1 所示浓度的氨基酸金属盐(X)(即二甲氨基乙酸钾或 α -甲基氨基丙酸钾)和哌嗪。该溶液在 40°C 下搅拌的同时,在常压下通入试验气体,其流速为 1 升/分钟。在这里使用一种模型燃烧废气作为试验气体(它相当于由液化天然气燃烧炉产生的燃烧废气)。当由 10%(摩尔) CO_2 、3%(摩尔) O_2 和 87%(摩尔) N_2 组成,其温度为 40°C 。

通入试验气体一直到排出气的 CO_2 浓度与送入气体的 CO_2 浓度相等为止,然后用 CO_2 分析仪(或有机总碳分析仪)测定吸收溶液中所含的 CO_2 的数量。因此,测定了以 CO_2 (标立方米)与吸收溶液(立方米)的体积比和 CO_2 与氨基酸金属盐的摩尔比表示的 CO_2 饱和和吸收量。

而且,用气体分析仪连续测量了玻璃反应器流出气体的组成。因此,测定了 CO_2 在流出气体中的最初浓度和 CO_2 的吸收程度(也就是最初的吸收程度)。

从表 1 所列的结果可以看出,当根据本发明氨基酸金属盐(X)和相对少量哌嗪(Y)一起使用时,流出气中的最初 CO_2 浓度比只使用氨基酸金属盐(X)的情况有明显地下降,说明吸收速率显著提高。当二甲基氨基乙酸钾与少量哌嗪一起作用时,更是如此。从这一事实也可看出,当二甲基氨基乙酸钾与少量哌嗪一起使用时,达到 90% 饱和率所需的时间相当大地缩短。

为了比较,只用哌嗪或 MEA 所得到的结果也列入表 1。

表 1

	吸收剂 浓度%(重)		CO ₂ 饱和吸收量		90%饱和吸收量		流出气中最初 的CO ₂ 浓度 (%)	最初的吸 收程度 (%)
	氨基酸金属盐 (X)	哌啶 (Y)或 MEA	CO ₂ 与氨基酸 金属盐(X) 的摩尔比	CO ₂ (mol)与吸收溶 液(m ³)体积比	时间 (小时)	CO ₂ (mol)与吸收溶 液(m ³)体积比		
对比例1	二甲基氨基乙酸钾 (30)	—	0.83	39.7	1.5	23.8	7.0	82.8
实施例1	二甲基氨基乙酸钾 (30)	哌啶 (1.5)	0.87	41.4	0.8	46.6	1.4	87.2
实施例2	二甲基氨基乙酸钾 (30)	哌啶 (3.0)	0.92	44.0	0.6	65.9	0.6	94.6
对比例2	α -甲基氨基丙酸钾 (30)	—	0.69	32.7	0.5	58.9	1.0	90.9
实施例3	α -甲基氨基丙酸钾 (30)	哌啶 (1.5)	0.75	35.8	0.6	53.8	0.8	92.7
实施例4	α -甲基氨基丙酸钾 (30)	哌啶 (3.0)	0.75	35.9	0.7	46.1	0.3	97.8
对比例3	—	哌啶 (15)	0.84(+)	32.9	—	—	—	—
对比例4	—	MEA (30)	0.56(±#)	61.6	0.7	92.7	0.0	99.9

(+)CO₂与哌啶摩尔比, (±) CO₂与MEA摩尔比

实施例 5 和对比例 5

为了进一步研究再生吸收溶液所需的热能,就实施例 1 和对比例 4 所使用的吸收溶液(浓度为 30%(重)),测量了吸收溶液与 CO_2 之间反应的热量(即由于 CO_2 的吸收释放的热量)。具体地说,将 200 克要试验的吸收溶液放入绝热的试验仪中,并用电磁搅拌器搅拌,一直到吸收溶液的温度稳定为止。然后将纯 CO_2 通过试验仪鼓泡,其流速为约 200 毫升/分钟,连续记录试验仪进出口处 CO_2 的流速和吸收溶液的温度。当 CO_2 在试验仪出口处的流速迅速增加时试验就完成了。

对于不同的吸收的 CO_2 摩尔数量的间隔,从吸收到吸收溶液中的 CO_2 摩尔数(摩尔吸收量)以及从鼓 CO_2 开始温度升高值计算出每摩尔吸收到吸收溶液中的 CO_2 释放的反应热(千卡/摩尔)。通过将 200 克水放入试验仪中,加热器在 30 伏和 0.3 安下操作一预定的时间,然后测量温度升高值来测定试验仪的热容量。试验温度为 20—80℃,测量时的室温为 20—25℃。如此得到的结果列入表 2。

表 2

CO ₂ 与吸收剂的 摩尔比	对比例 5: MEA (千卡/摩尔)	实施例 5: 二甲基氨基乙酸钾 + 哌嗪(%) (千卡/摩尔)
0 - 0.10	19.2	16.1
0.10 - 0.20	20.2	11.3
0.20 - 0.30	19.6	11.8
0.30 - 0.40	19.8	12.1
0.40 - 0.50	18.5	10.7
0.50 - 0.60		12.4
0.60 - 0.70		11.0
0.70 - 0.80		10.6
0.80 - 0.90		9.7
0.90 - 1.00		11.0
1.00 - 1.10		9.9

(*) 哌嗪加入量为 3%(重)

正如可从表 2 看出的那样, 本发明使用的混合吸收剂与 CO₂ 之间的反应热小于只使用 MEA 时的反应热。因此, 业已发现该混合吸收剂是有好处的, 因为再生它所需的能量比使用 MEA 的情况要小得多。

实施例 6—7 和对比例 6—7

依次用 120 号、240 号和 400 号砂纸打磨碳钢(SS41)的试片(其表面积约 1.9 平方英寸, 重约为 8.2 克), 用丙酮洗涤, 真空中干燥, 然后称重。

此后, 将该试片放入装有 700 毫升先用 CO₂ 饱和的吸收溶液的玻璃试验容器中。在大气气氛中, 将该试验容器放入不锈钢制的 2 升压力容器中, 然后紧闭。

将该不锈钢压力容器放在高温干燥器并在 130°C 下放置 48 小

时后,取出试片、洗涤、真空中干燥并称重。对于每一吸收溶液,该试验进行两次。如此得到的结果列入表 3。在该表中,术语“铜离子”指的是将一定数量加到吸收溶液中的碳酸铜,以达到表中所示的二价铜离子浓度。

表 3

	混水溶液	腐蚀程度(毫米/年)*
实施例 6	二甲氨基乙酸钾:30%(重) 哌嗪:3%(重) 铜离子:500ppm	0.5 (214)
对比例 6	二甲氨基乙酸钾:30%(重) 哌嗪:3%(重)	5.4 (22)
实施例 7	α -甲基氨基丙酸钾:30%(重) 哌嗪:3%(重) 铜离子:500ppm	2.1 (44)
对比例 7	α -甲基氨基丙酸钾:30%(重) 哌嗪:3%(重)	9.1 (359)

* 括号中给出以天/年表示的数值。

图 1

