

平炉用废热锅炉

〔苏联〕 E·A·尼茨凱維奇 編輯
B·B·薩札諾夫

1
力
中国工业出版社

平 炉 用 废 热 锅 炉

[苏联] E·A·尼茨凱維奇 編 輯
E·B·薩札諾夫

吳曉光 譯

黃錫桥 校

中 国 工 业 出 版 社

019176

本书系根据苏联冶金工业出版社 1957 年出版的《Котлы-утилизаторы мартеновских печей》译出。原书是根据 1953 年在莫斯科召开的废热锅炉动力工作者会议资料汇编的，其中还收集了近年来发表的关于废热利用装置的技术操作资料。

书中从经济和效果方面分析了各种不同结构的废热锅炉，同时探讨了有关废热锅炉的设计、制造、调整、启动等问题。书中还介绍了冶金工厂废热锅炉的自动化和运行经验，以及废热锅炉工作对平炉产量的影响（列举了设有废热锅炉的平炉和不设废热锅炉的平炉工作的比较数据）。

本书可供黑色冶金工厂和机器制造厂的工程技术人员参考。

Е. А. Непкренч, В. В. Сазанов
КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ
МАРТЕНОВСКИХ ПЕЧЕЙ
(СБОРНИК СТАТЕЙ)
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Москва 1957)

* * *

平炉用废热锅炉

吴晓光 译

黄锦桥 校

*

冶金工业部科学技术情报产品标准研究所刊行标准文献
(ЛТИДР 71 号)

中国工业出版社出版（北京东黄城根 10 号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第 10 号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₂₅ • 印张 9⁹/₂₅ • 插页 1 • 字数 201,000

1964 年 5 月北京第一版 • 1964 年 5 月北京第一次印刷

印数 0001—1,570 • 定价（科六）1.30 元

*

统一书号：15165 • 2939（冶金-487）

目 录

緒言	(1)
KY-80 型廢熱鍋爐的構造及其改進	
建議	И.И. 布魯克 (11)
平爐后 KY-80 型廢熱鍋爐的調整	П.А. 巴爾斯 (25)
KY-80 型廢熱鍋爐的運行經驗	Н.А. 沙波瓦洛夫 (36)
西北黑色冶金動力托拉斯設計的 KY-60	
型廢熱鍋爐	З.М. 費格爾曼 (46)
KY-60 型廢熱鍋爐的調整和試驗	П.Я. 季莫欣 (59)
捷爾任斯基工廠 KY-60 型廢熱鍋爐	
的運行經驗	Е.Д. 奧列依尼克 (87)
廢熱鍋爐受熱面爐生沾污的清洗	Е.Д. 奧列依尼克 (93)
KY-60 型廢熱鍋爐的運行結果	С.И. 莫依謝維奇 (101)
伏羅希洛夫工廠 KY-60 型廢熱鍋爐	
的運行經驗	А.Б. 索包耳, А.А. 安德里安諾夫 (120)
安德烈也夫冶金工廠設在燃用重油平爐后的	
KY-60 型廢熱鍋爐的運行經驗	Н.П. 阿卡福諾夫 (128)
KY-50 型廢熱鍋爐的構造、啟動經驗和運行	
特性	А.Н. 別列任斯基 (147)
KY-50 型廢熱鍋爐的運行經驗	П.М. 馬格拉魏里札 (161)
平爐后廢熱鍋爐的運行	А. 列別傑夫, Д. 薩維利也夫 (167)
“鑷刀和錘子”工廠中二次能源	
的利用	М.Н. 斯塔羅維奇 (176)
火管式廢熱鍋爐的運行經驗	Д.В. 庫津 (184)
廢熱鍋爐的設計問題	М.Н. 巴甫洛夫 (196)
廢熱鍋爐的製造和關於其構造合理化	

的建議	В.И. 舒托夫	(202)
廢熱鍋爐對平爐工作的影響	И.В. 杜勃羅文	(206)
平爐後廢熱鍋爐運行的自動化和熱工 測量	В.А. 別金施特因	(215)

緒 言

在現代平爐中，燃料燃燒時，爐內放出的熱量有30~35%隨煙氣一起損失掉。即使以極高的（實際上極限的）蓄熱效率將參加燃燒的空氣和熱煤氣加熱到1,200~1,250°C，煙氣溫度平均也要有500~650°C，在個別熔煉期內可以達到700~750°C。在大規模的平爐生產情況下（1955年，蘇聯熔煉了4,500萬噸鋼），每年廢氣熱量的損失折算成燃料相當於數百萬噸標準燃料。合理地利用這種熱量，在國民經濟中具有重大的意義。

平爐排出的煙氣熱量可以用來生產蒸汽，預熱煤氣發生爐的鼓入空氣，加熱供熱裝置中的水，提高燃氣輪機前的高爐煤氣的溫度。燃氣輪機是用高爐煤氣的過剩壓力工作的（當高爐採用高壓爐頂操作時）；還用於附設的燃氣輪機裝置的發電等。目前最有實際意義的是把廢氣熱量用於蒸汽廢熱鍋爐。

廢熱鍋爐在很久以前就已經採用了。早在1931年，蘇聯涅瓦列寧工廠就製造了工作壓力為12計示大氣壓、受熱面為470米²的煙管式廢熱鍋爐。現在還有若干座這樣的鍋爐仍在馬格尼托哥爾斯克鋼鐵公司使用着。

廣泛地使用廢熱鍋爐（KV）是從1950年開始的。從那時起，就已經由塔干羅格鍋爐製造廠按照黑色冶金動力托拉斯和國立冶金工廠設計院的設計組織了廢熱鍋爐的成批生產。

在這以前，曾進行了大量的設計研究工作，並研究了有關廢熱鍋爐和廢熱利用裝置設計和運行上各種問題的國內外經驗。1948年，在黑色冶金部所召開的專業會議上，曾對這些工作的結果進行了討論和總結。這次會議上決定採用所推薦的鍋爐型式和所有主要設計參數（煙氣流量和煙氣溫度、鍋爐管中氣體速度和水速，過剩空氣系數等），統一了煙管和鍋筒等的直徑，同時規定了按氣體通過鍋爐的數

量对鍋炉进行分类。按照現有的平炉吨位，首批生产的废热鍋炉有以下几种：

废热鍋炉型号	鍋炉前的設計烟气流量，标准米 ³ /小时
KY-80.....	80,000
KY-60.....	60,000
KY-50.....	50,000
KY-40.....	40,000

前三种型号的鍋炉 (KY-80, KY-60, KY-50) 是采取多次强制循环的蛇形管型式，而后一种型号的鍋炉 (KY-40) 是烟管型式。

对于大型平炉来說，选用多次强制循环的蛇形管式鍋炉，主要是因为要获得所需要的管热面 ($700 \sim 1100 \text{米}^2$)，在烟管式鍋炉中特别当蒸汽压力为 18 計示大气压时，要获得所需要的受热面牵涉到极大的结构上的困难。例如，涅瓦工厂所生产的受热面为 470米^2 的烟管式鍋炉，当压力为 12 計示大气压时，其筒身直径等于 2750 毫米、壁厚为 24 毫米。

强制循环的鍋炉可以采用小直径的管子 (例如，26/32毫米)，因此在其他条件相等的情况下，对流传热系数較之通常所采用的直径为 83毫米的沸騰管要高出50%。这一点特别重要，因为在废热鍋炉里气体温度从进口的 $500 \sim 600^\circ\text{C}$ 到出口的 200°C 极少靠辐射传热，所以对流换热就有决定性的意义。

蛇形管本身和蛇形管管排有可能布置紧凑，以及在强制循环下鍋筒有可能布置在任何地位，使得废热鍋炉即使用于最大的平炉上也只有相当小的外形。

规定規格的废热鍋炉的技术設計和施工图是委托下列单位編制的：

中央黑色冶金动力托拉斯.....	KY-80 型
西北黑色冶金动力托拉斯.....	KY-60 型
国立冶金工厂設計院.....	KY-50 型
塔干罗格鍋炉制造厂.....	KY-40 型

关于前三种型号的鍋炉，塔干罗格工厂只是保証元件的机械强

度。蒸发量、蒸汽参数、循环可靠性等仍由苏联黑色冶金部負責。

由于对使用多次强制循环的废热鍋炉的某些元件缺乏足够的經驗，曾經決定在运行条件下审查各种不同結構的設計。例如，KY-80型和KY-60型鍋炉的蛇形管采用水平布置，而烟气为豎向流程；KY-50型鍋炉恰恰相反，蛇形管采用立式布置，烟气則是水平流程。所有三种型号的鍋炉分別裝以不同的蒸汽分离装置，不同构造的节流垫圈等。

第一批这类型号的废热鍋炉操作經驗表明，所有基本的設計決定都是正确的。鍋炉可靠地运行着，它的蒸发量經常大大地超过了設計の数値。当炉水含盐量达到 10,000 毫克/升甚至更高时，蒸汽质量是令人滿意的。循环水泵也是完全可靠的。

运行証明，由于換向时經常（隔 5~10 分钟）急剧地升高废气温度，使得废热鍋炉不得不在剧烈变化負荷的条件下工作。这时，因为进入烟道的热气体的燃烧，燃烧产物的温度短时就升高到 $800 \sim 1,000^{\circ}\text{C}$ ，而鍋炉的蒸发量几乎提高了一倍。所采用的鍋炉結構（如采用强制循环和在低压下工作的大尺寸的鍋筒）能很好地适应于这些条件。

在許多情况下，发现个别鍋炉的过热蒸汽温度有剧烈波动的現象。当有足够数量的鍋炉运行时，蒸发量和过热温度的波动可緩和下来。因为絕大多数的平炉車間不少于 6~8 座平炉，專門的蒸汽过热調节装置除供給汽輪机蒸汽外是不必要的。

平炉后废热鍋炉的工作經驗証明，其效果是很大的。

在大型或中型平炉后的一台废热鍋炉 每年可以节省 5000~8000 吨标准燃料。

此外，采用排烟机通风可以提高平炉的热容量，縮短熔炼時間；保証整个炉役期間均匀地出鋼，延长炉役期，从而可使鋼的年产量增加 5~10%，且略为降低炼鋼所需燃料的单位消耗量。

这些优点只有在正确地选用排烟机的条件下才能全部体现出来。凡排烟机能力不足、沒有考虑到气体的实际流量和温度，以及會議所推荐的炉役末期的过剩空气系数的工厂，設置废热鍋炉并未能改善平炉的工作。甚至会出现这样的情况，当平炉接近炉役末期时，改

变为自然通风，而废热锅炉则不得不停止工作。

一些工厂在采用废热锅炉后不得不更换排烟机，这就使得费用增加并且造成设备运行时的困难。

废热锅炉运行时的主要缺点是受热面很快地被炉尘所复盖，从而使锅炉蒸发量降低30%或更大些。

为了清洗锅炉受热面，设计中规定采用蒸汽吹洗或冲洗。然而由于能力不足和炉尘的特性，在设计中规定的这两种方法的效果都是较小的。

在本文集出版的时候，清洗废热锅炉受热面用的装置结构经过各厂和黑色冶金动力托拉斯的努力已大为改善。

经验证明，在足够强的水流下（立式烟道的每一平方米截面中通过10~12米³/时的水），蛇形管在5分钟的时间内即可清洗干净^①。冲洗时不必停炉。送水时，锅炉蒸发量由于受到大量的冷却几乎下降到零度，而当中止冲洗后又逐渐升高，只要经过8~12分钟即可达到原先的蒸发量。为了减少炉水的冷却，冲洗时要关闭循环水泵。

根据捷尔任斯基冶金工厂的经验，每二昼夜用强大水流作一次5分钟的冲洗而不必切断锅炉的气体 and 蒸汽通道，但在冲洗期间要停用循环水泵，这样可以保证废热锅炉在整个炉役期间的连续运行。锅炉因受热面阻塞而停炉可以完全避免。

在捷尔任斯基冶金工厂和一些其他企业中，采用上述冲洗方法曾使废热锅炉的年平均蒸发量增加15~25%。

频繁冲洗的缺点是蛇形管会有大量的外部腐蚀，特别表现在省煤器下部。因此，受热面就不得不更换。

在提高蒸汽吹洗的效果方面也有一定的成绩。看来，结合采用两种冲洗方法就能够得到最好的效果，即用一定方向的汽流沿着管子作经常的蒸汽吹洗并间或以强烈的水流冲洗。

清洗废热锅炉受热面的问题虽然获得了一些成就，但不能认为已经解决。特别是当平炉采用氧气炼钢时，受热面的迅速积尘仍将是造

① 第一次这样的冲洗是根据 E.Д. 奥列依尼克、И.П. 礼依金和 В.Г. 雷赫科夫 等同志的建议在捷尔任斯基冶金工厂中应用的。

成鍋爐运行的主要困难。

KY-80 型、KY-60 型和 KY-50 型廢熱鍋爐的蒸汽参数均为 18 絕對大氣壓，350°C；而塔干羅格鍋爐制造廠的 KY-40 型煙管鍋爐為 8~10 絕對大氣壓，250°C。

這樣的参数可以把廢熱鍋爐的蒸汽供給焦爐抽氣機的蒸汽機和其他用戶，從汽輪機撤汽供應上述用戶之所以不可能，是因為從汽輪機撤汽的標準壓力低於這些用戶所要求的壓力。

增加廢熱鍋爐和平爐汽化冷卻裝置的台數，並使用干法熄焦裝置，就可以全部滿足工廠對蒸汽的需用量。

在很多工廠中，發現不可能充分利用廢熱裝置所產生的蒸汽（蒸汽只用來承擔熱負荷時），特別是在夏季。

在這些工廠里，只有把廢熱鍋爐的蒸汽用來發電或用於高爐鼓風機的傳動機時，蒸汽才能得到充分的利用。

為了有效地生產電能和用於熱電站——蒸汽鼓風機站，廢熱鍋爐的蒸汽應該有大約 45 計示大氣壓，450°C 的参数。

應當指出，只要廢熱鍋爐產生的蒸汽整年都能用於承擔熱負荷，就宜於提高廢熱鍋爐蒸汽的参数。這時由於有可能用蒸汽來聯合產生熱能和電能，採用廢熱鍋爐所節約的燃料就大大增加。確實，由於現在採用的参数，廢熱利用裝置和汽化冷卻系統的蒸汽代替了汽輪機的撤汽，因而使工廠熱電站凝汽式發電量增加了。

個別情況下，為了充分利用廢熱鍋爐的蒸汽，甚至不得不在熱電站——蒸汽鼓風機站上停止回熱撤汽。顯然，這就使熱電站——蒸汽鼓風機站的效率大為降低，所以，工廠用燃料的總節約量也就減少。因此，實際上因廢熱鍋爐或汽化冷卻裝置所節約的燃料，並不相當於由它們所產生的蒸汽中所包含的熱量，而是熱電站的汽輪機前的蒸汽壓力愈高和廢熱利用裝置所產生的蒸汽壓力愈低，則所節約的燃料愈少。

工廠用燃料的總節約量與廢熱利用裝置的蒸汽参数的关系在表 1 中有詳細的數據。

從表 1 可以看出，當工廠熱電站的汽輪機具有撤汽且廢熱利用裝

置的蒸汽为低压力时，实际所节约的燃料相当于包含在由废热利用装置所产生的蒸汽中的部分热量。

在计算由废热利用装置而节约的燃料时，应该考虑到这个情况。

为了提高废热锅炉的蒸汽参数，需要设计新的锅炉结构。在进行这项工作的時候，曾经考虑到KY-80, KY-60 和KY-50 型锅炉的运行经验，锅炉各个元件的优点和它们之间通用的可能性。此外，也考虑到废热锅炉和汽化冷却系统连接的可能性（在使汽化冷却系统具有强制循环和相同的蒸汽压力的条件下）。

这种统一规格的锅炉设计是由中央黑色冶金动力托拉斯编制的。锅炉设计在45计示大气压和18计示大气压下工作，这种锅炉代替了以前所生产的各种型号的锅炉。KY-80-Y型第一台统一规格的锅炉是在1956年第四季度出厂的。

现在都采用多次强制循环的、具有烟道立式布置和蛇形管卧式布置的废热锅炉。

平炉的冷却元件可以作为并联线路与锅炉相连接。

废热锅炉的省煤器是按锅炉的蒸发受热面和平炉冷却元件的蒸发量进行设计的。

过热器中蒸汽的过热温度规定在350~375°C以下。进一步提高蒸汽温度到450°C要在组合式自动化蒸汽过热器中实现。一般说来，这种过热器布置在靠近用户的地方，用热煤气加热。因为长距离输送温度为460~480°C的蒸汽有困难，故采纳了这个方案。

这样做也是由于靠现有的低温废气使装和平炉后的锅炉获得高温的过热蒸汽是非常复杂的缘故，特别是在个别熔炼期（例如，扎波罗什钢厂3号和4号平炉后的烟气，平均温度在1954年为460°C，而1955年则为490°C）。

统一规格的废热锅炉设计成具有相似外形的三种型号：KY-80-Y, KY-60-Y, KY-40-Y。KY-40-Y 的横截面是KY-80-Y的一半，而KY-60-Y的尺寸居于两者之间。后来暂时决定不制造KY-40-Y型锅炉，因为在小型平炉（装料约90吨），一般是不需要高压蒸汽的；对于500吨的平炉，经实际测定流量后决定考虑生产KY-100-Y型锅

表 1 工厂用燃料的节约量与废热利用装置产生的
蒸汽参数的关系

指 标 名 称	热 负 荷 承 担 方 案		
	I	II	III
	热负荷完全由热电站没有废热利用装置的背压式汽轮机承担 (撤汽)	热负荷完全由低压废热利用装置产生的蒸汽承担。相当于方案 I 的电量由热电站以冷凝式发电方式产生	热负荷完全依靠利用废热利用装置的蒸汽工作的 (蒸汽压力为 40 绝对大气压, 435°C) 汽轮机来承担。不足的电量 (方案 I) 由热电站以凝汽式发电方式产生
(用户所需要的蒸汽压力为 2 绝对大气压)			
供应用户的蒸汽量, 吨/时	100	100	100
热电站中的汽轮机撤汽量, 吨/时	100	0	0
热电站中的汽轮机所消耗的直接蒸汽量, 吨/时	100①	60 (用于产生电能)	16
热电站中的直接蒸汽参数, 绝对大气压/°C	90/500	90/500	90/500
从废热利用装置出来的蒸汽参数, 绝对大气压/°C		2-10/120-250	40/435
热电站撤汽式发电所产生的电能, 瓩-小时	19200	0	0
废热利用装置的蒸汽所产生的电能, 瓩-小时	0	0	15000
产生电能的总和, 瓩-小时	19200	19200	19200
热电站的燃料消耗量 (用来供给工厂热能和电能), 吨标准燃料/时	9	5.4	1.5 (用来产生不足的电能)
燃料的节约 (与方案 I 中消耗在热电站中的燃料相比), %	0	40	83

① 凝汽式和尾部凝汽式汽轮机的耗汽量没有计算在内, 因为它在所有方案中是不变的。

炉的問題。

鍋炉的所有受热面均由交錯排列的直径为 $\phi 32 \times 3$ 毫米的烟管組成且具有相同管距：寬度方向为 80 毫米，烟气流程方向为 60 毫米。

在 KY-80-Y 和 KY-60-Y 型鍋炉中，每組蛇形管沿寬度方向分成兩半，每一半就是一个安裝組件，它由鍋炉制造厂做成裝配件供給用戶，使得安裝工作大为減輕。蒸发蛇形管群的进口联箱都做有手孔（为維護平流垫圈用）。

过热器联箱、省煤器联箱和蒸发蛇形管群的出口联箱均由管子做成，且沒有手孔。

为了減少流体阻力和簡化蛇形管結構，蒸发受热面做成二段式。

炉墙用外面絕热的金属外壳代替。

在蒸汽过热器和蒸发受热面第一段区域内，外壳按两种方案設計：由耐热鑄鉄（牌号 Ж-800）做成的厚度为 6~8 毫米的单块板拼成的鑄鉄外壳或者是外包厚度为 3 毫米鋼板的輕型炉墙。

直径为 1.5 米的鍋筒設置在离地面 6.1 米高（到鍋筒中心綫）的托架上。鍋筒内部汽水分离装置是旋风式的。

当废热鍋炉和汽化冷却系統連接时应裝設三台循环水泵，其中一台带有备用的蒸汽传动机。水泵的剩余压头为 2.5 公斤/厘米²，設計的循环倍率为 8。

为了清洗受热面以防止积尘，規定鍋炉裝有固定的蒸汽吹洗設備和水冲洗設備。

蒸汽吹洗設備設計成固定的、端部直径为 8 毫米的扩张噴嘴，噴嘴把汽流水平地送入管排之間并垂直于气流。从两面来吹洗每半組蛇形管。

噴水采取淋雨式，使水呈密层雨滴状往上管組噴。冲下的污水流入鍋炉下部，由此經設置在集水坑中的泥浆泵打走。

由于蒸汽压力不同，以及与汽化冷却系統协同工作或分开工作的情况，鍋炉有以下的差別：

1. 蒸汽压力为 18 絕對大气压时，鍋筒壁厚为 20 毫米；蒸汽压力为 45 絕對大气压时，鍋筒壁厚为 40 毫米。

表 2 統一規格鍋爐的主要設計數據

名 稱	KY-80-Y			KY-60-Y			KY-40-Y		
	p-45 絕對大氣壓	n	y 絕對大氣壓	y+o 60×10^3	p-18 絕對大氣壓	y 絕對大氣壓	y+o 40×10^3	p-15 絕對大氣壓	y 絕對大氣壓
裝置系統①	80×10^3	80×10^3	80×10^3	60×10^3	60×10^3	60×10^3	40×10^3	40×10^3	40×10^3
鍋爐前煙氣流量, 標準米 ³ /時	195	177	188	195	177	188	192	174	185
煙氣初溫度 (最大的), °C	385	370	375	375	360	365	363	350	355
鍋爐後煙氣溫度, °C	25.2	25.8	17.5	20.3	20.8	13.2	15.0	15.3	9.0
過熱溫度, °C		2×84			2×60		2×42		
蒸發量, 噸/時	1510	1510	1462	1078	1078	1044	754	754	730
蒸發線路的并列蛇形管數, 根		130~135		140~145			115~120		
總受熱面, 米 ²									
氣體阻力, 毫米水柱									
金屬重量, 噸									
受壓元件	49.3	45.0	44.0	37.3	33.9	33.2	27.5	24.5	24
總重	82.5	78.2	77.2	65.2	61.8	61.1	50.2	46.9	46.4
每噸蒸汽的金屬絕對消耗量, 噸									
受壓元件	1.95	1.89	2.54	1.84	1.63	2.52	1.83	1.60	2.67
總重	3.27	3.03	4.81	3.20	2.97	4.68	3.35	3.06	5.16

① Y——蒸汽;

0——平爐被冷卻部件。

2. 蒸汽压力为 18 绝对大气压时,蒸汽过热器的蒸汽流程是单程的;当蒸汽压力为 45 绝对大气压时,它的蒸汽流程是双程的。

3. 当锅炉与汽化冷却系统分开工作时,蒸汽过热器的受热面要减少 1/3。

给水温度采用 70°C,是靠 在除氧器后装设热交换器来达到的,除氧器由化学净水器进入的水所冷却。

统一规格的锅炉的主要设计数据列在表 2 中。

为了总结废热利用装置的设计、调整和运行经验,以及评定锅炉结构和辅助设备,1953年10月,苏联黑色冶金工业部动力工业管理总局协同全苏科学技术工程学会冶金学家举行了专门会议,参加会议的有设计、调整和安装单位,设有废热锅炉的冶金工厂,黑色冶金工业部各管理总局、废热利用装置的制造工厂(塔干罗格锅炉制造厂)、全苏冶金热工科学研究所、以及莫斯科动力学院等单位。

在会议上听取并讨论了锅炉设计部门,调整组,使用锅炉的工厂,全苏冶金热工科学研究所等代表的报告,全苏冶金热工科学研究所曾就废热锅炉对于平炉工作的影响等问题作了研究。

大部分报告包含有新的见解,说明了锅炉本身和整个废热利用装置的设计、调整、自动化和运行等问题,有很大的实用价值。

会议上通过了由苏联黑色冶金工业部批准的决议,决议中就讨论过的所有问题均提出了具体的建议,并且订出了今后工作计划。

此外,为了广泛地交流经验,决定根据会议的主要报告的资料编成文集,予以出版。

KY-80型廢熱鍋爐的構造及其改進建議

И.И. 布魯克

蘇聯黑色冶金部的一些單位在解決有關更充分地利用平爐生產中的廢氣的熱量問題上，進行了多年的研究。還在戰前，黑色冶金部系統的設計工作人員根據平爐操作的換向制度和比較低的爐後煙氣溫度（400~600°C）得出了以下結論，即多次強制循環蛇形管式平爐用廢熱鍋爐是最合理的廢熱利用裝置。

然而這種構造的鍋爐設計工作進展得很慢。

在選擇蛇形管式平爐鍋爐的問題上，在1938~1941年產生的專家們的意見分歧，也阻礙了這種鍋爐在生產上的應用。

中央黑色冶金動力托拉斯和西北黑色冶金動力托拉斯的代表提出了多次循環蛇形管式平爐用鍋爐的建議，莫斯科動力學院和直流鍋爐製造局堅持生產蛇形管式平爐用直流鍋爐。

在蘇聯，根據“中央黑色冶金動力托拉斯”設計製造的第一台多次強制循環平爐用廢熱鍋爐安裝在“鐮刀和錘子”工廠70噸燒重油的平爐後面，並已在1947年投入生產。

這一鍋爐是在1941年為莫斯科動力學院的直流鍋爐所安裝的蛇形管受熱面的基礎上建造的。鍋爐運行到現在還有某些缺點，這些缺點是和在多次強制循環的鍋爐系統中利用鍋爐的直流系統的蛇形管（流体阻力高到6計示大氣壓）有關的。對這種鍋爐的工作加以分析，結果，查明了蒸發綫路的流体阻力對鍋爐中水循環穩定性（整個的）的影響。在進行系列定型化廢熱鍋爐的設計時，曾經考慮了鍋爐的運行經驗。下面我們就這類構造的鍋爐之一（KY-80）加以說明。

鍋爐的系統圖及其總體佈置

1947~1949年由中央黑色冶金動力托拉斯設計的KY-80型廢熱鍋

炉^①，其能力为每小时可通过80~100标准立方米的初温度为600~700°C以下的平炉烟气。锅炉的最大计算蒸发量为15吨/时。蒸汽过热器的出口蒸汽参数为17.0计示大气压，375°C。

锅炉的原理系统如图1所示。给水通过省煤器1进入锅筒4内，在锅筒中与锅炉水混合。后者进入循环水泵5，炉水由此被送入蒸发

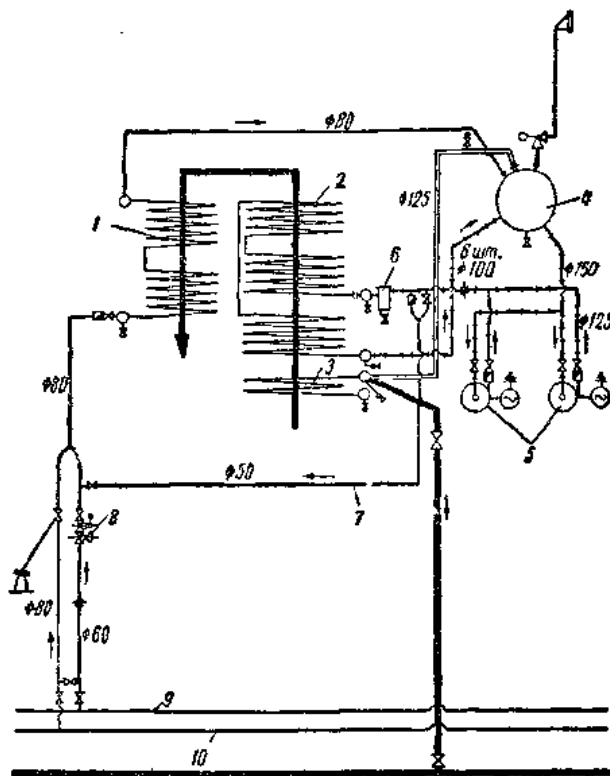


图 1 KY-80型废热锅炉的系统

- 1—省煤器；2—蒸发蛇形管；3—蒸汽过热器；4—锅筒；5—循环水泵；
6—集渣器；7—生火綫；8—给水自动调节器；9—给水总管；10—总蒸汽管道（φ—表示管子的规定通过，毫米）

① 设计者是工程师H.H.布魯克和H.B.彼得罗夫。