

石油化工设备防腐蚀资料汇编

不透性石墨

上海化学工业设计院石油化工设备设计室编

说 明

在毛主席革命路线指引下，为了进一步贯彻全国计划会议精神，加强企业管理，搞好石油、化工设备防腐蚀工作，有力地促进石油、化工生产的迅速发展。燃化部于1972年5月在上海召开了一次石油、化工设备防腐蚀会议，并举办了小型展览会。

为了及时交流各地区，各单位开展防蚀腐工作的经验，互通情报，共同提高，现将石油、化工设备防腐蚀方面有关资料集中汇编成册，供各单位参考。

“石油、化工设备防腐蚀资料汇编”共分八册。

内容如下：（一）涂料；（二）塑料；（三）玻璃钢；（四）砖、板衬里，耐酸混凝土；（五）不透性石墨；（六）硅酸盐材料；（七）耐腐蚀用钢；（八）各厂防腐情况。

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

1972年8月

目 录

不透性石墨制品介绍·····	南通碳素厂 (1)
浮头列管式石墨换热器设计与制造·····	沈阳化工机械实验厂 (17)
无大块石墨花板的石墨列管热交换器 ·····	南京化工厂 (29)
碳化石墨管试制总结 ·····	沈阳化工机械实验厂 (36)
不透性石墨回转真空过滤机试制小结 ·····	旅大氯酸钾厂 (44)
石墨再沸器、石墨泵的试制情况 ·····	北京化工二厂 (51)
石墨压型管的试制 ·····	天津大沽化工厂 (55)
石墨设备的制造及应用 ·····	天津化工厂 (58)
石墨设备在盐酸生产中的应用 ·····	上海燎原化工厂 (70)
自制塑料-石墨冷却器介绍 ·····	青岛化工厂 (80)
石墨换热器的使用及修理 ·····	锦西化工厂 (82)
石墨磷酸吸收塔的使用情况 ·····	大连金光化工厂 (86)
40 吨/日大型“三合一”石墨盐酸合成炉 ···	兰州合成橡胶厂 (89)
环氧石墨压片包衬导热蛇管 ·····	天津染化五厂 (96)
浓、稀硫酸石墨喷射器 ·····	兰州合成橡胶厂 (100)
非金属防腐蚀材料使用情况介绍·····	南通农药厂 (105)

不透性石墨制品简介

南通碳素厂

不透性石墨是用于化工及其它工业的一种新型结构材料。它是人造石墨用合成树脂浸渍或用其它方法制得的一种较理想的非金属材料，具有优良的化学耐腐蚀性、导热性、热稳定性、机械可加工性，有足够的机械强度，比重小，热膨胀系数小，不污染介质及耐磨、导电等特性。因此，它广泛用于化学工业及其它工业。

南通碳素厂，原来是一个二、三十人加工玻璃制品的小工场。一九五八年，在三面红旗的光辉照耀下，为了适应我国社会主义建设的需要，用石磨、石臼、铁锅等土办法开始生产碳素。一九六二年，刘少奇一伙在工业战线上疯狂推行关、停、并、转的反革命修正主义路线，他们借口我厂没有象样设备，生产碳板赚不到钱，把我厂扼杀在摇篮里。无产阶级文化大革命摧毁了以刘少奇为首的资产阶级司令部，一九六七年，碳素生产获得了新生。全厂革命职工狠批了刘贼的“利润挂帅”等反革命修正主义黑货，坚持“自力更生”、“艰苦奋斗”的伟大方针，发扬铁锅加石臼的革命精神，克服了投资少、材料缺、技术力量薄弱等困难，在兄弟单位的大力支持下，自己动手安装了一千吨水压机，制造了二台 560 千伏安的电阻炉变压器，改制了两台卧式挤管机，修旧利废建成了一套合成树脂生产设备，使碳素恢复了生产，拿出了合格的石墨化产品，挤出了不透性石墨管，生产出不透性石墨热交换器等化工防腐设备。

在党的“九大”团结、胜利路线的指引下，广大革命职工

遵循毛主席提出的“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针，发扬继续革命精神，革命生产不断发展。今年生产规模，石墨化产品(碳板、电极)二千吨，不透性石墨管十三万米，各种不透性石墨热交换器九千平方米，并试制成功了“三合一”盐酸合成炉、石墨文氏管、石墨泵等新产品，为化工防腐蚀提供了新设备。

一、不透性石墨的生产方法

由石油焦、沥青焦经预碎、锻烧、粉碎、筛分、配料与溶解后的煤沥青混捏成糊料。糊料经压型、焙烧、沥青浸渍、石墨化成人造石墨。由于人造石墨材料在制造过程中，经高温焙烧而逸出挥发物，以致形成很多微细的孔隙，不但影响到它的机械强度和加工性能，而且在处理有压力的介质时会渗透出来。因此，石墨制化工设备需要采用合成树脂浸渍的方法，或与合成树脂混合压型的方法，来填充孔隙，使它成为不透性。

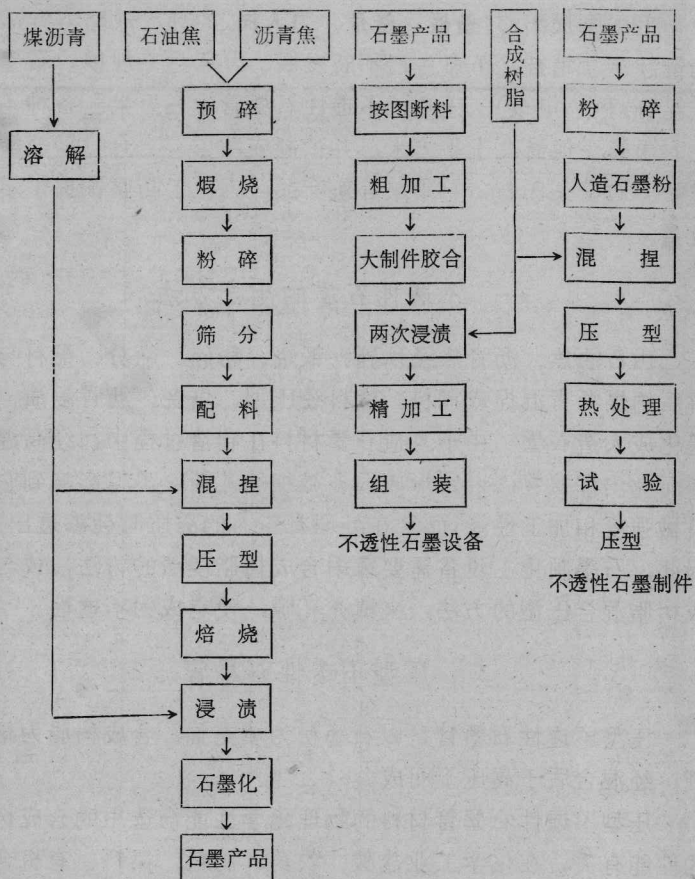
二、压型不透性石墨管

压型不透性石墨管是以石墨粉为填充剂，合成树脂为粘结剂，经混合后于高压下而成。

压型不透性石墨管材料的物理化学性能与选用的合成树脂的性能有关。在化学工业盐酸、农药、肥料、染料、有机合成生产过程中以及湿法冶金、纺织、造纸、石油、食品、医药等工业部门均获得应用。

酚醛压型不透性石墨管：

酚醛压型不透性石墨管因具有较高的化学稳定性，热稳定性，有足够的机械强度，导热率与铅相似，比重轻，是一种较为优良的耐腐蚀结构材料。通常用于制造各种用途的列管式热



(或石墨块、石墨板)

不透性石墨流程

交换器设备，如冷却器、加热器、蒸发器、冷凝器、吸收器，以及输送腐蚀性介质的管道和填充圈等。

性能(见表 1、2、3)：

耐腐蚀性能:

表 1

介 质	浓度(%)	温 度 (°C)	耐 蚀 性
酸 类:			
盐 酸	任 意	沸点以下	耐
硫 酸	<75	120 以下	"
"	80	120	不 耐
亚 硫 酸	任 意	沸点以下	耐
磷 酸	<85	"	"
硝 酸	5	20	"
"	30	50	不 耐
醋 酸	100	20	耐
"	<50	100	"
蚁 酸	任 意	沸点以下	"
草 酸	"	100	"
丁 酸	—	20	"
一 氯 醋 酸	—	沸点以下	"
酒 石 酸	任 意	"	"
脂 肪 酸	"	"	"
氢 氟 酸	<48	"	"
碱 类:			
NaOH	10	20 以下	不 耐
NH ₄ OH	28	50	耐
有机介质:			
丙 酮	100	20	耐
苯	100	—	"
甲 苯		沸点以下	"
汽 油	100	"	"
甲 醇	—	"	"
乙 醇	—	"	"
异 丙 醇	—	"	"
戊 醇	任 意	"	"
二 氯 乙 烷	"	"	"
氯 化 苯	"	"	"

续表

介 质	浓度(%)	温 度(℃)	耐 蚀 性
三 氯 乙 醛	33	20	耐
二 氯 乙 醚	—	20~100	”
丙 烯 腈	—	20~60	”
石 蜡	—	60	”
苯 乙 烯	—	20	”
乙 基 苯	—	20	”
乙 醛	100	20	”
盐类溶液:			
硝 酸 铵	10	20	耐
硫 酸 氢 钠	任 意	沸点以下	”
硫 化 钠	”	”	”
硫 代 硫 酸 钠	”	”	”
硫 酸 铜	”	20	”
硫 酸 铁	”	沸点以下	”
硫 酸 铝	”	”	”
硫 酸 锌	饱 和	60	”
氯 化 铝	任 意	沸点以下	”
氯 化 铵	”	”	”
氯 化 亚 铁	”	”	”
三 氯 化 铁	”	”	”
氯 化 钠	”	”	”
碳 酸 钠	”	”	”
磷 酸 铵	”	”	”
过(二)硫酸钾	5	<60	”
卤 素:			
干 氯	100	—	耐
碘	100	—	不 耐
生产介质混合物:			
合成橡胶生产含酒精废水	—	20	耐
二氯苯+二氯乙烷+聚氯化物	—	100	”
醛 醚 凝 液	—	20	”
扩 散 剂 H	—	20~26	”

续表

介 质	浓度(%)	温 度 (°C)	耐 蚀 性
拉 开 粉	20	20	耐
发 泡 剂	—	20	”
△氯乙烷+盐酸+酒精(染料生产)	—	140~25	”
△湿氯化氢(合成盐酸生产)	任 意	150~260	”
△湿二氧化硫(硫酸生产)	—	80~40	”
△硫酸镍+氯化镍(镍冶炼生产)	—	50~70	”
△硫酸锌+硫酸(锌电解生产)	—	40~60	”
△季戊四醇+盐酸(氯化聚醚生产)	—	180	”
△烷基磺酰氯	—	80~25	”
△硫酸+萘(精萘生产)	含硫酸 70	90	”
△蛋白质水解液(味素生产)	—	70~120	”

注: “△”符号为应用实例。

物理机械性能:

表 2

项 目 名 称	技 术 指 标
容 重 (克/厘米 ³)	1.87
抗拉强度极限 (公斤/厘米 ²)	245~282
抗压强度极限 (公斤/厘米 ²)	711~822
弯曲强度极限 (公斤/厘米 ²)	367~456
热导率 (千卡/米·时·°C)	38.5~27.7(40~120°C)
热线膨胀系数 (1/°C)	$1.48 \sim 1.94 \times 10^{-5}$ (100~200°C)
热膨胀率 (%)	0.108~0.345(100~200°C)
马丁耐热性 (°C)	151
聚合程度	利用丙酮抽提24小时,重量损失< 1%
室温下水压爆破压力 (公斤/厘米 ²)	
φ 22/32	70~90
φ 25/38	70~90
φ 30/42、φ 36/50	50~70
φ 40/55、φ 50/67、φ 65/85、φ 75/100	不低于 50 公斤/厘米 ²

尺寸规格:

表 3

公称直径 (毫米)	内 径 (毫米)	外 径 (毫米)	每米长表面积 (米 ²)		每米长重量 (公斤)
			内 表 面 积	外 表 面 积	
20	22	32	0.069	0.10	0.85
25	25	38	0.078	0.12	1.28
30	30	42	0.094	0.132	1.36
35	36	50	0.113	0.157	1.90
40	40	55	0.126	0.173	2.25
50	50	67	0.157	0.21	2.36
65	65	85	0.205	0.267	4.71
75	75	100	0.235	0.314	6.90

注: 经常生产的产品: $\phi 22/\phi 32$, $\phi 36/\phi 50$ 两种。

不透性高温碳化管:

压型不透性酚醛石墨管经过 300℃ 热处理,使其材质中(酚醛树脂)碳化,改变了线膨胀系数大的缺陷,是制造石墨热交换器设备中很有前途的一种新型管材。

特点:

(1) 线膨胀系数在 130℃ 时,为酚醛不透性石墨管的三分之一。

(2) 耐热度高,使用温度约为 150℃ 左右。

(3) 与酚醛不透性石墨管比较,扩大耐腐蚀范围,且能耐碱,但强度不及酚醛压型不透性石墨管。

(4) 制造工艺简单,不需浸渍处理,生产周期短。

目前不透性高温碳化管,已成功地应用在化工加热、蒸发等传热的管束中,收到显著的效果。

规格: $\phi 22/\phi 32$, $\phi 36/\phi 50$ 两种。

三、不透性石墨设备的制造

不透性石墨设备的制造,随设备结构的不同而异。机械加

工性能与铸铁相似，可进行车、刨、铣、钻、锯等机械加工，其制造工艺过程大致如下：

石墨选材→毛坯下料及粗加工→浸渍→大型制件胶合→二次加工→
→二次浸渍→精加工→组装→试压→成品

注：(1) 用于石墨设备的浸渍剂目前主要是酚醛树脂。

(2) 要求石墨毛坯无裂纹，孔隙率小于 25%，无过大的砂眼等缺陷。

热 交 换 器：

按其结构类型，大致可分为三类：

1. 列管式石墨热交换器。

是一种应用广泛的石墨热交换器适用于单相腐蚀介质的热交换器。主要用作冷却系统(如冷却器、冷凝器)，冷却介质不超过 3 公斤/厘米²，最低使用温度为 -30℃，最高使用温度不超过 120℃。

用于加热系统采用不透性高温碳化的管作为管束时，蒸汽压力不超过 2~3 公斤/厘米²，使用温度不超过 150℃。有的厂使用在减压蒸发条件下，管程真空度为 650~700 毫米汞柱，壳程压力为 2 公斤/厘米²。

列管式热交换器按管程不同可分为单程和双程。

列管式石墨热交换器的特点：

(1) 结构简单，制造方便。

(2) 石墨原材料利用率大，成本低。

(3) 可制成较大的传热面积，目前国内最大已达 400 米²。

(4) 流体阻力小。

(5) 检修和清理方便。

(6) 耐压力低，不适用于强烈冲击、振动及易产生水锤的情况。

规格见下列表：

换热面积 公称 (米 ²)	接管法兰规格 P_g				加热管 数量 (根)	安 装 尺 寸 (毫米)			支 座 数量	孔(ϕ)	总重量(公斤)		
	顶盖 口径	I型		II型		筒 (ϕ)	设备高度				I 型	II 型	
		底盖口径	底盖口径	底盖口径			底盖口径	I 型					II 型
5	80	80	50	50	27	300	3615	3814	2	18	474	456	
10	80	80	50	50	43	350	3635	3880	2	23	538	521	
15	100	100	50	50	73	400	3635	3930	2	23	727	711	
20	100	100	50	50	85	450	3645	3962	2	23	914	869	
25	125	125	50	50	117	500	3665	4020	4	23	1009	1038	
30	125	125	70	70	139	550	3675	4081	4	23	1284	1233	
35	150	150	70	70	157	600	3715	4105	4	23	1541	1467	
40	200	200	70	70	199	650	3765	4361	4	23	1764	1700	
45	200	200	70	70	233	700	3785	4340	4	23	2130	2058	
50	250	250	70	70	263	750	3787	4363	4	23	2444	2366	
60	250	250	70	70	289	800	3795	4350	4	23	2789	2726	
70	300	300	80	80	263	750	4766	5363	4	23	3024	2966	
80	300	300	80	80	289	800	4795	5371	4	30	3240	3180	
90	300	300	100	100	263	750	5766	6363	4	30	3650	3560	
100	300	300	100	100	289	800	5795	6371	4	30	3890	3872	

2. 块孔式石墨热交换器

块孔式石墨热交换器由不透性石墨块、侧盖、顶盖及紧固拉杆等物件组成(见图2)。

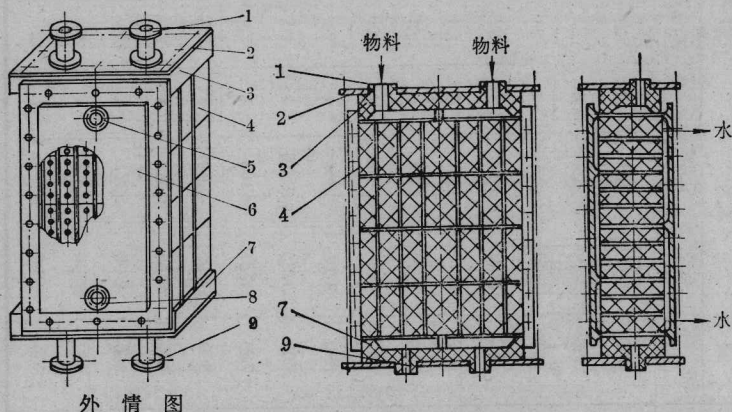


图2 块孔式石墨热交换器结构

1—物料进口管;2—金属护板;3—上盖板;4—基体块;5—冷却水出口管;
6—水室盖板;7—下盖板;8—冷却水进口管;9—冷凝液出口管

在不透性石墨块的两个侧面上,分别钻有同面平行、异面交叉而又贯通的小孔,借助交叉孔间形成的石墨壁两种流体进行热交换。这是目前较为先进的一种石墨热交换器。

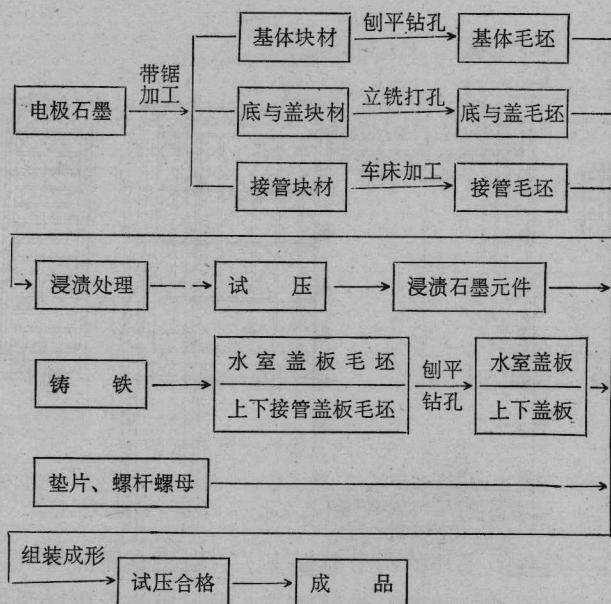
块孔式热交换器的特点是:

- (1) 体积小,结构紧凑,传热系数大。
- (2) 耐压、耐温较高,压力5~7公斤/厘米²,使用温度不超过170℃,
- (3) 适应性强,可用作冷却器、加热器等,且可用于热交换介质具有较强冲击的条件下。
- (4) 传热面积不宜过大,流体阻力大。
- (5) 加工要求较高(钻孔要求)。

块孔式石墨热交换器,由于以浸渍石墨块代替了压型不透

性石墨管,其密封的部位可采用垫片压紧,适用于加热系统。温度或压力较高情况下,用列管式解决不了的可用块孔式来解决。

块孔式热交换器制造过程见下图:



块孔式热交换器的规格见下列表:

换热面积公称 (米 ²)	接 管 法 兰 规 格 (毫米)			安 装 尺 寸 (毫米)		总 重 量 (公斤)
	顶盖口径	底盖口径	进出水口径	外形尺寸	设备高度	
5	50	32	50	510×600	1335	560
10	80	25	50	760×610	1365	1025
15	100	25	50	760×610	1750	1320
20	100	25	50	760×610	2130	1650
25	100	25	50	760×650	2517	1972
35	150	32	80	1130×650	2190	2617
40	200	32	80	1130×650	2575	2970
50	200	32	80	1130×650	2956	3560
60	200	32	80	1130×650	3339	4250

3. 板孔式石墨热交换器。

板孔式石墨热交换器结构原理与块孔式石墨热交换器相同(见图3)。

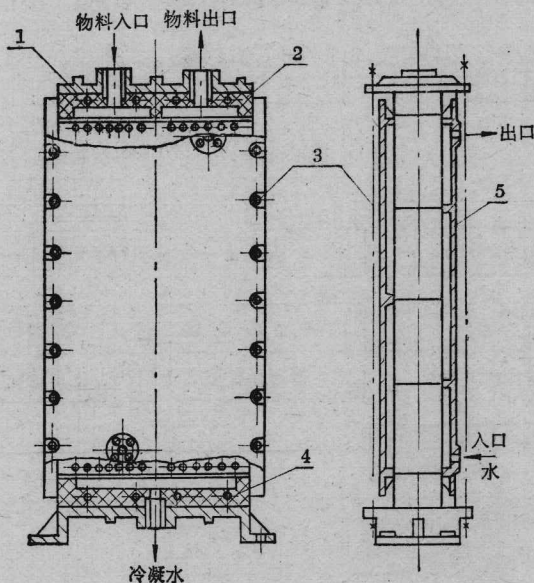


图3 板孔式热交换器

1—顶盖；2—石墨盖；3—紧固拉杆；4—石墨底盖；5—侧盖

在当前石墨化块材不足的情况下，根据我厂自己生产石墨板，参照块孔式石墨热交换器的结构原理，由板材每十块胶结成一组，相当于块孔式石墨热交换器的换热块。它除具有块孔式特点外，还有加工方法要求较低的优点，缺点是胶结缝较多，但隙缝较小。

规格：5 米²，10 米²，15 米²，20 米²四种。

按使用放置方向不同可分为立式和卧式两种。

膜式吸收器：

膜式吸收器在盐酸生产中是一种比较先进的设备。具有下列特点：

- (1) 吸收效率高(99.6%以上)。
- (2) 产品酸浓度高(35%)。
- (3) 酸出口温度低(30~40℃)，不必再冷却。
- (4) 操作稳定，易于

维修。

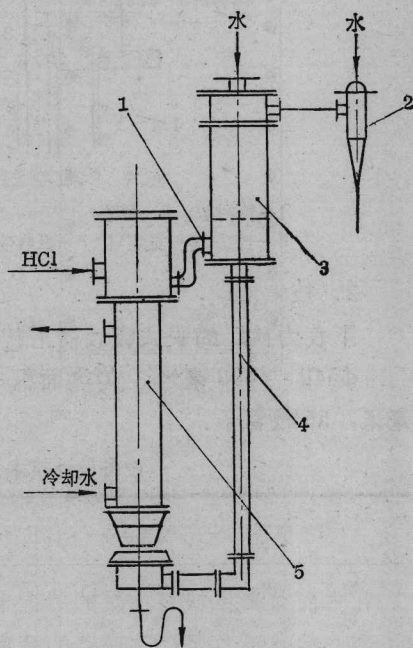
1. 结构：

(1) 基本与浮头列管式热交换器相似，区别在于膜式吸收器上面固定管板的管孔上装有吸收液的成膜吸收器（开有V形槽的吸收堰），在此液体形成一条膜，沿吸收管内表面连续流下。在制造中应保证其具有同一的水平度。

(2) 设有稳压装置，便于控制液面平稳，实现均匀良好的吸收。

(3) 管板、稳压器均为酚醛树脂浸渍石墨，吸收堰、吸收管为压型石墨管($\phi 22/\phi 32$)。

其装置流程(见右图)。



盐酸产品

膜式吸收器装置流程

- 1—稀盐酸下降管； 2—水流喷射泵；
3—尾气吸收塔； 4—一次尾气上升管；
5—膜式吸收器

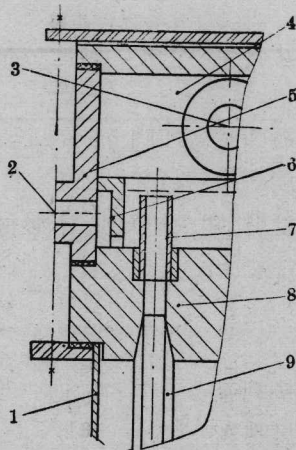


图4 吸收器头部构造图

1—钢衬胶；2—稀酸入口；3—氯化氢入口；4—盖板；
5—封头；6—稳定环；7—吸收堰；8—管板；9—吸收管

2. 技术性能:

下表为某厂的膜式吸收器工艺技术性能表。

$\phi 540 \times 4400$ 毫米, 传热面积 $F=13.5$ 米², $\phi 22/32 \times 3000$ 毫米, 55 根管子。

设备设计技术性能表

项	目	指	标
喷	淋	密	度
总	传	热	系
传	质	系	数
吸收分配率:	膜式吸收塔		72%
	尾气吸收塔		28%
吸	收	率	99.92%
冷	却	水	耗
取	出	热	量
单	管	产	量
			346 公斤/米 ² ·时
			551 千卡/米 ² ·时·度
			127 公斤/米 ² ·时·大气压
			8.58 吨/吨 35% 酸
			137 千卡/公斤盐酸
			1.28 吨/日·管