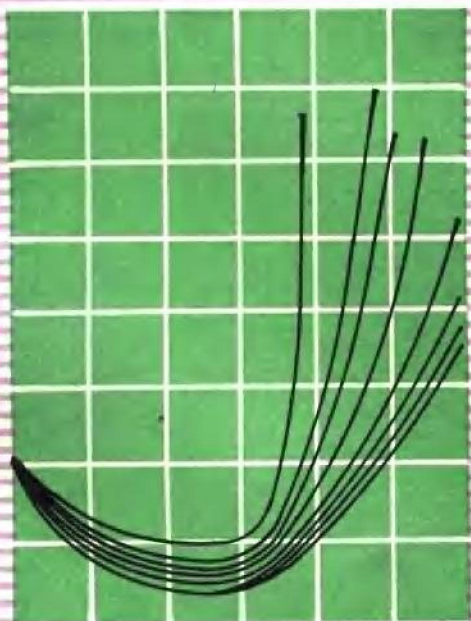


[苏]И.И.吉普尼斯
于尔铁译

选煤厂技术检查



煤炭工业出版社

〔苏〕И.И.吉普尼斯

选煤厂技术检查

于尔铁 译

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书扼要介绍各类用户对煤炭质量的要求和煤炭的研究方法。较详细地叙述了煤质指标的测定和选煤工艺过程的检测方法(包括快速检测)以及所采用的仪器。对选煤厂技术检查作业的组织,以及利用检测结果实现选煤工艺过程的科学控制也做了介绍。

书中以数理统计理论为基础,阐述了试验误差的计算和评估煤质稳定性的方法。

本书供选煤厂工程技术人员,科研、设计部门的选煤专业人员阅读,矿业院校选煤专业师生也可参阅。

Ш. Ш. кипнис

Технический контроль на
углеобогащительных фабриках

Издательство «недра» 1976

*

选 煤 厂 技 术 检 查

于尔铁 译

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $9^{5/8}$

字数211千字 印数1—2,600

1980年1月第1版 1980年1月第1次印刷

书号15035·2264 定价0.80元

译 者 说 明

一、本书根据〔苏〕Ш.Ш.吉普尼斯所著《Технический контроль на углеобогатительных фабриках》（矿藏出版社1976年版）翻译。原书共十章，第十章安全技术未译出，其它章节略有删节，对个别明显错误做了改正。

二、书中各项煤质指标，凡我国国家标准中有规定的，均改为我国通用的符号，如 A^s 、 W^v 、 S_8 等。其它代号（不包括设备型号）的下角标，均将原书俄文译为汉语拼音文字（取第一或第二个汉字的前一、二个拼音字母）；原书用英文的，未做改动。

三、原书中固体和液体（重液、悬浮液）密度多采用公斤/米³单位，个别地方也有采用克/厘米³的。翻译中，除特别指明单位者外，均按我国目前的习惯改为比重，并省去单位。

四、本书由张殿增、吴式瑜二位同志校对，在此谨致谢意。

前 言

煤炭工业产品质量，决定于煤的自然性质、是否洗选以及选煤技术水平等。

标准化、检查工作的组织及其对质量控制的水平，对于满足用户对煤炭产品质量的要求，具有重要意义。

在国民经济中，煤炭既是燃料又是工业原料。现代化的大型用煤企业，装有高能力的设备，需要高质量的燃料。现代化的焦化生产工艺和电厂燃煤工艺，除了要求降低煤中杂质和有害物含量之外，还要求煤质保持稳定。

用精煤炼制的焦炭的灰分波动，将使高炉冶炼过程多消耗原料并浪费生产能力。为了提高大容量动力机组的运行可靠性，要求每批煤的灰分波动不超过平均值的8~10%。

改善煤炭质量是节约社会劳动的重要因素。例如，灰分每降低1%，烟煤的发热量可提高80千卡/公斤，无烟煤可提高100千卡/公斤。因此，提高煤炭质量就等于增加煤炭产量。

有三分之二的煤炭是作燃料用。如果筛分成等级煤使用，对于气煤来说用量可节约15.7%，长焰煤可节约4.1%，褐煤可节约11.5%。

考虑到煤炭生产要消耗大量劳动力和材料，所以节约煤炭就是为国民经济节约大量物质财富。

提高煤炭质量，可以降低以煤炭作燃料生产的最终产品的社会劳动消耗。燃料费用在最终产品的成本中占有重要位

置。例如，在铁的生产成本中，用精煤炼制的焦炭费用占40~50%；在蒸汽的生产成本中煤炭占80%；在水泥的生产成本中煤炭占27~40%。

降低煤的灰分、水分及硫分，可相应地减少运量和节省运费。

煤炭销售价格是根据灰分、水分及硫分的高低确定的。因此，提高商品煤质量是改善煤炭工业技术经济指标的重要因素。

在机械化采煤条件下，机械分选和筛选是生产高质量商品煤主要的、最有效的手段。

现代化选煤厂是高度机械化的、连续生产的企业，尤其是选煤工艺的显著变化——重介质选煤的广泛采用，从根本上改变了选煤厂的技术水平。

选煤技术和工艺的改进，分选过程的自动化，以及质量指标的测定方法和测定技术，是提高选煤厂产品质量的必要条件。在选煤厂中，组织合理的和有效的检查，不仅可以监视不符合计划指标的产品，而且还可以进行工艺过程的操作调节，使其达到计划指标，这对于控制产品质量具有重要作用。

本书的任务是反映试验理论与实践的现状，质量指标的机械化与自动化检测，介绍如何组织技术检查，以及利用检查结果对工艺过程进行科学控制。书中还介绍测量与试验的理论基础，测量数据的搜集和统计处理的现代方法，以供分析选煤厂生产活动之用。

目 录

前言

第一章 煤质	1
1. 煤的质量指标和物理性质	1
2. 煤炭分类标准	8
3. 用户对煤质的技术要求	9
4. 煤炭企业的产品鉴定	14
第二章 煤炭的研究方法	18
1. 煤的粒度组成	18
2. 煤的比重组成	20
3. 煤的可选性评定方法	27
4. 煤的可碎性的研究	31
5. 煤与矸石泥化性的研究	32
6. 煤泥的研究	32
7. 煤炭的数字编码	43
第三章 数理统计学在煤质检查中的应用	45
1. 表示产品质量水平和稳定性的统计学参数	45
2. 抽样与抽样误差	71
3. 累积误差、间接误差及平行试验允许误差的估价	76
4. 相关分析概述	77
第四章 煤质试验原理	80
1. 煤质试验理论的发展	80
2. 煤的不均性及试验各阶段误差的研究	83
3. 对试验精确度和参数的要求	95
4. 试验精确度的检查方法	102

第五章 煤样的采取和处理方法	108
1. 采样	108
2. 煤样的缩制	122
第六章 煤质指标的测定方法	132
1. 灰分和硫分的测定	132
2. 煤中水分的测定	147
第七章 选煤过程的检查和控制	152
1. 选前原煤混匀阶段对精煤质量的控制	152
2. 筛分过程的检查和控制	160
3. 破碎过程的检查和控制	168
4. 选煤产品产率的计算和效果的评定	172
5. 重介质选煤的检查和控制	180
6. 跳汰选煤过程的检查和控制	198
7. 其它重选过程的控制	218
8. 浮选的检查和控制	221
9. 脱水、干燥及煤泥浓缩过程的检查和控制	235
第八章 过程参数的测量手段	256
1. 测量重量的装置	256
2. 液体和散状物料料位的检测	259
3. 矿浆流量、密度及固体含量的测量	265
4. 设备工作与停运时间的记录	267
第九章 技术检查工作的组织	269
1. 质量控制及生产无次品	269
2. 生产过程的日常工艺检查	271
3. 成品的验收检查	279
4. 原煤的验收检查	281
附录	

第一章 煤 质

1. 煤的质量指标和物理性质

煤炭的质量指标及各项物理化学性质，决定了它作为动力燃料和工业原料的使用价值。

煤质的检查、试验程序和手段，在标准中有统一规定。煤的工业分析包括的主要质量指标是：灰分、水分、硫分、挥发分，发热量及焦渣特征等，必要时进行煤的元素分析。

煤质分析的每一次测定都要用两份平行的称样，按标准规定的方法进行。两份称样的分析结果不得超过标准规定的误差范围，然后取二者的算数平均值。试验直接测得的是分析基的数据，还要换算成应用基（含水含灰的）、干基（无水的）或可燃基（无水无灰的）。

矿物杂质与灰分 机械选煤方法只能排除开采过程中混入煤中的矿物杂质，即来自煤层顶底板和夹石层的矸石。

矿物杂质包括：硅酸盐、硅酸铝；硫酸、盐酸、碳酸及其它酸类与铁、钙、镁、钠、钾等金属元素化合的盐类。当煤燃烧时，不燃的矿物杂质转化成灰分。一部分矿物杂质分解：石灰石分解出碳酸气，硫铁矿变成铁的氧化物和硫的氧化物，后者成为气体逸出。因此，煤的灰分不能完全代表其矿物杂质含量。通常煤的灰分要比矿物杂质含量低8~12%。矿物杂质使煤的发热量降低，因而用煤单位负担的煤炭运费以及排灰费用就要增加。例外的情况是，某些煤炭的矿物杂

质中含有稀有元素（锗、铼、镓等），或是对于冶炼有用的成分，例如铁、钙及镁的化合物在炼焦及炼铁过程中可以利用。灰分是决定煤炭使用价值和价格的主要质量指标。

化验室测定灰分的要点是，称取两份粒度为0~0.2毫米的试样放到马弗炉中，在800~825℃温度下使之灰化。灰化残渣对原样重量的百分数即为灰分。

在许多情况下，灰渣的性质对于用煤单位是重要的。可将灰渣分为难熔与易熔，散状或熔融状。灰熔点低于1200℃的是易熔，在1200~1350℃之间的为中等，高于1350℃的属于难熔。

水分 煤中的水分使煤的发热量降低，因而也降低使用煤炭的经济效果。当煤的外在水分高时，难于筛分，使煤炭按粒度分级的效果变坏；还会加剧煤的自燃倾向，缩短煤的安全贮存期。

在工业分析中，需测定应用煤的全水分 W' （以%表示）。测定水分的方法，是将试样放到烘箱中用105~110℃的温度烘烤60分钟（烟煤和可燃页岩）或90分钟（褐煤与选后产品），然后算出失掉的重量。做快速分析时，可将煤样放到烘箱中用 $140 \pm 5^\circ\text{C}$ 的温度烘烤20分钟。

硫 硫在煤中有四种形态：硫化铁（黄铁矿粒和各种粒度的磁铁矿）硫；硫酸盐（硫酸铁和硫酸钙）硫；有机硫（含于煤的有机质中）；单体硫。煤中的硫分以黄铁矿硫为主。硫是特别有害的杂质：在燃烧时腐蚀金属结构物并污染大气；在炼焦时半数以上的硫进入焦炭中，从而使生铁质量变坏。存在于煤中的黄铁矿硫，常呈粒度达4微米的微粒嵌布，选煤过程中是很难排除的。对于这种煤，需要磨碎后用特殊的方法分选，最有效的是离心力选。近代选煤工艺是通过研石

和中煤排硫，它只能使精煤的硫分降低10~15%。

全硫含量的测定，是将试样与艾氏含剂混合焙烧，生成可溶性硫酸盐，再加氯化钡使之沉淀，然后称量生成的硫酸钡重量。

发热量是最重要的煤质指标之一 这项指标决定着用煤单位的耗煤量、贮煤量及运量，也就是决定着用煤的费用。发热量用焦耳或千卡表示。测定煤的发热量，是将煤样放到热量计的弹筒中，使之在氧气中燃烧，煤样燃烧时放出的热量被外筒中的水吸收，测得水的升温即可算出可燃基发热量 Q_{DT}' 。弹筒发热量中除包括煤的燃烧热量外，还有煤中二氧化硫形成硫酸时放出的热量，形成并溶于水中的硝酸热量，以及水分蒸发时的汽化热。为了应用上的方便，要换算成应用煤低位发热量 Q_{nw}' 。

煤炭隔绝空气加热时，生成固体残渣和气体产物，即挥发物。

挥发分是煤炭分类的基本指标 煤的挥发分是随煤化程度的加深而降低。测定挥发分是将试样放在带盖的坩锅中，用850℃的温度加热7分钟。失去的重量扣除水分的蒸发量，即是挥发分（%）。

在测定挥发分之后，根据剩在坩锅里的未挥发残渣（焦块）的外观和强度，可判断煤的粘结性。苏联标准将焦块分成七种类型（由粉状到强膨胀熔融），焦块的类型代表着煤炭是否适于炼焦。肥煤和焦煤的粘结性最强，而褐煤、长焰煤、贫煤及无烟煤是不粘结的。

胶质层指标。利用胶质层厚度Y（毫米）和收缩度X（毫米），表示煤在熔融状态下的性质。这两项指标的测定方法是，将灰分低于10%的煤样（灰分高的煤样要预先做减

灰处理) 100 克放到特殊的仪器中, 以每分钟 3°C 的速度加热到 750°C 。绘出胶质层曲线, 取胶质层上下界面两条曲线之间的最大垂直距离, 作为胶质层厚度, 取体积曲线的终点与零点线间的距离作为最终收缩度。

煤的密度● 表示方式分为:

真密度——不包括孔隙时煤炭重量与其所占容积的比值;

视密度——自然状态下(包括微孔和裂隙)煤炭重量与其所占容积的比值;

堆积密度——在自由装载条件下, 煤炭重量与其所占容积的比值。

煤的密度决定于煤化程度、矿物杂质的成分及含量。煤中矿物杂质的密度要比煤中有机物的密度高; 矿物杂质密度在 2200公斤/米^3 (粘土质页岩) 到 5000公斤/米^3 (黄铁矿) 之间。

煤的真密度是用磨至 $0\sim 0.2$ 毫米的煤样进行测定的。为了将孔隙中的气泡驱除, 用液体润湿煤样, 并在比重瓶中煮沸一小时。测定视密度, 是将表面涂腊的煤块浸在水中, 并测定其重量和体积。真密度与视密度的差数被真密度除得之商数即为煤的气孔率 (%)。

煤的堆积密度与水分、粒度组成及装填的紧密程度等多种因素有关。测定煤的堆积密度, 是将煤样装到具有一定容积的容器中称取重量, 并用下式计算:

$$\text{煤的堆积密度} = \frac{\text{煤和容器的总重} - \text{容器重量}}{\text{容器的充煤体积}} \quad (\text{吨/米}^3)$$

● 我国习惯用煤炭比重表示。——译者注

要进行三次测量，取其平均值作为堆积密度。

煤的机械强度影响着煤的粒度、运输方式和工艺设备的选择 在苏联标准中，规定有三种测定机械强度的方法，即大转鼓法、小转鼓法及捣碎法（见图 1）。转鼓试验 按表 1 所列条件进行，这种试验与煤在运输过程中所受的破碎条件相似。

表 1 煤 的 转 鼓 试 验 条 件

转鼓型式	转鼓尺寸 (毫米)	每分钟转数	试验时间 (分)	试 样 条 件	
				重量 (公斤)	粒度 (毫米)
大 转 鼓	1000×530	25	4	25	13~100
小 转 鼓	180×180	50	20	1	25~50

机械强度按下式计算：

$$\Pi_G = \frac{G_1}{G} \times 100,$$

式中 Π_G ——煤的机械强度，%；
 G ——试验前的试样重量，公斤；
 G_1 ——转鼓试验后13毫米（大转鼓）或25毫米（小转鼓）筛上物重量，公斤。

捣碎法测定煤的机械强度，是将13~25毫米的试样置于煤杯中，利用2.4公斤的重锤由0.6米高度落下时的冲击力捣碎试样，然后测出产生的0~0.5毫米级煤粉的体积，并用硬度系数表示：

$$f = \frac{20n}{l},$$

式中 n ——重锤的捣击次数；

l —— 煤粉体积计上读出的刻度。

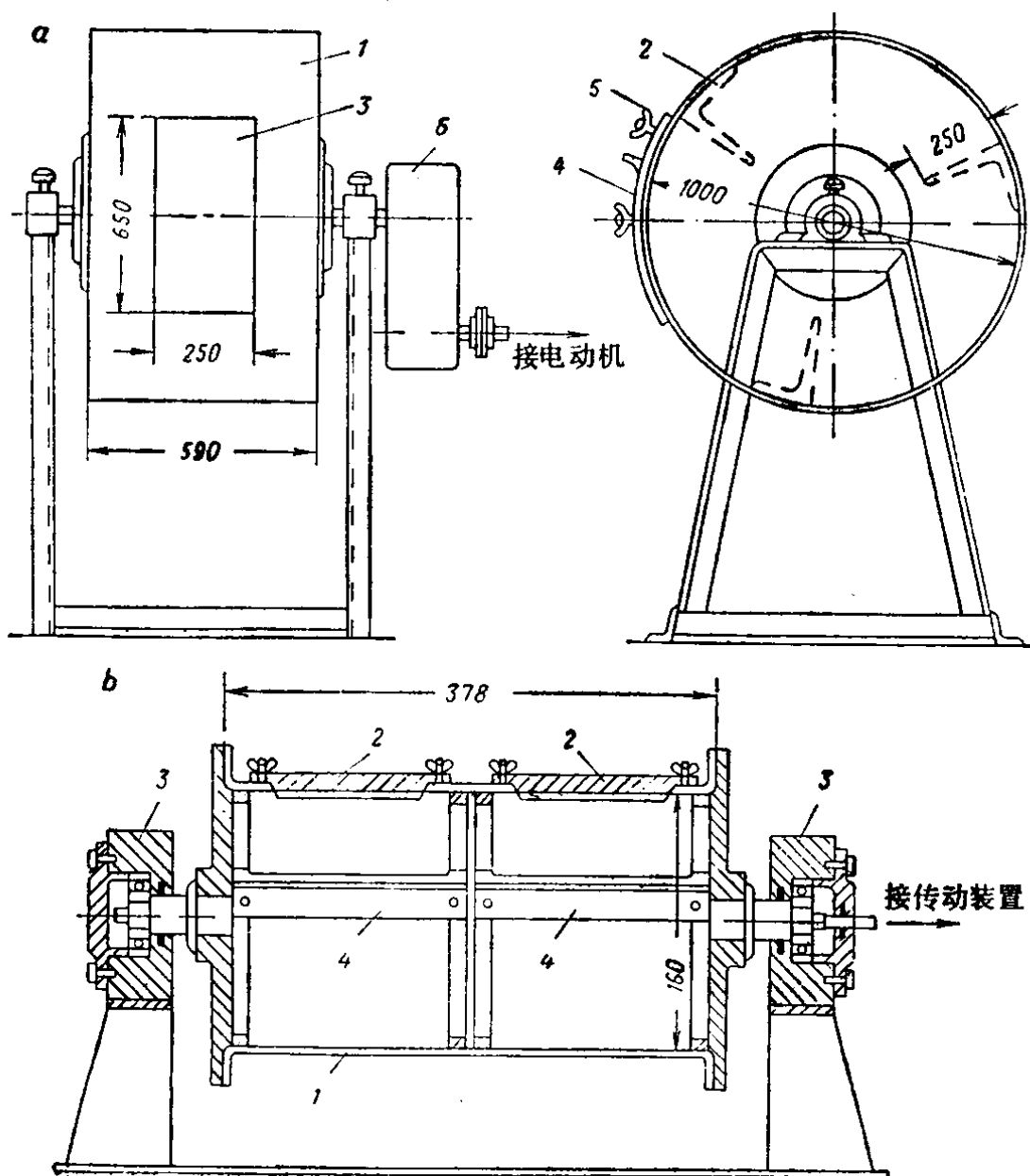
顿巴斯煤的各项指标之间有下列关系：

大转鼓（ G ）试验与小转鼓（ g ）试验的25~50毫米级强度指标的关系是

$$\Pi_{G25\sim50} = 0.17\Pi_{g25\sim50} + 0.0066\Pi_{g25\sim50}^2;$$

大转鼓试验的强度指标 Π_G 与硬度系数 f 之间的关系是

$$\Pi_{G25\sim50} = 27.77f;$$



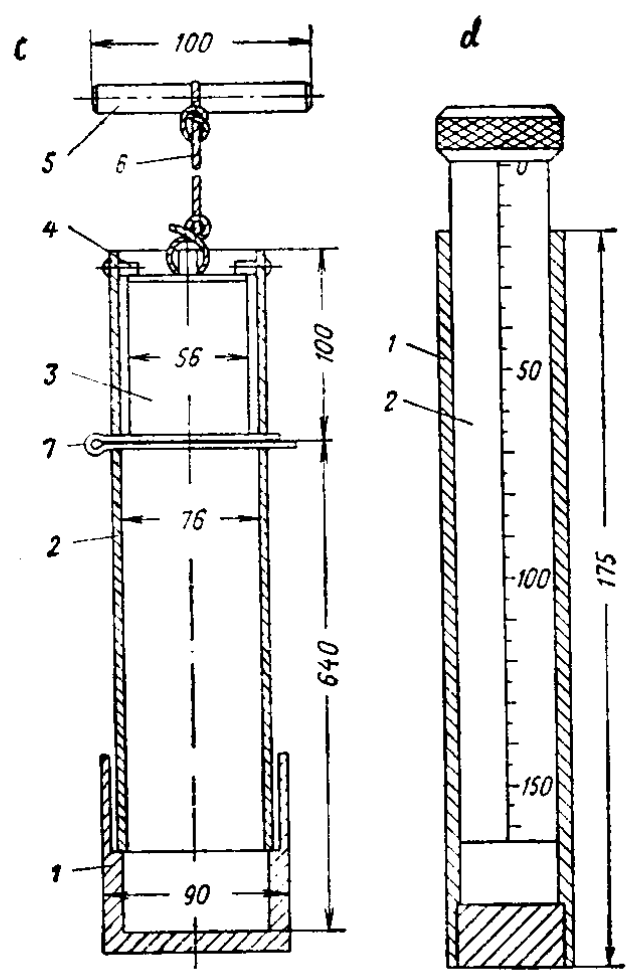


图 1 煤炭机械强度的测定装置

a—大转鼓：1—转鼓；2—提升板；3—装料孔；4—盖板；5—紧固螺栓；6—减速机；b—小转鼓：1—双室转鼓；2—扁钢；3—减速机；4—盖板；c—用捣碎法测定机械强度的装置：1—装料杯；2—导向管；3—重锤；4—挡板；5—手柄；6—绳索；7—销子；d—容积计：1—料杯；2—活塞

小转鼓试验的强度指标 Π_g 与 硬度系数 f 之间的关系是

$$\Pi_{g25 \sim 50} = 12 + 36.7f;$$

25~50与13~25毫米级机械强度指标之间的关系是

$$\Pi_{G25 \sim 50} = 0.097\Pi_{G13 \sim 25} + 0.00968\Pi_{G13 \sim 25}^2 - 0.79。$$

热稳定性反映煤在受热后的机械强度 对于无烟煤和贫煤，这项指标的测定方法是：将粒度为25~50毫米的试样放到马弗炉中用850~900℃温度加热30分钟，然后按标准用小

转鼓测定其机械强度。转鼓试验后，大于13毫米级的产率（用%表示）即作为煤的热稳定性指标。

2. 煤炭分类标准

煤炭的分类是按工艺性能、粒级和氧化程度等进行的，不同煤田的煤的牌号分类主要是按挥发分、胶质层厚度、以及残渣特征等代表其工艺性能的参数划分，有些情况下还按煤的内在水分和发热量划分。苏联是将矿物煤按其变质程度分为褐煤、烟煤及无烟煤。顿巴斯煤的分类如表2所列。

表2 顿巴斯煤的分类

(苏联标准8180-75)

大 类	符 号		挥 发 分 (V^r , %)	胶质层厚度 (Y , 毫米)	罗加指数	发 热 量 (Q_{DT}^t 千卡/ 公斤)
	大类	小类				
长焰煤	Π		35及以上	小于6		
气 煤	Γ	Γ6	35及以上	由6到10		
		Γ11	35及以上	由11到25		
气肥煤	ΓЖ	ΓЖ6	由27到35	由6到10		
		ΓЖ11	由27到35	由11到16		
肥 煤	Ж	Ж17	由27到35	由17到20		
		Ж21	由27到35	21及以上		
焦 煤	К	К21	由18到27	21及以上		
		К14	由18到27	由14到20		
弱粘煤	OC	OC6	由14到22	由6到13		
		OC	由14到22	小于6	13及以上	
贫 煤	Т		由8到17		小于13	8400及以上
无烟煤	А		小于8			小于8400

注：1. 小类符号所带数字表示胶质层厚度(Y)的下限；

2. 挥发分35%及以上且胶质层厚度(Y)大于25毫米的煤属于Ж21；

3. 挥发分由22到27%且胶质层厚度(Y)小于14毫米的煤属于OC；

4. 挥发分小于8%且发热量8400千卡/公斤及以上的煤属于Т，

苏联商品煤的粒度分级如表3。除表中所列级别外，允许生产混合级产品，但粒度上下限之比以不超过4为限，例如 ПК (50~200毫米)、КО (25~100毫米)、ОМ (13~50毫米) 和 МС (6~25毫米)。此外，还可以有 ОМСШ (0~50毫米)、МСШ (0~25毫米) 及 СШ (0~13毫米) 等粒级产品。表示商品煤的代号规定为：前面的字母代表煤种分类，后面的字母代表粒级，并在括号中填写粒度范围。例如，代号 ГКО (25~100) 表示气煤 Г 的混块，粒度为 25~100毫米；АМ (13~25) 表示无烟煤的小块，粒度为 13~25毫米。

表3 煤 的 粒 度 分 级

粒 级	符 号	尺 寸 (毫米)
特 大 块	П	100~200(300)①
大 块	К	50~100
中 块	О	25~50
小 块	М	13~25
粒 煤	С	6~13
粉 煤	ш	0~6
原 煤	Р	0~200(300)①

①只有露天矿上限可达300毫米。

3. 用户对煤质的技术要求

煤炭的使用效果与是否能满足用户对煤质的要求有关。这些要求多种多样，并由煤炭的利用工艺所决定。苏联约有70%的煤炭用于动力需要。在作为工艺原料的煤炭中，将近80%是用于炼焦。

苏联制订14个煤炭基地的煤炭技术要求标准是按24类用