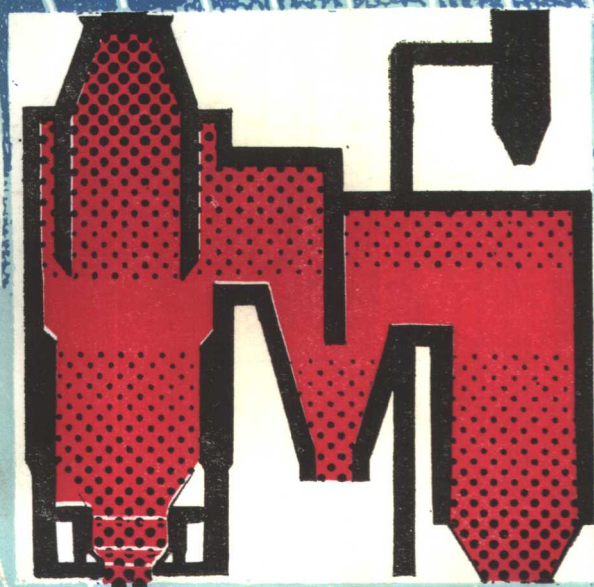


干熄焦装置 工长读本



2

◆ [苏]Р.И.达维德仲 著 ◆ 赵胜 译 ◆ 冶金工业出版社 ◆

干熄焦装置工长读本

〔苏〕P.И.达维德仲 著

赵 胜 译

曲法泉 校

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书系根据苏联冶金工业出版社1980年出版的Р.И.Давидзон著《Мастер установки сухого тушения кокса》一书翻译的。

书中叙述了工业干熄焦装置开工和生产经验；列举了试验研究成果；介绍了干熄焦装置的操作和设备修理；对于焦炭质量、生产组织和生产经济给予很大的关注；研究了装置的安全操作和环境保护问题；提供了基本计算资料。

本书供焦化工业工程技术人员、干熄焦装置工长、班组长和操作工人阅读。

干熄焦装置工长读本

〔苏〕Р.И.达维德仲 著

赵 胜 译

曲法泉 校

冶金工业出版社出版

（北京北河沿大街嵩祝院北巷39号）

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷



850×1168 1/32 印张 4 18/32 字数 118 千字

1987年 11 月第一版 1987年 11 月第一次印刷

印数00,001~2,600册

统一书号：15062·4527 定价1.35元

序 言

苏联炼焦化学工业在历次国民经济发展五年计划期间不断发展和积蓄力量。然而焦炭总产量的80%集中于年产焦炭300万吨以上的大企业。在第十个五年计划的第一年，苏联焦化工业生产了8476万吨焦炭。焦化生产以巨大步伐向前发展，出现了大容积焦炉和干熄焦装置的设计、施工和投产。1975年在西伯利亚冶金工厂投产了苏联第一座年产100万吨焦炭的焦炉，1976~1977年期间，阿夫杰耶沃焦化厂投产了同样的两座焦炉，卡拉千金冶金联合公司投产了一座。每座这样的焦炉均由65个炭化室组成，其容积为41.6米³，高6米，加热煤气下喷。为了建立良好的压力制度和确保新鲜空气供给加热系统，大大改善操作人员的劳动条件，专门往地下室供送空气。

在新焦炉上装有带三个弹簧栓的炉门和推焦除尘装置；装煤车操作完全自动化并装有带旋风除尘器的通风装置以抽出装炉烟气。在焦炉上设有专供内部使用的维修间，用以修理炉门和更换拦焦机的导焦栅。

尽管每吨生铁的焦比达到某种程度的下降，但据专家们预测，到2000年，焦炭的需求量将会增加，因为用矿石直接还原法生产的金属比重还是非常小的。

建设干熄焦装置而增加的基本建设投资在3~5年内即可偿还。由于现代化分层炼焦过程的完善，用气煤和弱粘结性煤制取型焦的新的连续炼焦法将获得发展。在高炉上进行的试验表明，按苏联方法生产的型焦，可以满足现代化高炉生产的要求。在第十个五年计划中，结束了阿尔泰焦化厂的建设，扩建了切烈波维茨，新利比茨克焦化厂和阿夫杰耶沃焦化厂，以及改建了克麦罗沃、克里沃罗格、马凯耶夫卡和马格尼托哥尔斯克焦化厂。

确保钢铁工业焦炭供应方面的这些问题获得成功解决，是焦化工作者在巩固苏联国家威力和社会主义国家合作上做出的杰出的贡献。

目 录

序言

第一章 熄焦方法的发展和改进	1
第一节 湿法熄焦	1
第二节 焦炭的输送及筛分	7
第三节 干熄焦方法的发展史	8
第四节 苏联的干熄焦装置及其应用情况	13
第二章 干熄焦装置的建设和开工	20
第一节 建设过程中的检查和焦炉与干熄焦装置联合投产的 条件	20
第二节 气密性试验	22
第三节 干熄焦装置机器和机械的启动与试运转	23
第四节 熄焦室砌体的干燥和加热	24
第五节 干熄焦装置的停工和二次开工	28
第三章 干熄焦装置的操作和设备修理	31
第一节 干熄焦装置的操作经验和个别部件及联锁装置的改进	31
第二节 往运输机皮带上卸焦炭的同步装置	36
第三节 干熄焦装置的防爆	40
第四节 除尘装置及粉尘的运输	43
第五节 干熄焦装置熄焦室砌体的耐磨性	51
第六节 干熄焦时焦炭的损失	53
第七节 干熄焦装置斜道区内压力制度的研究和气流的 最佳分布	59
第八节 循环气体的组成及其检验	64
第九节 干熄焦装置的计划预检修制度	67
第四章 干法和湿法熄焦的焦炭性质	73
第一节 关于焦炭性质的总述	73
第二节 对高炉用焦炭的要求	73
第三节 湿熄焦和干熄焦的特性比较	85

第四节 高炉用焦炭生产过程的改善途径	88
第五章 干法熄焦装置的若干计算	98
第一节 干熄焦过程的热平衡	98
第二节 焦炭冷却时间的计算	104
第六章 干熄焦的生产组织及经济效果	108
第一节 炼焦化学生产组织的概念	108
第二节 炼焦车间的管理机构及车间规则	109
第三节 干熄焦装置工长的任务和作用	113
第四节 干熄焦的经济效益	115
第七章 大气保护	123
第八章 干熄焦装置操作的安全技术	133
第一节 干熄焦装置工作人员的一般安全措施	133
第二节 在干熄焦装置上的有煤气中毒危险的工作和其他危险 工作	135
参考文献	138

第一章 熄焦方法的发展和改进

第一节 湿法熄焦

熄焦是焦炭生产工艺过程中的重要环节。不久以前，这一过程只用湿法进行。在湿法熄焦时，红热焦炭的热量，约占煤炼焦耗热总量的45~50%未加以利用而浪费掉了。送去熄焦的一部分水，由于蒸发的结果而损失了0.5~0.6米³/吨全焦。湿法熄焦虽然有很多的缺点，但许多国家还在继续使用，这是因为工艺装备简单，且不需要大量投资。

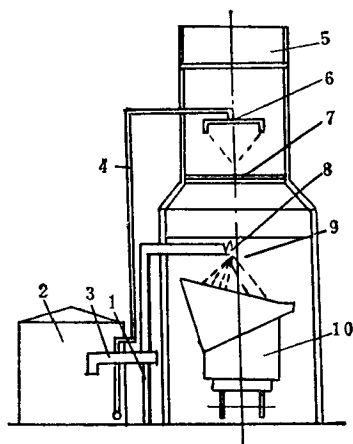


图 1 湿法熄焦装置示意图

1—管道支架；2—熄焦塔泵房；3—从熄焦泵来的管道；4—冲洗捕液木格子焦粉用的供水管道；5—熄焦塔；6—冲洗捕液木格子用的喷头；7—捕液木格子；8—喷洒装置主管；9—喷头；10—熄焦车

德国考伯斯公司于1916年在爱范利达—弗尔前塔农格矿首先使用熄焦车。

现代湿法熄焦装置由熄焦车、走行轨道、带喷洒装置的熄焦

塔、带泥渣挡板的泵房（见图1）组成。熄焦车由电机车带动，沿焦侧轨道走行，可以接受任一炭化室的焦炭并将其运往熄焦塔。熄过的焦炭由风动装置打开斜底下部的闸门从熄焦车卸出，并关上闸门。熄焦车底的倾斜角（ 28° ）可保证焦炭从熄焦车自由地滑向凉焦台。

大部分工厂使用酚水熄焦，其中含有焦油、油类、氨、酚、硫化物、硫氰化物、氰化物等。当这些物质散发到大气中时，将严重地加剧管线和设备的腐蚀。在日丹诺夫焦化厂进行研究的结果表明，在湿法熄焦塔的条件下，C_T3钢材的腐蚀速度每年为0.49毫米，而在一般条件下为0.10~0.12毫米。同样在这个工厂，研究了污水的腐蚀速度，为此在试验室的条件下，研究了水的各种盐分的影响。

经验证明，氯化铵和硫酸铵溶液具有最大的腐蚀性，因而在熄焦塔区，腐蚀速度取决于使用的酚水成分。所有使用酚水熄焦的工厂，熄焦车使用期限从3~4个月到6~7个月，而在莫斯科炼焦制气厂由于使用工业水熄焦，熄焦车延续工作10多年不用大修。

目前熄焦车用不锈钢1X18H9T制造，因此大修前的使用期限为24个月。

熄焦塔是一个巨大的钢筋混凝土构架，设有排气设备和喷洒系统。排气筒高25米，排气筒用预制钢筋混凝土板、方木、高强度红砖、缸砖，甚至用不锈钢钢板（阿夫杰耶沃、克麦洛沃焦化厂）制成。喷洒装置是一根主管（直径为350~400毫米），沿其全长分布有12~16个喷头。通常带有喷头的管子悬挂在熄焦塔内。但是为了延长主管的使用期限，也可将其移至熄焦塔外，而直径为159毫米的支管上的喷头则悬挂在塔内。这种移出式的主管在阿夫杰耶沃焦化厂和莫斯科炼焦制气厂正在成功地运转（见图2）。

熄焦塔泵房位于地平以下，所以泵在自注下操作。熄焦泵房装有两台生产能力为2000米³/时的泵（运转和备用各一台）和

功率为160千瓦的电动机。泵只在熄焦时（1.5~2分钟）开动，直接把水送喷洒装置，不设中间槽。熄焦水循环使用，随着水的消耗（主要是蒸发的）再补充熄焦水。为了除去熄焦水夹带的焦粉，与泵房并排配置有沉淀池。在沉淀池内澄清的水自流入澄清水收集槽，再重新送去熄焦。

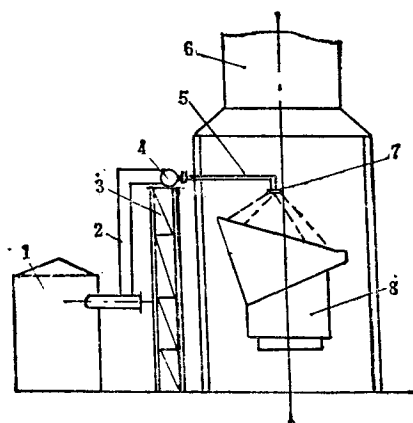


图 2 阿夫杰耶沃焦化厂带移出主管的湿法熄焦
装置示意图

- 1—熄焦塔泵房；2—从熄焦泵来的管道；3—带操作台的主支架；
4—喷洒装置用的主管；5—支管（直径159毫米）；6—熄焦塔；
7—喷头；8—熄焦车

用抓斗小车清除沉淀池内的焦粉，卸往脱水台，由此再用抓斗装入铁路车厢。

落入沉淀池中的焦粉量，取决于焦炭的含粉量和熄焦车底有无缝隙。流入熄焦塔沉淀池的水含泥渣量为0.6~3.6克/升；而澄清的水含渣量为0.1~0.3克/升。为了保证正常运转，最好每天清除沉淀池内的粉焦，而澄清水收集槽每隔一天清扫一次。

熄焦时间借助于控制器КЭЖ-12Y保持恒定（准确度达1秒）。

为了保持熄焦车路线处于应有的状态，在自动熄焦系统中规

定50~60秒的停留时间，即在塔下将车内的水渗完。整个熄焦周期（包括渗水）为2.5~3.5分钟。

目前有些工厂正在使用所谓阶段式或者脉冲式熄焦法（科姆那尔、顿涅茨、克里沃罗格、雅辛诺夫和马凯耶夫卡焦化厂）。在通往喷洒主管的进水管道上装有三通、闸阀和电动阀。熄焦周期分为脉冲和间歇时间。间歇时间是当闸阀打开，水流入沉淀池但没有进入喷洒装置的这段时间。间歇时间的次数为3~5次。

马凯耶夫卡焦化厂采用脉冲式熄焦流程（见图3）。使用这种熄焦方法的合理性是由每一个焦化厂根据熄焦车电力机车的机动时间和其他因素决定的。

连续湿法熄焦装置引起了人们的兴趣。1973年在西德奥斯记尔费里特公司焦化厂投产了两座炭化室容积为46.3米³、高7米、各有48孔的焦炉和地下型连续湿法熄焦装置。从炭化室推出的焦炭装入密闭的焦罐车，车上装有两套通风能力为270和180米³/分的除尘系统。这个系统可以保证全部吸出推焦时排出的烟气和灰尘，并将其运往熄焦装置（无灰尘推焦）。

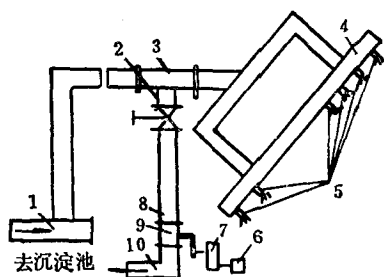


图3 马凯耶夫卡焦化厂的脉冲熄焦流程

- 1—来自熄焦泵的管道；2—闸阀；3—三通；4—喷洒装置主管；
5—喷头；6—电动机；7—减速机；8—带杠杆的阀轴；9—阀体；
10—放水管道

图4示出地下型连续湿法熄焦装置的操作流程。焦炭从焦罐车4卸入接受槽3。焦炭卸出时的密封性依靠移动式除尘罩和专设

的密封装置达到。热焦从接受槽沿两个振动溜槽 2 进入 熄焦室 6，在熄焦室 6 中由 5 个喷头 5 喷水。焦炭从熄焦室进入振动溜槽 2，然后用皮带运输机送往筛焦楼。熄焦生成的蒸汽经装有反射板的塔放散到大气中去，被蒸汽夹带的焦粉被反射板阻挡下来。该装置头几个月运转的结果表明，砌衬材料和用于建造个别零件的金属材料，由于在腐蚀性蒸汽，高温和焦炭本身摩擦作用下很快就被破坏了。例如，接受槽装料孔的衬砖在通过 6 万吨焦炭之后便被破坏。

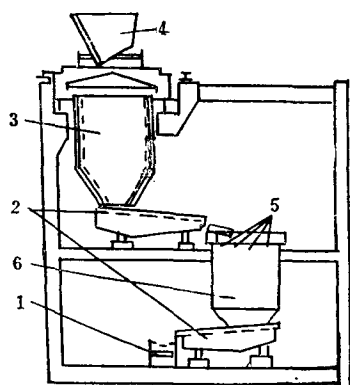


图 4 西德地下型连续湿法熄焦流程

美国曾提出湿法和干法联合熄焦法（多室式干熄焦装置），熄焦室轮流使用：第一段为湿法熄焦，而第二段则为干法熄焦。熄焦室设有供焦和卸焦机械，以及供调节熄焦用的水和惰性气体的阀门装置。

在第一段（湿法熄焦）焦炭温度下降到 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，即降到焦炭自燃可能性最小的温度。在同一熄焦室内用惰性气体将焦炭继续熄到 200°C 。重复用水喷洒，焦炭温度降到 50°C 。

联合法熄焦装置如图 5 所示。热焦从水平布置的焦炉 12 用推焦杆头 11 推入装有专用保护板 10 的受焦车 9 中。受焦车沿炉前的轨道 8 走行，可以接受任一个炭化室的焦炭。装焦车具有自动控

制装料和卸料装置，且可保证所有闸板的密封性。装焦车继续前进直至装料孔与布置在装料车轨道下面熄焦室15的孔13重合并卸出焦炭。采用这种运输方法，消除了因炽热的气体和灰尘对周围的大气的污染。焦炭在熄焦室中沿着倾斜的多孔底板17滑动，并在室的下方被专门挡板4挡住。

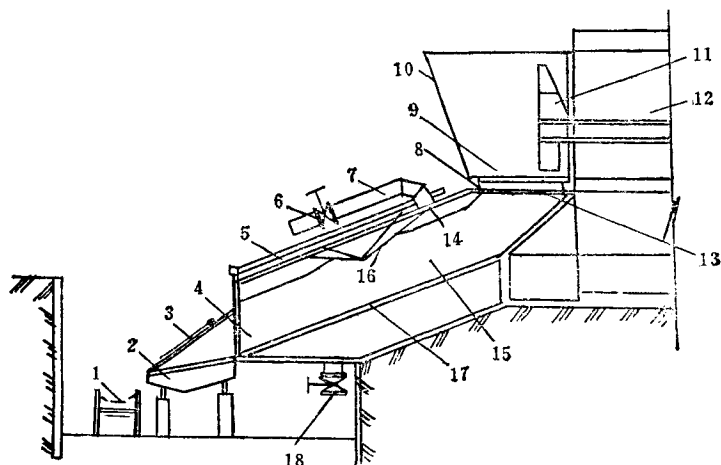


图 5 湿法和干法混合熄焦装置示意图（美国）

第一段用喷水法熄焦，水在压力下从管5经过喷嘴16送来，在焦炭的温度降至 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 以前一直喷水。在熄焦室形成的水蒸气与从焦炭中析出的气体混合，防止了在熄焦室发生爆炸的可能性。熄焦时生成的热蒸汽和由熄焦室放出的煤气经孔14沿粗管7排出。在排出气体和停止进水以后，关闭惰性气体供给阀18。充满空间的惰性气体经室的多孔底17进入焦炭顶层使焦炭温度降到 200°C 。关闭阀门18和6以后，打开熄焦室下部的板4，冷焦便落入密闭的溜槽2上，由此再放到皮带运输机1上。

当整个熄焦系统的操作发生事故时，则打开溜槽上部排气罩内的喷洒装置3，将焦炭冷却到所要求的温度。这种方法可保证洗掉气体中的固体颗粒，并可利用气体的热量。

第二节 焦炭的输送及筛分

熄焦后的焦炭在同时打开熄焦车两扇门后卸到凉焦台上，焦炭在凉焦台上其表面继续蒸发和冷却。

凉焦台是一座由混凝土浇制或预制的倾斜平台，铺有铸石板。铸石板铺设在砂层上，用玄武岩或灰绿岩制成的铸石板能经受焦炭的摩擦。但当凉焦台放入红焦时，这种板就会破裂和剥落。莫斯科石制品公司和别尔沃拉里工厂生产一种性能好得多的白色铸石板，很多工厂的凉焦台使用了这种板，已经工作差不多10年而不需要更换。

乌克兰煤化学研究所的工作者在德聂伯罗彼特罗夫斯克焦化厂进行了焦炭在凉焦台的停留时间与水分关系的测定试验。将数据整理后得出如下的结论：水分的排除速度主要取决于焦炭中水分含量的绝对值。例如，当焦炭水分含量在4.5~2%范围时，其蒸发量为每分钟0.08%，而当焦炭的含水量低于2%时，蒸发量每分钟只有0.03%。凉焦台上的焦炭被扇形闸门挡住，当打开闸门时滑到焦台运输机上，然后用运输机运到筛焦楼进行筛分分级。在现有的大多数焦化企业，筛焦楼布置在焦炉附近，这样既可以减少皮带输送机的数量也可以减少其总长度。阿夫杰耶沃焦化厂（焦炭全部从铁路外运）筛焦楼离开焦炉达500~600米，这使运输设施增加，然而可减轻从备煤车间翻车机拨送盛焦的车辆和缩短交通部车站线路发送时间。

在阿夫杰耶沃焦化厂使用了三个筛焦楼：1号筛焦楼供№1~4焦炉使用，2号筛焦楼供№5~6焦炉使用，而3号筛焦楼供№7~8焦炉使用。№1~4和№5~6焦炉采用湿法和干法熄焦，而№7~8焦炉只用干法。在缺少空车皮的场合下，№2和№3筛焦楼设置容量为1200吨的全焦（未筛分的）贮仓，而在№1筛焦楼设有容积为800吨的冶金焦贮仓。№2和№3筛焦楼有100%的备用运输带和机械，在任何时候都可严格地按图表进行计划检修。№2和№3筛焦楼的缺点是沿溜槽

有多处落差，这会导致焦炭被粉碎和使冶金焦产率减少1.5~3.0%（与№1筛焦楼比较），但焦炭的筛分组成比较均匀，这符合现代高炉的要求，同时焦炭的机械强度比 M_{25} 指数有提高。

某些国家的焦化厂，筛焦楼工艺流程考虑了以破碎块度大于80毫米的焦炭的方法将焦炭分成较窄的粒级。

苏联大多数焦化厂生产的焦炭，块度大于80毫米的含量不多（3~12%），因此在筛焦楼的工艺流程中不考虑这一组分的破碎和分级问题，这在某种程度上简化了焦炭的筛分流程。

目前出现了将筛焦楼设在炼铁车间的情况（当焦炉和高炉相邻近时），以减少炼铁车间二次筛分冶金焦时的损失，从而有可能使大块焦的资源增加2~3%。

第三节 干熄焦方法的发展史

干熄焦方法最早是祖里采尔公司根据克·封杰尔里赫的建议于1917年在瑞士丘里赫市的炼焦制气厂采用的。虽然干熄焦能利用焦炭的热量，但到目前为止这一方法在大多数国家（苏联除外）并没有被广泛应用。这一情况表明，该问题涉及克服一系列工艺上，特别是经济上的困难。曾试图寻找一种由湿法熄焦过渡到干熄焦的方法（例如在密闭的熄焦塔内靠水蒸气作用）和盖莱尔博士方法（巴马克公司），该法是在气密的熄焦室内用热水熄焦生成水煤气。

40~60年代在民主德国和联邦德国开始广泛使用褐煤炼焦。用褐煤制取冶金焦的特点之一是完全不适合用湿法熄焦，因为这会导致焦炭急剧粉碎和降低焦炭强度。这就成为进一步使用干熄焦法的推动力，其任务是改善冶金焦的质量。

许多国家，其中包括苏联、民主德国、联邦德国、美国、法国、比利时和瑞士正在使用不同构造和各种生产能力的干熄焦装置。瑞士因利用外来煤源，干熄焦装置得到广泛普及，祖里采尔和文策尔多尔公司的装置主要应用在瑞士的大多数煤气厂，但他们的生产能力都不大。

苏联最早于1936~1938年在刻尔钦焦化厂建设了地下型的干熄焦装置。

考虑了刻尔钦厂和其他国家的干熄焦装置的操作经验，在切烈波维茨冶金工厂按照苏联国立焦化工业设计院和乌克兰黑色冶金动力托拉斯的设计建设了工业试验性干熄焦装置，其生产能力为1000吨/昼夜；于1963~1965年期间在同一工厂投产了两组干熄焦工业装置。1966~1975年这种装置又分别建于阿夫杰耶沃焦化厂、奥尔斯克-哈里科夫、西西伯利亚、新利比茨克、卡拉冶金冶金工厂和克里沃罗格焦化厂。

已知有四种干熄焦方法：用惰性气体熄焦，用加热煤气（高炉煤气和发生炉煤气）熄焦，用带压力的蒸汽和热水熄焦及靠红热焦炭热辐射熄焦。

第一种方法是惰性气体（其组成接近于烟道气）在熄焦室内逆向穿过移动着的焦炭，这种方法是在工业干熄焦装置中可以实现的唯一方法。

第二种和第三种方法目前尚未在工业上应用，然而正在进行还原气体生产装置的设计。相当于第四种方法的工业干熄焦装置只在炼焦制气厂小规模生产，这种特小型干熄焦装置其昼夜生产能力只有1.5吨焦炭。

干熄焦装置具有不同型式的熄焦容器：

干熄焦装置的熄焦容器——这是一个密闭的空间，其中充满不动的或流动的焦炭，在此空间进行焦炭的干熄。熄焦容器的结构形式可以分为如下几种：带前室和不带前室的熄焦室（槽）

（一般可装8~10孔焦炭）；焦罐（室）——可装一孔焦炭的熄焦容器；熄焦室——装有一孔或几孔焦炭的熄焦容器；热管——熄焦容器做成可直接加热水的大型锅炉火管，且红焦用可盛一孔焦的焦罐进入熄焦容器。

在国外可熄8~10孔焦炭的干熄焦装置叫做贮槽式，而在苏联则称做室式。

毫无疑义前室的应用，是一种进步，它与室式（槽式）干熄

焦相比具有很大的优点：1）在前室内调匀焦炭的成熟度，促使其物理机械性能得以提高；2）焦炭从前室连续地进入熄火区，保证了干熄焦装置余热利用设备的操作制度参数十分稳定（特别是在焦炉定期停产时）；3）红焦装入前室可减少惰性气体从干熄焦装置循环系统中跑出。

室式干熄焦装置由4~7个熄焦室组成，用来冷却两座大容积焦炉（炭化室容积为30和41.6米³）的焦炭。苏联所使用的干熄焦装置，其年生产能力等于一组大容积焦炉的生产能力（1400~2000万吨全焦）。

现在，在世界干熄焦的实践中，认为苏联国立焦化工业设计院的室式工业干熄焦装置是最有发展前途的（图6）。

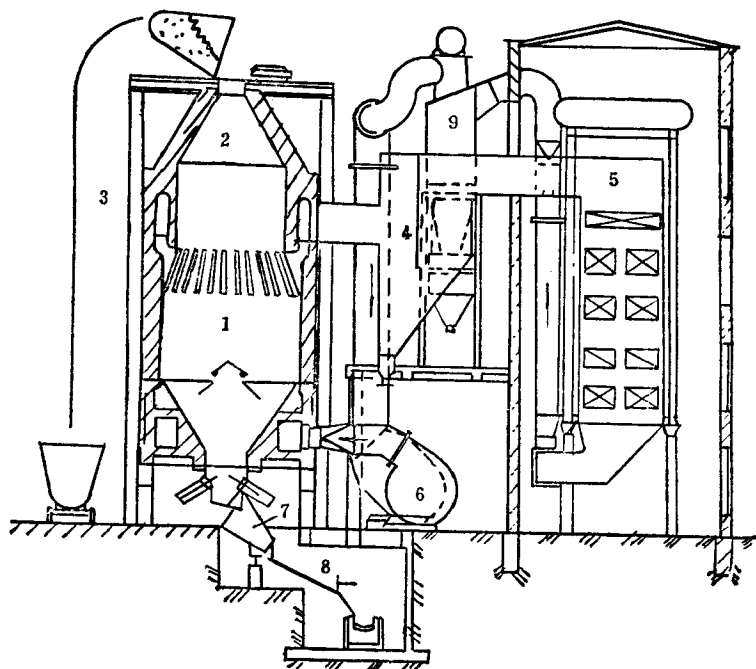


图6 Гилрококс式室式干熄焦装置总图

- 1—熄焦室；2—前室；3—带斜道区的上部环形道；4—带隔板的集尘斗；5—余热锅炉；6—循环风机；7—卸料装置；8—冷焦焦台；9—旋风除尘器

瑞士祖尔采尔公司建造了带室式熄焦容器的干熄焦装置，它是将盛有一孔焦炭的专用焦罐定期地送入熄焦室进行熄焦的。这种装置（图7）称作罐室式。工厂生产的全部焦炭均装在焦罐内通过熄焦室（由四个室组成，昼夜生产能力约为1000吨），熄焦后卸出罐中的焦炭，准备下次再用。

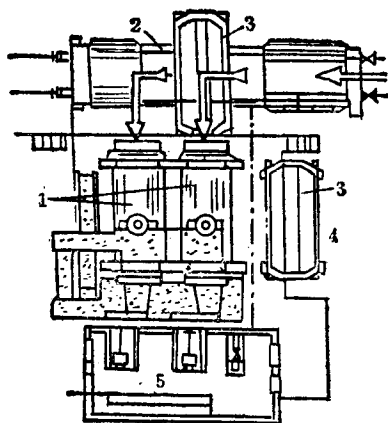


图7 罐—室式干熄焦装置

1—熄焦室；2—运输焦罐的平板车；3—焦罐；4—备用焦罐的停放台；5—循环风机

熄焦间歇操作，焦罐每次进出熄焦室频繁打开和关闭送往熄焦室的惰性气体。这一系统密封困难，余热锅炉发生的工艺蒸汽参数低且不稳定，所以这一切都表明这种干熄焦装置在焦化工业中已无实用价值。

室式和罐—室式干熄焦装置同焦炉没有直接关系，它一般布置在距离焦炉不远的地方，具体位置由生产厂的总平面图决定。

多室式干熄焦装置（图8）是科林公司设计的，已在国外焦化工业中应用，它直接与焦侧邻接。每一熄焦室服务于一个或几个（一般为3个）炭化室，从炭化室推出的焦炭借助于专门的导焦设备在打开装料孔时落入熄焦室。这样，一座77孔的焦炉必须