

113222

高压汽轮机

上册

苏联Л.И.居比扬斯基等著

电力工业出版社

4
725

列宁格勒斯大林金属工厂

高压汽轮机

构造和维护

上册

苏联 Л.И. 屠比扬斯基 Л.И. 弗林凯里著

方崇智 敦瑞堂译

电力工业出版社

內 容 提 要

本書專門敘述列寧格勒斯大林金屬工廠出品的高壓汽輪機的一般類型以及АП-25-2型常壓汽輪機的使用問題。

書中對汽輪機的主要部件和另件、凝汽設備、回熱設備和熱網加熱器的構造以及汽輪機設備的熱力系統進行了研討，這些知識對發電廠的維護人員是必需的。

本書列有運行人員必須知道的、關於檢修汽輪機和汽輪機設備元件的指示，也列有關於這些設備的運行指示以及制訂操作規程所需的資料。

原書共有五篇，譯本分上下冊出版。上冊包括原書的第一和第二篇及附錄。

本書可作為發電廠從事汽輪機運行的工程技術人員的實際工作指南。

Л. И. ТУВЯНСКИЙ Л. Д. ФРЕНКЕЛЬ

ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ЛМЗ ИМ. СТАЛИНА

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1953

高 压 汽 輪 机 上 册

根据苏联国立动力出版社1953年莫斯科版翻譯

方崇智 敦瑞堂譯

*

506R120

電力工業出版社出版（北京府右街26號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{8}$ 開本 * 12 $\frac{1}{2}$ 印張 * 227千字 * 定價（第10類）2.10元

1957年2月北京第1版

1957年2月北京第1次印刷（0001—7,100冊）

序 言

第十九次党代表大会关于苏联发展第五个五年计划的指示中规定，在五年内发电厂的总容量必须增加1倍左右。为了保证这种增长，在五年内单是汽轮机一项的产量就应该增加1.3倍。

根据社会主义的基本经济法则，苏联的动力事业的发展是在高度的技术基础上实现的。对于以蒸汽发电厂为服务对象的动力机械制造业而言，它的特点就在于创造出以高参数和超高参数蒸汽为工质的动力设备，并掌握这些设备的使用技术。

列宁格勒斯大林金属工厂(ЛМЗ)从1946年起就开始生产高压汽轮机，该厂所创造的大批产品中，包括功率为25 000到100 000瓩的凝汽式汽轮机和抽汽式汽轮机。

现在，其他厂也在相继生产这种汽轮机。有很多台高压汽轮机已经投入运行，并且它们的数目还在逐年增加中。

因此就迫切需要一本供运行人员用的指南，其内容应包括：

- (a) 高压汽轮机的技术特性；
- (б) 关于它们的组合与安装的简要说明；
- (B) 构造特点的说明，这些知识对于正确的运行是必不可少的；
- (Г) 辅助设备的说明；
- (Д) 热力系统的说明；
- (e) 关于进行主要部件的有计划的、预防性的检修的指示；
- (ж) 全部汽轮机设备的运行指南；
- (з) 为运行和进行检修所必需的、有关高压汽轮机的参考资料。

本书除高压汽轮机外，也有关于АИ-25-2型具有调节抽汽的常压汽轮机的资料，这种汽轮机的很多部套和零件是和高压汽轮机通用的。

因此，本书是专为具体的汽轮机设备而写的，它应该被看做是维护本书所叙述的各型汽轮机的发电厂汽机分场人员和司机的实际参考书。

本书可以作为制订操作规程和服务规程的原始资料，此时除设备的特点以外，也应该考虑到电厂的特殊情况。

在编写本书时，作者引用了工厂的资料，此外也获得了该厂许多工作人员的有力帮助。作者感到郭尔恰科夫(П. Г. Горчаков)工程师所给予的帮助意义特别重大，他不吝让作者共享其关于高压汽轮机的安装、起动和调整方面的丰富经验，

且審閱了草稿並提出了很多意見。

此外，汽輪機總設計師斯大林獎金獲得者格林別爾格(М. И. Гринберг)和汽輪機安裝科科長斯大林獎金獲得者斯傑潘諾夫(И. М. Степанов)審閱了草稿並給予很多寶貴的指示，作者謹對他們表示謝意。

噶爾布卓夫(В. А. Габдулов)工程師參與了本書第六篇的編寫工作。

由於在高压汽輪機的使用方面的經驗仍感不足，因此，無疑地，本書中一定存在有缺點，它們能很快地由運行人員發現。因此，作者將十分感謝對本書內容提出商榷和指示，以及批評性的意見。

來函請寄：Ленинград, невиский пр., 28, Л. О. Госэпергонздата.

作 者

〔讀者對於本書內容和譯文的意見，請寄至北京府右街 26 号電力工業出版社〕

目 錄

序 言

第一篇 汽輪機構造說明

第一章 列宁格勒斯大林金屬工厂汽輪机标准型类的各种型式	6
第 1 节 汽輪机的一般資料	6
第 2 节 調节、保护裝置，信号裝置与油系統	8
第 3 节 凝汽式汽輪机及其热力特性	9
第 4 节 凝汽式汽輪机調节系統的特性	11
第 5 节 具有調节抽汽的高压汽輪机及其热力特性	12
第 6 节 具有抽汽的 BT-25-4 和 BHT-25-3 型汽輪机調节系統的特性	16
第 7 节 AH-25-2 型常压汽輪机	16
第二章 汽缸与轴承座在基础上的架設与固定方法	19
第 8 节 汽缸与轴承座的架設方法	19
第 9 节 保溫与热膨胀	21
第三章 关于安裝高压汽輪机的一些說明	22
第 10 节 关于架設汽缸与轴承座的一般指示	22
第 11 节 架設与組合單缸汽輪机汽缸的特点	23
第 12 节 架設与組合 BK-100-2 型汽輪机低压汽缸的特点	24
第 13 节 确定窪窩中心線与水平結合面之間的偏差	25
第 14 节 根据軸封窪窩找轉子中心	26
第 15 节 隔板和隔板套的安置	27
第 16 节 根据靠背輪找中心	27
第四章 軸承	28
第 17 节 主軸承	28
第 18 节 推力軸承	31
第五章 轉子	36
第 19 节 轉子的構造	36
第六章 靠背輪	38
第 20 节 蛇形彈簧式靠背輪	38
第 21 节 半固定式靠背輪	40
第 22 节 油泵的靠背輪	41
第七章 軸封	42
第 23 节 迷宮軸封	42

第八章 通汽部分	48
第24节 噴嘴排	48
第25节 速度級的导向裝置	49
第26节 隔板	51
第27节 工作叶片	54
第九章 前箱和油系統	59
第28节 前箱	59
第29节 齒輪減速器	59
第30节 主油泵	62
第31节 起動用汽輪油泵	65
第32节 電動油泵	68
第33节 油箱	68
第34节 冷油器	71
第35节 油系統	74

第二篇 配汽機構、調節系統和自動裝置

第十章 自動主汽門	80
第36节 汽門的任務和構造	80
第37节 自動主汽門的操縱支架	83
第十一章 配汽機構	89
第38节 新汽調節汽門和它的驅動	89
第39节 調節隔板和它的驅動	96
第十二章 調節系統	102
第40节 總論	102
第41节 凝汽式汽輪機的原則性調節系統	102
第42节 調速器	105
第43节 同步器(改變轉數的裝置)	107
第44节 凝汽式汽輪機的調速器錯油門箱	109
第45节 功率限制器	115
第46节 新汽調節汽門的伺服馬達	118
第47节 減壓油門	120
第48节 溢油門	124
第十三章 保險機構	125
第49节 保險機構的一般說明	125
第50节 防止轉數升高的保險機構	128
第51节 防止油壓降低的保險機構	133
第52节 保險機構的試驗	133
第十四章 凝汽式汽輪機調節系統的一般說明	137
第53节 凝汽式汽輪機的調節系統	137

第十五章 具有一次抽汽的汽輪机的調节	142
第54节 BT-25-3和AII-25-2型汽輪机的原則性調节系統圖	142
第55节 联动錯油門箱	145
第56节 調压器	149
第57节 具有一次抽汽的汽輪机的調速器錯油門箱	150
第58节 調节隔板的伺服馬达	152
第十六章 BT-25-4和AII-25-2型汽輪机調节的一般說明	156
第59节 具有一次抽汽的汽輪机的調节系統概述	156
第十七章 具有兩次抽汽的BIII-25-3型汽輪机的調节	159
第60节 原則性調节系統圖	159
第61节 BIII-25-3型汽輪机的联动錯油門箱	161
第十八章 电气自动裝置、保險設備和信号設備	165
第62节 油位計和电动油泵的起动机繼电器	165
第63节 指示自动主汽門位置的信号設備	168
第64节 功率限制器的接触裝置	168
第65节 軸向位移繼电器	170
第66节 高压加热器保护裝置的电气系統	176
第67节 抽汽管路逆止門电磁鉄的电气系統	177
第68节 抽汽式汽輪机的調节隔板伺服馬达的远距离行程指示器	179
附 录	180
汽輪机的檢修和維護的参考文献	219

第一篇 汽輪机構造說明

第一章 列宁格勒斯大林金屬工厂汽輪机 标准型类的各种型式

第1节 汽輪机的一般資料*

汽輪机的标准型类中包括六种型式的汽輪机:

- (a) BK-25-1、BK-50-1 和 BK-100-2 型高压凝汽式汽輪机;
- (б) 具有一次供暖調节抽汽和凝汽的 BT-25-4 型高压汽輪机;
- (B) 具有供暖和生产兩次調节抽汽和凝汽的 BИT-25-3 型高压汽輪机;
- (r) 具有一次生产調节抽汽和凝汽的 AИ-25-2 型常压汽輪机。

上述汽輪机均用於直接帶动發电机。

高压型类的所有汽輪机均設計在新蒸汽压力 90 絕对大气压和温度 500°C 下工作, 其中蒸汽参数指自动主汽門前測定的数值。冷却水温度和热力系統取決於当地的条件, 它們对耗汽量与耗热量均有影响。

高压型类的所有汽輪机均为單軸机組, 換句話說, 也就是汽輪机与發电机具有一根公有的几何軸線。BK-100-2 型汽輪机是双缸汽輪机, 其余均为單缸汽輪机。

当面对汽輪机进汽端观看时, 則汽輪机轉子以順时針方向轉动, 其額定轉速为每分鐘 3000 轉。

每台汽輪机的轉子和發电机轉子均用半固定式靠背輪彼此联結起来, 而 BK-100-2 型双缸汽輪机的高压与低压轉子則用蛇形彈簧式靠背輪联結起来。

汽輪机具有盤車設備, 使冷机起动时的操作能加速进行, 而汽輪机在停車任意時間后又能再次起动起来。在起动和停止汽輪机时, 用手將該設備投入, 这时它就以每分鐘几轉的速度把軸轉动起来。当起动汽輪机时, 則盤車設備会在轉子被蒸汽推动起来时自动退出, 而当潤滑系統中的油压过分降低时, 它也会自动停止。

汽輪机的叶片已受过調整, 当电力網頻率為 50 週波时, 沒有共振發生。不允許汽輪机在电力網頻率低於 49.5 或高於 50.5 週波时工作^①。

* 汽輪机的主要技術資料見附录 6。

① 見苏联电站部發电厂与电力網技术运行法規, 苏联国立动力出版社 1953 年版。

功率为 25 000 和 50 000 瓩的汽轮机具有一个自动主汽门。BK-100-2 型汽轮机具有两个并联的自动主汽门。这些汽门位于专门的、独立的蒸汽室中，而蒸汽即从蒸汽室沿联通管送往汽轮机的调节汽门。

所有汽轮机都采用喷嘴调速。所有汽轮机的高压部分都有四个调节汽门，以便使蒸汽进入喷嘴箱中。当负荷改变时，这些汽门依次地打开或关闭。具有抽汽的汽轮机采用带有转动环的调节隔板，以便把蒸汽从调节抽汽室通到汽轮机的后一部分去。

汽轮机上装有迷宫轴封，其中通以来自专门冷却器的、经过冷却与节流的蒸汽。根据迷宫轴封的连接方式，送往轴封的新蒸汽主要是在起动与空负荷运转时才需要调整，而在负荷变动时就几乎不需要什么调整了。

自动主汽门的蒸汽室，单缸汽轮机靠前端的部分，BK-100-2 型汽轮机的高压汽缸以及其低压汽缸的中间部分，都用保温材料保护起来，而且保温层的外面又盖以金属的盖板。

高压汽轮机配备有清洗设备，允许在适当的低负荷运转情况下清洗叶片。

汽轮机设备的一套水泵要根据热力系统和当地条件来加以选择，通常它包括：

(1) 两台循环水泵，用以把冷却水送入凝汽器、冷油器和发电机的气体冷却器或空气冷却器(当无中央水泵站同时供应若干台汽轮机时)；

(2) 两台或三台凝结水泵，用以从凝汽器中抽出凝结水，并使之通过回热加热器系统进入除氧器中；来自除氧器的给水，用给水泵打出来通过各高压加热器；

(3) 一台或两台升压泵，用以把加热器中加热蒸汽的凝结水或蒸发器凝汽器的凝结水送入基本凝结水的管道或除氧器中去；

(4) 两台升压泵，用以把循环冷却水从循环水系统供水管道送入发电机的气体冷却器中去(对于具有功率为 50 000 和 100 000 瓩的发电机的汽轮机而言)；

(5) 一台蒸发器的污水泵^①。

高压型类的所有汽轮机都有表面式凝汽器，它是在安装地点直接焊到焊成的汽缸的乏汽管上，或者用螺钉联到铸铁汽缸上去的。

凝汽器的每一半均有其冷却水的入口和出口，因而在适当地降低负荷的条件下，容许在运行中轮流地对每一半进行清洗；BK-100-2 型汽轮机设备具有两台凝汽器，可以同时两台凝汽器的各一半进行清洗。

为了便于在起动和正常运行时从凝汽器中抽出空气，装有起动抽气器和主抽气器。主抽气器装有其工作蒸汽的冷却器，它的水侧就联在给水的回热加热系统

^① 在所列举的项目中，没有包括供暖系统的热力网泵，也没有包括用以把补充水从 1.2 绝对大气压的专门除氧器打到设备系统中来的辅助水泵。

中。为了使循环水系统在启动时能充满水，通常还装有第二个启动抽气器。

所有汽轮机均设计与回热设备在一起工作以加热给水，并设计有抽汽供给除氧设备，在个别情况下还有抽汽供给蒸发设备。在具有调节抽汽的汽轮机中，回热设备的任务是，除加热汽轮机的主凝结水外，还要加热从热力网加热器或生产用热设备来的凝结回水。

第2节 调节、保护装置，信号装置与油系统

配汽机构——调节汽门和转动式调节隔板——的驱动，由油动活塞式伺服马达予以实现。伺服马达由错油门加以控制，错油门则承受调节系统脉动机构的作用，所谓脉动机构是指调速器而言，而在具有调节抽汽的汽轮机中，另外还指按联动调节原理联上的抽汽调压器。

调速器自动地保持汽轮发电机的转速（电力网的频率）一定，其变动率约为4%。

调速器装有同步器（改变转速的装置），其任务是：

- (a) 改变汽轮机的空负荷转速，以便同步并将发电机并入电力网中去；
- (b) 当发电机在电力网（电力系统）中并列运行时，保持发电机接带给定的负荷，或保持电力网的频率于额定值；
- (B) 当在孤立的网中工作时（不与其他发电机并列），保持频率在其额定值。

同步器可以由司机直接在汽轮机旁边用手控制，也可以从电厂主控制室远距离操作同步器的变向电动机来加以控制。在空转时，同步器允许汽轮机的转速在额定转速的-3%到+7%的范围内变动（当新蒸汽压力不超过95绝对大气压时），而在额定负荷下，则允许在-7%到+3%的范围内变动。

在所有汽轮机中，均装有双重的危急保安器。当转速超过额定转速11—12%（视弹簧的整定情况而定）时，危急保安器立即动作，使自动主汽门和新汽调节汽门迅速关闭，从而切断蒸汽进入汽轮机的通路。

用手直接打掉危急保安器的槓桿，也可以迅速切断蒸汽进入汽轮机的通路。

调节与保护系统允许自动主汽门在危急保安器动作以后立即又能重新打开。

此外，当调速器滑环由于汽轮机失去负荷因而走出其正常的移动范围时，自动主汽门也会关上（与两个危急保安器无关）。

具有调节抽汽的汽轮机的调压器自动地保持抽汽室中的蒸汽压力，使之以不大的变动率在预先规定的范围内变动。当汽轮机在不对外界用户抽汽供热的工况下运行时，有停用调压器的可能。此时从抽汽室到汽轮机下一级的蒸汽连通机构（调节隔板）将完全打开。

汽轮机备有手动的功率限制器，它的作用是限制新汽调节汽门的开度。当汽门开到预定的极限开度时，功率限制器即自动地向电厂主操作盘送出灯光信号，

此灯光信号將提醒值班人員知曉，繼續从主操作盤远距离操作同步器使汽門打开是不可能的，因为汽門的位置已經被功率限制器限制住了。功率限制器的作用是單方面的，它只限制汽門的开度，而当轉速增加或者当操縱同步器減低負荷时，它並不妨碍汽門的关闭。

汽輪机裝有軸向位移電繼动器，它能在汽輪机操作盤的表計上指示出汽輪机轉子的軸向位置（在 BK-100-2 型汽輪机內，則为高压轉子的軸向位置）。当轉子沿蒸汽流动方向的軸向位移达到極限允許值时（由於推力軸承工作瓦片的烏金过度磨損或事故熔化的原故），該繼动器就会使自动主汽門和新汽調节汽門关上。这样，軸向位移繼动器就解除了在任何足以引起轉子位移的不正常情況下，汽輪机的轉动部分和固定部分互相碰上的威胁。

自动主汽門裝有極端位置的信号灯，此外，在主汽門关闭时也往主控制室發出信号。通往厂外用戶的抽汽管路上的逆止門（對於具有調节抽汽的汽輪机而言），以及通往加热器的回热抽汽管路上的逆止門均备有連鎖機構。当新汽自动主汽門关闭和發电机擴開时，該機構立即發生动作。

調节系統中的油压为 12 表大气压，而軸承潤滑系統的油压則为 0.6 表大气压左右（冷油器前）。

高压汽輪机的起动用汽輪油泵設計在新蒸汽压力为 90 絕对大气压和温度为 500°C 下工作，其乏汽排入大气中。汽輪油泵允許蒸汽初压力降低到 60 絕对大气压。油泵是用手来加以控制的。

当起动用汽輪油泵不正常，或者当新蒸汽压力降低过甚时，为了供应汽輪机的潤滑系統，还备有电动油泵。当軸承潤滑系統中的油压降低到 0.2 表大气压（冷油器后）时，电动油泵就自动投入工作。

汽輪机油箱的容积为 14 公尺³左右，而油管路系統的容积則为 3 公尺³左右。油箱上有油位指示器，当油位到达高限或低限时，指示器就發出灯光信号和警报。

在汽輪机滿負荷而冷却水温度不超过 30°C 的情况下，允許順序地停用一台冷油器，以便清洗其油側和水側。当循环水系統温度超过 33°C 时，应当裝設从其他水源往冷油器送冷水的备用管路。在冷油器中，冷却水的压力應該低於油压力，而且水压不应超过 1 个表大气压。

当使用苏联国家标准 32-47 中牌号为“Л”的透平油时，如果冷却水初温度不超过 33°C ，則汽輪机的油系統可以保証汽輪發电机各軸承出口油温不超过 65°C 。

第 3 节 凝汽式汽輪机及其热力特性

功率为 25 000 瓩的 BK-25-1 型單缸汽輪机（附圖 1），具有一个作为調节級的双速輪和 18 个压力級。汽輪机提性軸的临界轉速約为 2180 轉/分。該汽輪机

有六級不調節抽汽。

功率為 50 000 瓩的 BK-50-1 型單缸汽輪機 (附圖 2) 的調節級也是一個雙速輪, 另外有 17 個壓力級。汽輪機的軸是撓性的, 其臨界轉速約為 1790 轉/分。

功率為 100 000 瓩的 BK-100-2 型汽輪機 (附圖 3) 是雙缸機組。高壓汽缸有一個雙速輪作為調節級, 另外有 11 個壓力級。低壓汽缸製成雙流式, 具有五個雙重的壓力級。高壓轉子的軸是剛性的, 其臨界轉速約為 3620 轉/分。低壓轉子的軸是撓性的, 其臨界轉速約為 1670 轉/分。

BK-50-1 型和 BK-100-2 型凝汽式汽輪機各有五級不調節抽汽, 用以在表面式回熱加熱器中加熱給水, 用以送至除氧器與蒸發器, 也可以在有限的範圍內用作廠用蒸汽, 但此時必須就附加蒸汽流量的數量取得製造廠的同意。

汽耗量與熱耗量。表 1 中列出了高壓凝汽式汽輪機的汽耗量與熱耗量, 其容許變化範圍為 5%, 此外也列出了給水的加熱溫度。當汽輪機的運行情況與下述各條相符時, 表 1 中的數據才能適用:

(a) 自動主汽門前面的新蒸汽壓力與溫度分別等於 90 絕對大氣壓與 500°C;

(b) 對於不同型式的汽輪機而言, 通過凝汽器的冷卻水數量與溫度必須符合於表 2 中所列的數值;

(c) 通過高壓加熱器的給水數量等於進入汽輪機的新蒸汽流量;

(d) 真空系統的空氣嚴密度為: 在 80% 的額定負荷下, 當停用抽氣器以後, 真空的降低每分鐘不超過 2 公厘水銀柱;

(e) 汽輪機的热力系統如圖 115—118 所示, 其中蒸發設備均停用;

(f) 當凝汽器銅管和汽輪機通汽部分都很潔淨, 此時從第一次起動算起, 汽輪機的總運行小時數不應超過 6500 小時, 這時表 1 所列的汽耗量與熱耗量才有現實意義。

表 1 中所列的新蒸汽消耗量並不包括用於抽氣器的蒸汽在內。當新蒸汽和冷卻水的參數與額定數值不同時, 可以利用改正曲線 (附錄 13) 把汽耗量與熱耗量的實際數值換算到保證條件下的數值。

凝汽式汽輪機的典型工況

表 1

汽輪機 型 式	發電機端點 上的功率, 瓩	通過自動主汽 門的新蒸汽流 量, 噸/時	最末級加熱器 后面的給水加 熱溫度, °C	發電機效率, %	熱 耗 率, 大卡/瓩·時	汽 耗 率, 公斤/瓩·時
BK-25-1	15 000	62	195	98.0	2530	4.07
	20 000	83	209	98.1	2470	4.08
	25 000	106	223	98.2	2460	4.25
BK-50-1	30 000	112	185	98.0	2335	3.74
	40 000	152	205	98.3	2295	3.80
	50 000	191	212	98.6	2280	3.83
BK-100-2	80 000	301	205	98.8	2275	3.76
	90 000	338	207	98.9	2265	3.76
	100 000	377	212	99.0	2250	3.77

表 2

汽 輪 机 型 式	冷却水温度, °C	冷却水流量, 公尺 ³ /时
BK-25-1	15	5 000
BK-50-1	10	8 000
BK-100-2	10	16 000 ^①

在下述情况下, 允許汽輪机在額定負荷下長期运行:

(a) 蒸汽参数在下述範圍內的任意組合: 新蒸汽压力——由 85 到 95 絕对大气压, 新蒸汽温度——由 490 到 505°C。

当蒸汽参数均为最低值——85 絕对大气压和 490°C 时, 在下述条件下汽輪机能保証發出額定功率: 冷却水的流量与温度为額定值, 凝汽器銅管潔淨, 真空系統的空气严密度达到上述标准, 且流过高压加热器的給水流量等於进入汽輪机的蒸汽流量。

(6) 冷却水温度增高到 33°C 时, 同时假定新蒸汽参数与通过凝汽器的冷却水流量不低於其額定值, 凝汽器銅管的潔淨度与真空系統的空气严密度有所保証, 而流过高压加热器的給水流量等於进入汽輪机的蒸汽流量。

第 4 节 凝汽式汽輪机調节系統的特性

当汽輪机运行情况稳定且同步器的位置固定不变时, 在額定負荷下調速系統の変動率为 (表 3):

表 3

	汽 輪 机 型 式		
	BK-25-1	BK-50-1	BK-100-2
調速系統の変動率, 以額定轉速的百分数来表示	4.25 ± 0.75	4.25 ± 0.75	4.5 ± 0.75

当新蒸汽压力在 85 到 95 絕对大气压的範圍內, 温度在 490 到 505°C 的範圍內, 並且汽輪机的轉速为額定值时, 如果危急保安器已調整到超过額定轉速 11.0—12.0% 开始动作, 則当汽輪机突然由額定負荷掉到零負荷时, 危急保安器並不發生动作, 也就是說汽輪机可以保持在空負荷下运转。当新蒸汽压力为

表 4

	汽 輪 机 型 式		
	BK-25-1	BK-50-1	BK-100-2
本制造厂规范所能适用的發电机型式	TB-25-2	TB-50-2	TB-100-2
轉速超过額定值, %	9.5	9.5	8.5

① 指兩道制凝汽器的冷却水流量。当採用單道制凝汽器时, 冷却水量則为 20 000 公尺³/时。

87.5—92.5 絕對大氣壓，溫度為 490—505°C 時，轉速的增加不超過表 4 中所列的數值。

第 5 節 具有調節抽汽的高壓汽輪機及其熱力特性

BT-25-4 型汽輪機 (附圖 4) 功率為 25 000 瓩，它是具有供暖抽汽的汽輪機。汽輪機共有 20 級，其中在高压部分方面包括一個制成雙速輪形式的調節級和 15 個壓力級，而在低壓部分則有一個單速調節級和 3 個壓力級。汽輪機轉子的臨界轉速約為 1850 轉/分。

汽輪機有四次不調節抽汽用於回熱加熱，並有一次調節抽汽用於向廠外用戶供暖及回熱加熱。用於供暖的最大抽汽量為 100 噸/時。

調節抽汽在一定的壓力下抽出，壓力的大小決定於調壓器的整定情況，其變動範圍為 1.2 到 2.5 絕對大氣壓，變動率約為 0.25 公斤/公分²。

不允許汽輪機在下述情況下運行：

- (a) 當調節抽汽室中的壓力超過 2.5 絕對大氣壓時；
- (b) 當調壓器投入運行，而調節抽汽室中的壓力低於 1.2 絕對大氣壓時；
- (B) 當乏汽排到大氣時。

過負荷。當新蒸汽參數為 85 到 95 絕對大氣壓和 490 到 505°C 之間的任意組合，並且加熱器全部投入運行，又冷卻水量為 5000 公尺³/時而其溫度不超過 20°C 時，則無論在抽汽工况或純凝汽工况下，均允許汽輪機過負荷到 30 000 瓩（發電機的過負荷可能性——見蘇聯國家標準 533-51），但此時在純凝汽工况下，效率將相應地降低。

假如新蒸汽參數不低於其額定值，則當凝汽器前面的冷卻水溫度增高但不超過 33°C 時，也可以使汽輪機過負荷。

在這些條件下的抽汽工况下，抽汽數量在 1.2 絕對大氣壓下可以達到 80 噸/時，在 2.5 絕對大氣壓下可以達到 55 噸/時。

假如新蒸汽參數不低於其額定值，而冷卻水溫度又不高於其額定值的話，那麼在抽汽工况下，抽汽數量在 1.2 絕對大氣壓下可以達到 100 噸/時，在 2.5 絕對大氣壓下可以達到 75 噸/時。

為了保持低壓部分的轉子和汽缸的溫度在允許範圍內，則當調節抽汽室中的壓力為 1.2 絕對大氣壓時，通過低壓部分的最小蒸汽流量應為 8 噸/時左右，而當該室中壓力增高時，該最小蒸汽流量還必須相應地增加。

汽耗量。新蒸汽總消耗量、抽汽數量與電功率之間的關係，近似地如工况圖所示（見附錄 13）。

汽耗量與給水加熱溫度列於表 5 中，其中汽耗量的容許誤差為 5%。這些數據只是在下述工作情況下才能適用：

- (a) 自动主汽門前的新蒸汽参数为 90 绝对大气压与 500°C;
- (b) 流过凝汽器的冷却水量为 5000 公尺³/时, 其初温为 20°C;
- (B) 设备按照制造厂的热力系统(見圖 122) 运行, 其中规定採用 6 个大气压的除氧器, 並假定抽汽凝結水在 100°C 下全部返回;
- (r) 流过高压加热器的給水流量等於进入汽輪机的新蒸汽流量;
- (д) 真空系统的空气严密度为, 在 25 000 瓩負荷下停用抽气器以后, 真空的降落每分鐘不超过 2 公厘水銀柱;
- (e) 汽輪机通汽部分和凝汽器銅管都是潔淨的, 此时从第一次起動算起, 汽輪机的总运行小时数应不超过 6500 小时。

BT-25-4 型汽輪机设备的典型工况

表 5

发电机端点上的功率, 瓩	1.2 绝对大气压下的抽气数量, 吨/时	发电机效率, %	汽耗率, 公斤/瓩·时	最末級加热器后面的給水温度, °C
25 000	100	98.2	5.42	211
25 000	40	98.2	4.63	202
20 000	40	98.1	4.70	193
15 000	40	98.0	5.06	183
25 000	0 ^①	98.2	4.12	197

附註: 表中所列的汽耗量数字不包括用於抽气器的蒸汽。

当新蒸汽与抽汽的参数、冷却水的数量与温度与其额定值不符时, 可以使用制造厂供給的改正曲線, 以便將发电机端点上測定出的功率換算到保証条件下的数值 (見附录 13)。

BNT-25-3 型汽輪机 (附圖 5) 功率为 25 000 瓩, 具有三次不調节抽汽用於回热, 以及兩次調节抽汽用於供应厂外用戶的用汽 (生产用及供暖用) 和回热系统的用汽。

汽輪机共有 19 級: 在高压部分有一个制成双速輪形式的調节級和 8 个压力級, 在中压部分有一个單速輪調节級和 5 个压力級, 在低压部分有一个單速輪調节級和 3 个压力級。

汽輪机轉子的临界轉速为每分鐘 1800 轉左右。

供生产用的調节抽汽可以在 8 到 13 绝对大气压的范围内的任何恆定压力下抽出 (視調压器的整定情况), 其变动率約为 1.2 公斤/公分²。

根据生产用汽所需压力的变化范围, 汽輪机设备的給水回热加热系统可以有兩個不同方案。当抽汽压力的变化范围为 10 到 13 绝对大气压时, 可設置 5 个加热器。而当抽汽压力的变化范围为 8 到 10 绝对大气压时, 可不設置第 4 号高压加热器 (見下册中的第 88 节)。

① 停用抽汽調压器。

用於供暖的調节抽汽在 1.2 到 2.5 絕對大气压的范围內的某一恆定压力下抽出(視調压器的整定情况而定), 其变动率約为 0.25 公斤/公分²。

不容許汽輪机在下述工况下运行:

(a) 当生产抽汽室中的蒸汽压力超过 13 絕對大气压, 以及供暖抽汽室中的压力超过 2.5 絕對大气压时;

(b) 当調压器投入运行, 而生产抽汽室中压力低於 8 絕對大气压, 以及供暖抽汽室中压力低於 1.2 絕對大气压时;

(B) 排汽入大气时。

最大抽汽量。在额定电力負荷 25 000 瓩下, 当新蒸汽参数为其额定值, 流过凝汽器的冷却水量为 5000 公尺³/时而其温度为 20°C, 回热加热系統全部投入运行, 並且通过最后一級高压加热器的給水流量等於通过自动主汽門的蒸汽流量的 105%, 同时設備的热力系統系按照帶有 6 絕對大气压除氧器的系統(見圖 119 和 120 中的系統) 組成时, 則:

(a) 当無供暖抽汽时, 最大生产抽汽量当抽汽室中压力为 8—10 絕對大气压时是 130 吨/时, 当压力为 13 絕對大气压时是 120 吨/时;

(b) 当無生产抽汽时, 最大供暖抽汽量当抽汽室中压力为 1.2 絕對大气压时是 100 吨/时, 当压力为 2.5 絕對大气压时是 60 吨/时。

过負荷。在上述的参数与条件下, 允許汽輪机在功率方面过負荷到 30 000 瓩(發電机的过負荷可能性——見苏联国家标准 533-51), 然而这时抽汽量的最大值將要相应地降低:

(a) 当無供暖抽汽时, 最大生产抽汽量当抽汽室中压力为 8—10 絕對大气压时將降低到 110 吨/时, 当压力为 13 絕對大气压时降低到 90 吨/时;

(b) 当無生产抽汽时, 最大供暖抽汽量当抽汽室中压力为 1.2 絕對大气压时降低到 40 吨/时, 当压力为 2.5 絕對大气压时降低到 20 吨/时。

为了保持汽輪机低压部分及其轉子的温度在容許范围內起見, 則低压部分(第 16 級后面)的最小蒸汽流量, 当供暖抽汽室压力为 1.2 絕對大气压时应为 8 吨/时左右, 而当抽汽室中压力升高时还必须相应地增加。

当基本参数偏离其额定数值但仍在下述范围以內时, 不論有無对厂外用戶的抽汽, 均允許汽輪机在额定功率下長期运行:

(a) 当冷却水的流量为 5000 公尺³/时而其温度不超过 20°C 时, 新蒸汽参数可以为下述范围內的任意組合: 压力由 85 到 95 絕對大气压, 温度由 490 到 505°C;

(b) 冷却水的温度可以增高到 33°C, 但此时的附加条件为: 新蒸汽参数必須不低於其额定值, 真空系統的空气严密度为, 在 25 000 瓩負荷下停用抽气器以后, 其真空的降低每分鐘应不超过 2 公厘水銀柱, 汽輪机通汽部分和凝汽器銅管