

汽油回收設備的設計

王家琦 趙振國 編著

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本書介紹汽油回收設備的技術結構，並以橡膠機汽油回收設備的設計理論與裝置為例，敘述設計回收設備中各項計算，如汽體流量的計算，風道網水道網的計算，熱交換器的設計等，可供化工、石油、橡膠等工業技術人員參考。

上海市石油公司用油技術資料之一

汽油回收設備的設計

王家琦 趙振田 編著
魯 錦 審訂

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可証出(93)號

上海市印刷五廠印刷 新华書店上海發行所總經售

開本 787×1092 1/32 印張 5 1/4 插頁 1 字數 115,000

1959年3月第1版 1959年3月第1版第1次印刷

印數 1—2,500

統一書號：15119·1187

定價：(十二)0.70元

前 言

裝置溶剂回收設備为化学工厂节约物資，防止操作工人中毒最为有效的措施。解放前，国内仅有几台进口貨的溶剂回收設備。1955 年开始由于国内溶剂汽油的生产一时尙赶不上整个化学工业迅速发展的需要，我公司即对溶剂汽油回收設備的有关資料进行了系統的研究与收集。几年来协助許多工厂設計裝置了此項設備，不但节约了大量工业溶剂汽油，并且有效的加强了操作工人的劳动保护，因而感到有必要將这些資料公开出来，供各有关方面参考。

本書所介紹的裝置实例与設計例題都系我公司在实际工作过程中几个成功的例子。有关各种汽油餾程等数据都系实验室的資料，書中所介紹的公式大都也經我公司在协助各厂設計过程中反复引用而証明符合实际情况者，所以本書的内容比較切合实际，可以供有关專業的工程技术人員参考用。

本書在編写过程中由于時間匆促，可能发生很多的錯誤，对于讀者們提出的指正意見，我公司將不胜感激。

本書系由我公司王家琦同志以及上海市通用机械制造公司赵振国同志协作編写，并由我公司經理魯錦同志审訂，特此附誌。

上海市石油公司 1958.8.

目 录

前言

緒論	1
第一章 塗膠机汽油回收設備的种类与裝置实例	3
§1 塗膠的意义以及塗膠机的种类	3
§2 汽油回收設備的类型及裝置实例	6
§3 汽油回收設備回收效率的計算	14
§4 回收汽油質量的分析	17
第二章 气体流量的計算	19
第三章 吸气管的放热計算以及尺寸的选择	25
§1 吸气管的热交換	25
§2 吸气管末端溫度的推算	34
§3 吸气管尺寸的选择	35
第四章 冷凝塔、吸收塔的設計	36
§1 外冷式汽油回收設備的热交換	36
§2 內冷式汽油回收設備的热交換	49
§3 活性炭吸收塔的設計	57
第五章 风道網的計算	59
§1 风道網阻力的計算	59
§2 抽风机的种类以及选择方法	79
第六章 水道網的計算	86
§1 水道網水头損失的計算	86
§2 冷凝塔阻力的分析	95
§3 水系的選擇与計算	98
第七章 設計例題	103
§1 外冷式汽油回收設備的設計例題	103
§2 內冷式汽油回收設備的設計例題	135
主要参考书目	157
附录	158

緒 論

在整个化学工业中使用着大量的工业溶剂，例如布料塗膠作业中耗用大量的汽油作为膠料的溶剂，漆布工业、噴漆工业耗用苯、丙酮等作为溶剂，其他如医药工业等也耗用大量的工业溶剂。这些工业溶剂每于使用完毕后即大部挥发到空气中去，这样不仅浪费物资，并且容易造成操作工人的中毒现象。装置溶剂回收设备，就是将这些挥发到空气中的溶剂蒸气密闭起来，重新回收，所以是化学工場中节约物资和加强工人劳动保护最有效的方法。

装置溶剂回收设备，虽然在经济方面与加强工人劳动保护方面都具有重大的意义，但也并不是所有使用工业溶剂的工場都可以装置溶剂回收设备。装置溶剂回收设备时应首先具备下列两个条件：

1. 作业机械的良好密封：溶剂回收设备主要系将已经挥发到空气去中的溶剂蒸气重新回收，所以作业机械的良好密封为装置回收设备最基本的条件。只有在作业机械良好密封的条件下，才能防止过量的溶剂挥发蒸气漏逸到空气中去，利用冷凝或吸收的方法，加以回收。

2. 溶剂的挥发性質：除了作业机械的良好密封外，空气中溶剂挥发蒸气的含量对于回收设备的效率有着决定性的意义，特别是水冷式回收设备，空气中溶剂挥发蒸气的含量必须高于相当于冷凝温度时的饱和浓度，否则不可能得到良好的回收效

果。空气中溶剂挥发蒸气的含量主要决定于加热温度。一般在常温下自然挥发出来的蒸气，由于質地較輕，濃度較低，只有运用高压凝縮或者低温冷凝的方法才能回收。利用一般水冷却的方法，只有在高温加热下，强迫蒸发出来的挥发蒸气，才能有回收的可能性。对于吸收式回收設備，空气中溶剂挥发蒸气的含量过低时，也会影响吸收剂的吸收能力。例如，以活性碳作为吸收剂的回收設備，当通过活性碳吸收塔，空气中工业苯的含量为30克/立方公尺时，每克活性碳吸收剂的饱和負荷为0.33克，当空气中工业苯的含量降低至10克/立方公尺时，每克活性碳的饱和負荷也随着降低至0.26克。

設計水冷式溶剂回收設備时，主要牽涉到气体流量的計算，抽风机的选择，冷凝塔的設計以及冷凝面积的計算等。設計吸收式回收設備时，冷凝塔为吸收塔代替，所以应根据气体流量，气体中溶剂挥发蒸气的含量，吸收剂的吸收能力，吸收塔的每次使用时间，計算吸收塔的尺寸以及吸收剂的数量等。茲先分別扼要介紹如下：

1. 抽风机的选择：裝置溶剂回收設備最好采用罗茲式抽风机，因为罗茲式抽风机流量稳定，設計时可以忽略整个风道網内部的阻力因素。但是罗茲式抽风机制造比較困难，一般多采用低压离心式抽风机。采用离心式抽风机时，必須根据設計的气体流量，詳細計算整个风道網的阻力，再根据各种离心式抽风机的特性曲綫，选择适当的牌号及轉速。在这种情况下，一般計算結果与实际情况略有出入，所以应从实驗中不断校正轉速，或利用风閘、銅絲布等增减阻力，調节流量，以得到最高的回收效率。

2. 冷凝塔、吸收塔的設計：水冷式回收設備中冷凝塔的技术結構对于冷凝效率有非常密切的关系。例如，采用順流热交

換的傳熱效率僅為採用逆流熱交換的0.7~0.8倍。又如設法使熱氣流橫向流過冷凝管時，冷凝管表面的放熱系數即比縱向流過冷凝管時大1倍以上。其他如增加冷卻水與熱氣流的流速，增加騷動，也可以減少薄膜阻力，增加冷凝塔的換熱效率，所以在設計時應充分考慮冷凝塔的技术結構，以得到最高的傳熱效率。以後，再根據所需換熱量，計算合理的冷凝面積。

對於利用活性碳等作為吸收劑的回收設備，吸收塔的尺寸，一般應根據每次使用時間內通過吸收塔的气体流量，以及吸收劑的吸收能力等因素而決定。由於吸收劑的吸收能力與溫度，揮發氣體濃度，溶劑種類等因素有關，並且各種吸收劑的吸收能力也不一致，關係比較複雜，一般系應用實驗的方法求得。

由於各項工業中都廣泛的使用着大量不同的工業溶液，所以溶劑回收設備的種類眾多。這裡不能一一介紹，但其基本原理是一致的。後面幾章中專門介紹布料塗膠作業中耗用汽油數量特別巨大的塗膠機汽油回收設備的設計理論與裝置實例，供各方面參考。

第一章 塗膠機汽油回收設備的 種類與裝置實例

§1 塗膠的意義以及塗膠機的種類

在整個布料塗膠作業中耗用着大量汽油溶解膠料，調配一種汽油膠漿。布料的塗膠就是在布料表面塗上一層汽油膠漿，再利用加熱干燥設備，使膠漿中的汽油蒸發，在布料的表面留下一層薄膠層，例如雨衣布、電氣絕緣布、醫藥用橡皮膏、輪胎、力

車胎帘布的制造等。布料的塗膠在操作上又可以分为刮漿与浸漿两种：刮漿就是在布料的一面或双面分次的刮上一层膠漿，某些布料如輪胎的帘布，为了使膠漿更好的滲入纖維，增加附着力起見，一般以浸漿方式进行。浸漿就是將布料浸入漿槽，在布料两面同时塗上一层膠漿。一般刮漿用的膠漿濃度較大，膠料与汽油的掺合比例在 1:2 左右；浸漿用的膠漿濃度較小，膠料与汽油掺和的比例在 1:4 左右。

塗膠的机械一般有立式塗膠机、臥式塗膠机以及鼓式塗膠机三种。

图 1 系介紹輪胎、力車胎帘布立式浸漿机的工作程序。

首先將需要浸漿的帘布安裝在膠漿槽附近的导布裝置 1 上。布料由导布裝置上导出，繞过扩展輥 3，然后进入膠漿槽 2

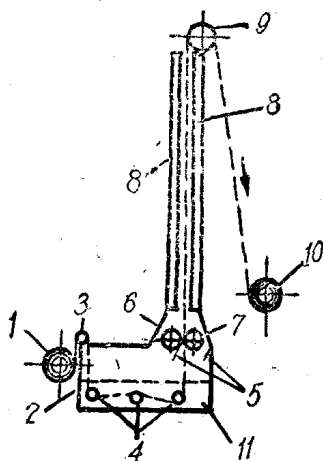


图 1 立式浸漿机工作图

- 1—导布裝置； 2—膠漿槽；
3—扩展輥； 4—引导輥；
5—刮漿刀； 6、7—压緊輥；
8—立式干燥合； 9—拉布輥；
10—卷布裝置； 11—膠漿。

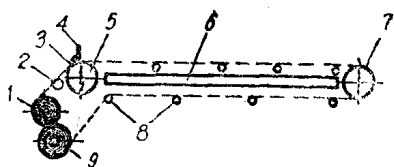


图 2 臥式刮漿机工作图

- 1—导布裝置； 2—扩展輥；
3—膠漿； 4—刮漿刀；
5—工作輥； 6—干燥合；
7—拉布輥； 8—支持輥；
9—卷布裝置

中，在槽內浸透膠漿 11 后，經過引導輥 4 逐漸上升。當布料向上運動時，刮漿刀 5 及壓緊滾 6、7 便將布料表面上過多的膠漿刮下。已浸漿的膠布經過兩旁立式干燥台 8 時，膠漿中的汽油即行揮發。已烘干的膠布經過拉布滾 9 后，即可由卷布裝置 10 卷收待用。整個浸漿工作即告完畢。

圖 2 系介紹臥式刮漿機的工作程序。當刮漿工作進行時，需要刮漿的布料由安壓在導布裝置 1 的滾軸上導出，經過擴展輥 2 之上，再進入刮漿刀 4 與刮漿機工作輥 5 之間的窄縫，在該處塗上一層薄膠漿 3 后，再使膠布通過加熱平台 6。

當膠布通過加熱干燥台時，膠漿中的汽油即行揮發，在布料表面留下一層薄膠。然後使膠布繞過拉布輥 7，經過支持輥 8，最後卷收在卷布裝置 9 的卷軸上。

鼓式刮漿機的工作程序基本上與臥式刮漿機相同。具體的差別就是臥式刮漿機有一個蒸氣加熱干燥台，鼓式刮漿機沒有蒸氣加熱干燥台，而以一個通有蒸氣的空心金屬鼓來代替。刮好膠漿的膠布隨着金屬鼓移動時，金屬鼓表面的熱量促使膠布中的汽油揮發。待膠布脫離金屬鼓時，膠布中的汽油已全部揮

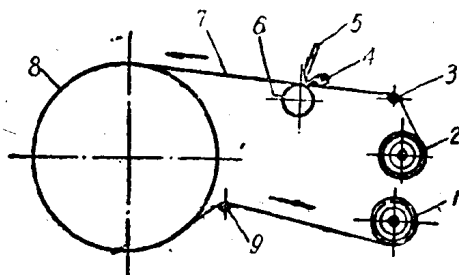


圖 3 鼓式刮漿機工作程序圖

- | | | |
|---------|------------|--------|
| 1—卷布裝置； | 2—導布裝置； | 3—支持輥； |
| 4—膠漿； | 5—刮刀； | 6—工作輥； |
| 7—膠布； | 8—蒸氣空心金屬鼓； | 9—支持輥。 |

发,即可由卷布装置卷收待用。詳細工作程序见图3。

从上面可以看出,汽油在整个布料塗膠过程中所起的作用,只是溶解膠料,制成一种膠漿,便于膠料塗刮到布料上面去。待塗膠工作完毕后,膠布中的汽油即被蒸发。汽油回收設備的主要原理就是将塗膠机的加热干燥台密閉起来,再利用通风設備將密閉在罩內的汽油蒸气导至冷凝塔或吸收塔加以回收。

§ 2 汽油回收設備的类型及裝置实例

塗膠机汽油回收設備的主要原理,前面已經介紹过,就是将加热干燥台密閉起来,利用通风裝置將集中在密閉罩內的汽油蒸气导至回收設備加以回收。回收的方法有用活性碳作为吸收剂的,有用水冷凝的,也有用水冷凝与活性碳作为吸收剂并用的方法。茲分別介紹如下:

(一)水冷式汽油回收設備:

水冷式汽油回收設備的主要原理就是将集中在密閉罩内部的汽油蒸气——空气混合气体导至冷凝設備冷凝回收。运用这种方法,冷却后的混合气体中一般仍含有相当于冷凝温度的飽和濃度汽油蒸气。为了避免这些剩余汽油蒸气的损失,必須將冷凝后的气体重新导入密閉罩內,循环冷凝回收,其程序如图4。

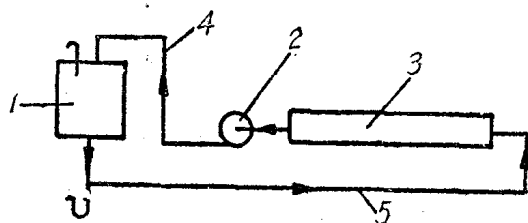


图4 水冷式汽油回收設備工作循环图

- 1—冷凝塔; 2—抽风机; 3—密閉罩;
4—吸气管; 5—回气管。

水冷式汽油回收設備由于汽油蒸气——空气混合气体在冷凝塔內的冷凝方法略有不同，一般可以分为外冷式与內冷式两种；外冷式汽油回收設備的汽油蒸气——空气混合气体在冷凝塔的冷凝管內部通过，冷却水在管外起冷凝作用；內冷式汽油回收設備的汽油蒸气——空气混合气体在冷凝塔的冷凝管外部通过，冷却水在管內起冷凝作用。图 5 系介绍一座裝置在医药用橡皮膏塗膠机上的外冷式汽油回收設備的外型。加热干燥台全部由密閉罩罩住。罩內温度維持在 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。刮好漿的膠布由密閉罩的一端引进，在罩內加热烘干后，由另一端导出。膠布中揮发出来的汽油蒸气全部被密閉在罩內，由一根裝置在密閉罩上面的吸气管导出送至第一只冷凝塔。吸气管头部置有一只三角形喇叭头，喇叭头內部沿壁四周裝有一圈傾斜的“U”形鉄皮槽，以收集吸气管內早期凝結下来的汽油。槽的低的一端裝有考克一只，以放启槽內积聚的汽油用。冷凝塔內部裝有 40 根 1 公尺長的 1 吋冷凝管，冷凝管內部裝有数道銅絲布阻力器，以减低汽油气体的流速，使得到充分的冷凝時間，并催促冷凝后汽油从空气中析出。汽油蒸气——空气混合气体在冷凝管內通过时即与管外的冷却水起了热交换作用，使混合气体的温度剧烈下降，其时大部分的汽油蒸气已凝結下来，由冷凝塔底部流到第一只水封式聚油器中，聚油器下半部放置了許多銅絲布球以濾去油料中的杂质，底部裝置了泄油考克一只，以放启內部聚积的汽油用。由于一次的冷凝作用不可能將混合气体中的汽油蒸气全部冷凝下来，所以由第一只聚油器出来的混合气体通过一只离心式抽风机后，又被送至第二只冷凝塔，由于混合气体的温度在第二只冷凝塔內有了进一步的降低，所以又有一部分汽油蒸气冷凝析出，积聚在第二只聚油器內。混合气体通过两只冷凝

塔后,仍含有一部分汽油,为了避免这些汽油的损耗,所以从第二只聚油器出来的气体,仍由回气管分两路从密闭罩前后两头分别导入罩内,循环冷凝回收。

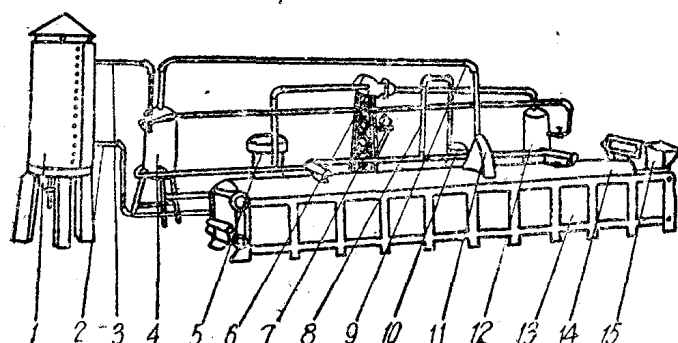


图 5 外冷式汽油回收设备外型

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1—自来水冷却塔; | 2—冷凝水出水管; | 3—冷凝水回水管; |
| 4—第一只冷凝塔; | 5—第一只聚油器; | 6—抽风机; |
| 7—密闭式电动机; | 8—回气管; | 9—吸气管; |
| 10—第二只聚油器; | 11—吸气管喇叭头; | 12—第二只冷凝塔; |
| 13—刮集台; | 14—刮集台密闭罩; | 15—漏斗。 |

两只冷凝塔的冷却水由一只 1 吋出口离心水泵循环运转,由冷凝塔出来的热水由喷头喷在一只圆塔内,由风扇吹冷后再用。上面所介绍的回收设备,每小时耗用工业用汽油 $60 \sim 205^{\circ}\text{C}$ 为 20 公斤,每小时回收汽油数量 $10 \sim 12$ 公斤,回收数量占总耗用量的 $50 \sim 60\%$,其详细构造见图 6。

图 7 系介绍一座卧式轮胎帘布浸浆机的内冷式汽油回收设备的结构。密闭罩的装置方法基本上与图 6 相同。首先在浸浆机的加热干燥台上装置一个白铁皮密闭罩,罩内温度维持在 90°C 左右。布料由导布辊浸入浆槽浸透胶浆,再经压紧辊将布料表面过多的胶浆压去后,即由传导辊以每分钟 2.6 公尺的速度通过密闭罩。在罩内停留时间为 $3 \sim 4$ 分钟。在这个时间内布

料表面膠漿中的汽油已全部揮發，經過冷卻滾冷卻後，即可卷收待用。

吸氣管、回氣管的裝置方法與圖 6 略有不同，圖 6 所介紹的塗膠機系一面塗膠，汽油蒸汽只從布料塗膠的一面揮發出來，所以吸氣管與回氣管都裝在密閉罩的上面，即布料塗膠的一面。圖 7 所介紹的系兩面塗膠的浸漿機，汽油蒸汽從膠布上下兩面同時揮發出來，所以吸氣管與回氣管都裝在密閉罩的兩側。這樣，當布料通過密閉罩時，膠布上下兩面揮發出來的汽油蒸汽即能同時由吸氣管吸出導至冷凝設備冷凝回收。

整個冷凝設備由 3 只尺寸與結構完全相同的直立式冷凝塔組成。每只冷凝塔的上部為冷凝室，下部為聚油器。冷凝室中置有直徑 20 公厘，長 1950 公厘的銅質冷凝管 3 組，每組 24 根，3 組共 72 根。汽油蒸汽——空氣混合氣體由吸氣管導入冷凝室時，冷凝管即在混合氣體中間起冷凝作用，冷凝下來的汽油即流入下部的聚油器內。冷凝室與聚油器中間置有銅絲網一層，以濾去氣體中的雜質，並催促冷卻後的汽油從空氣中分析出來。整個冷凝設備的冷凝水系以一只 2 吋出口離心水泵循環運轉。

上面所介紹的回收設備每小時耗用溶劑汽油 120°C 約 100 公斤，每小時回收汽油的數量約在 60~70 公斤之間，占總耗用量的 60~70%，其詳細結構情況見圖 7。

(二) 活性碳吸收式汽油回收設備：

活性碳是一種多孔性的物質，全身滿布着直徑僅 $0.000001 \sim 0.0000001$ 公厘的超顯微鏡的小孔。每 1 克活性碳的內部表面積高達 $400 \sim 800$ 公尺²，所以對於各種氣體具有非常強烈的吸收能力。利用活性碳作為吸收劑的回收設備就是將汽油蒸汽——空氣混合氣體導至吸收塔，迫使混合氣體通過吸收塔內

的活性碳层,利用活性碳的强烈吸收能力,將混合气体中的汽油吸收下来。运用这种方法,通过吸收塔的气体中一般已很少含有汽油蒸气,所以可以直接导出室外,不再重新导入密闭罩内循环运转。

图 8 系介绍一座以活性碳作为吸收剂的汽油回收设备的装置情况。密闭罩内部的汽油蒸气——空气混合气体由吸气管吸出导至吸收塔 1,混合气体由吸收塔中的活性碳层 3 通过时,气体中的汽油即为活性碳层吸收,純粹空气由吸收塔上部的通风管 4 中排出。待吸收塔 1 内的活性碳层逐渐饱和,吸收能力减退,通风管 4 中排出的气体已能看出有汽油气体时,即应调节阀门,换用吸收塔 2,同时将温度在 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$ 的水蒸气从蒸汽管 5 输入吸收塔 1,將活性碳层吸收的汽油冲出,再将这种水蒸气与汽油混合的气体导至冷凝器 6,冷凝后在贮油桶 8 内,利用密度的差别,分离回收。最后將水蒸气通过的活性碳层以经过预热器 7 加热过的热空气吹干,再以冷风吹冷后即可重新使用。这样,两只吸收塔可以轮流使用。

运用这种方法,即使空气中含有极微量的汽油蒸气也可以回收,汽油中的低沸点部分亦可大部回收,回收效率较高,为现代比较有效的回收方法,但是如果设计或操作不当,也容易影响回收效率。

(三)混合式汽油回收设备:

从上面可以看出,利用水冷却的方法,回收下来的汽油即可使用,工作过程中无需经过换塔,油水分离等步骤,操作较为方便。其缺点就是冷凝后的空气中仍含有一定数量的汽油蒸气,为了避免这些剩余汽油蒸气的损失,保证回收效率,必须將回气重新导入密闭罩内循环运转。这样,在继续不断的循环过程中,

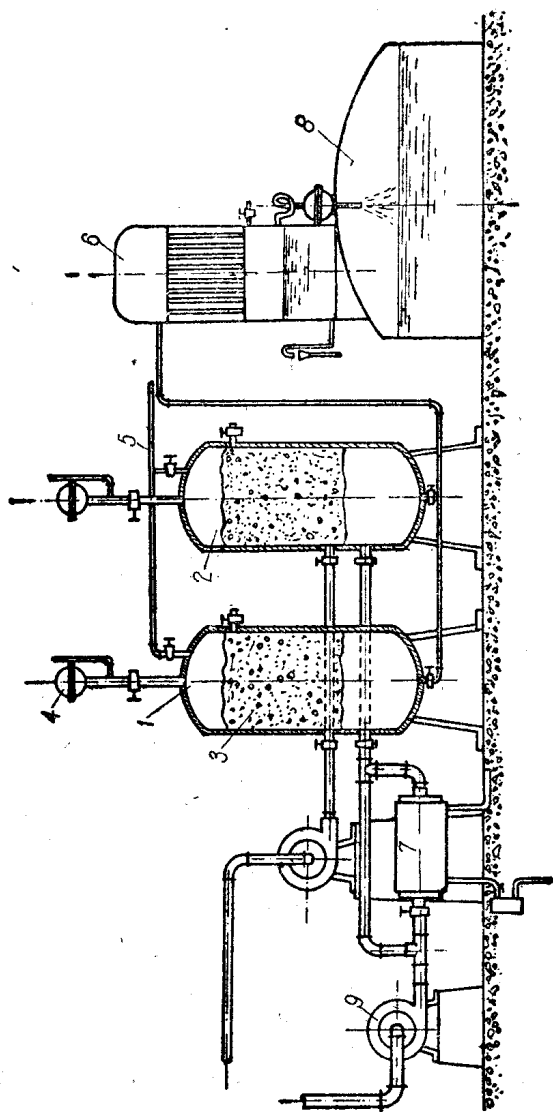


图 8 活性碳吸收式汽油回收设备

- 1、2—吸收塔； 3—活性碳层； 4—通风管； 5—蒸汽管； 6—储油桶； 7—预热器； 8—贮油桶； 9—抽风机。