

# 选煤尾矿制备水煤浆的研究

费佳耶夫 B. И.<sup>1</sup>, 卡尔别诺夫 B. И.<sup>1</sup>, 玛斯基希娜 B. П.<sup>1</sup>,  
瓦赫鲁舍娃 Г. Д.<sup>1</sup>, 穆尔科 B. И.<sup>2</sup>,  
艾涅特基诺夫 X. Л.<sup>3</sup>, 巴拉诺娃 M. П.<sup>4</sup>

(1. 西伯利亚生态技术科研生产有限股份公司 新库兹涅茨克市 654006;  
2. 西伯利亚国立工业大学 新西伯利亚市 627056;  
3. 梅日杜列切股份公司 梅日杜列琴斯克市 654044;  
4. 西伯利亚联邦大学 克拉斯诺耶尔斯克市 660041)

**摘要:**介绍了利用选煤尾矿(滤饼)制成具有一定的流变结构特性和热物理特性的水煤浆燃料的可能性,并研制出复合增塑添加剂成分,可以大大降低选煤尾矿制成的水煤浆的粘度;确定了水煤浆的主要结构-流变性和燃料的热物理特性,最后进行了尾矿制备水煤浆的工业性试验,结果表明,该种燃料可用于工业供热系统。得出的结果用于实施建立电能1.2MW的自动化动力能源综合体计划框架的选煤尾矿制水煤浆及其燃烧综合装置工艺流程的计算。

**关键词:**滤饼;水煤浆燃料;制浆工艺

中图分类号:TQ536;TD849

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)06-0047-03

通过对全球能源综合利用发展趋势的预测评估显示,在发电和热能生产中煤炭消费量将增加。随着世界发电量的增长,到2020年,主要依靠低劣质煤为燃料的热电站的低劣质煤需求量预计要比2000年增长56%。随着煤炭消费量的增加,研究低劣质煤炭的高效利用和环保安全的工艺技术并推广应用显得尤为重要。

煤炭利用中对生态环境的最大负面影响是有害气体、液体的排放,矿渣堆放,飞灰等。热能的发展要求提高低劣质固体燃料的利用率,因此,必须采用现代化环保煤炭利用工艺<sup>[1]</sup>,提高能源安全水平。

选煤厂会产生大量的选煤副产品——尾矿。尾矿的充分利用,不仅可以提高能源利用效率而且

可以减轻对环境的破坏。利用尾矿制备的水煤浆主要存在稳定性差、灰分高、产率低等问题。因此,有必要对尾矿制备的水煤浆进行研究,为正确选择工艺设备和对制浆设备及燃烧设备的设计计算提供参考资料<sup>[2]</sup>。

本文研究的目的是用不同变质程度煤的选煤尾矿(包括滤饼)制备水煤浆,并将制备的水煤浆用于中小型锅炉的燃烧。

## 1 试验条件

### 1.1 滤饼特性

为了确定尾矿制备水煤浆的可能性,对库兹巴斯煤田(煤的牌号)不同变质程度、灰分的煤洗选产生的滤饼进行了取样和分析,滤饼特性见表1。

收稿日期:2011-08-26 责任编辑:孙淑君

基金项目:俄罗斯私企-国企伙伴合作框架规定的建设高新技术生产综合项目(2010-218-02-174)

作者简介:费佳耶夫 B. И. (1953—) 男,俄罗斯人,总经理, tel: 007-3843 743700, E-mail: sib\_eco@kuz.ru

表1 滤饼特性

| 选煤厂              | 煤的牌号       | $M_i / \%$ | $A_d / \%$ | 粒度组成 / % |              |                |                  |                  |                  |           | $Q_{net, ar} / \text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ |
|------------------|------------|------------|------------|----------|--------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------|--|
|                  |            |            |            | +3.0 mm  | 3.0 ~ 1.0 mm | 1.0 ~ 0.355 mm | 0.355 ~ 0.250 mm | 0.250 ~ 0.160 mm | 0.160 ~ 0.071 mm | -0.071 mm |  |
| 北方选煤厂            | 核桃块煤 + 主焦煤 | 47.4       | 23.6       | —        | —            | 3.0            | 1.9              | 2.2              | 7.1              | 85.8      | 12.4   |
|                  | 核桃块煤 + 主焦煤 | 46.7       | 24.0       | —        | —            | 3.8            | 2.1              | 2.3              | 8.3              | 83.5      | 12.6   |
|                  | 核桃块煤 + 主焦煤 | 45.0       | 18.7       | —        | —            | 0.1            | 0.5              | 0.9              | 4.8              | 93.7      | 14.0   |
| 阿巴舍夫斯卡           | 气肥煤        | 31.5       | 28.2       | 1.5      | 1.4          | 8.5            | 6.4              | 6.9              | 14.8             | 60.5      | 14.5   |
| 娅中央选煤厂           | 气肥煤        | 34.0       | 24.6       | 1.9      | 2.4          | 27.0           | 23.7             | 45.0             | 14.6             | 45.0      | 14.6   |
| 谢德鲁欣斯<br>卡娅选煤厂   | 气煤         | 41.3       | 26.2       | —        | 0.1          | 0.8            | 2.0              | 13.2             | —                | 83.9      | 13.4   |
|                  | 气煤         | 37.8       | 32.5       | —        | 1.1          | 4.9            | 3.7              | 24.2             | —                | 66.1      | 13.1   |
|                  | 气煤         | 39.9       | 32.9       | —        | 1.7          | 5.7            | 3.2              | 23.5             | —                | 65.9      | 12.5   |
|                  | 气煤         | 42.3       | 31.5       | —        | 0.6          | 2.5            | 2.9              | 20.5             | —                | 73.5      | 12.1   |
| 梅日杜列琴斯<br>卡娅选煤厂  | 瘦煤         | 34.1       | 44.6       | —        | 1.4          | 3.1            | 2.7              | 28.2             | —                | 64.6      | 11.5   |
| 卡娅选煤厂            | 瓜子块煤       | 34.9       | 52.3       | —        | 9.7          | 12.0           | 6.0              | 20.2             | —                | 52.1      | 10.0   |
| 库兹巴斯<br>中央选煤厂    | 焦肥煤 + 主焦煤  | 42.8       | 28.1       | —        | 0.2          | 2.6            | 3.2              | 23.0             | —                | 71.0      | 13.1   |
| 克拉斯诺戈尔<br>斯卡娅选煤厂 | 瘦煤         | 36.7       | 28.0       | —        | 1.5          | 2.9            | 2.0              | 18.6             | —                | 75.0      | 14.7   |
| 斯普特尼克<br>选煤厂     | 气煤         | 32.0       | 29.1       | —        | —            | 0.7            | 2.0              | 5.6              | 21.1             | 70.6      | 14.5   |
|                  | 气煤         | 35.6       | 25.6       | —        | —            | 1.2            | 3.5              | 7.5              | 24.0             | 63.8      | 14.3   |
|                  | 气煤         | 37.1       | 30.4       | —        | —            | 0.8            | 1.7              | 5.0              | 22.1             | 70.4      | 12.9   |

表1数据表明:滤饼  $A_d$  变化范围为 18.7% ~ 52.3%,  $M_i$  范围为 31.5% ~ 47.4%。滤饼粒度组成复杂。北方选煤厂的煤泥粒度最小,而阿巴舍夫斯卡娅中央选煤厂煤泥的粒度较大。说明滤饼质量与原煤变质程度无关。

$Q_{net, ar}$  是燃料的决定参数,滤饼  $Q_{net, ar}$  变化范围为 11.5 MJ/kg(梅日杜列琴斯卡娅选煤厂瘦煤滤饼) ~ 14.7 MJ/kg(克拉斯诺戈尔斯卡娅选煤厂滤饼)。梅日杜列琴斯卡娅选煤厂瓜子块煤滤饼具有最小的  $Q_{net, ar}$  为 10.0 MJ/kg。

## 1.2 试验设备及方法

### (1) 试验设备

CBY-2 型振动试验台的技术指标见表2。

表2 CBY-2 型振动试验台的技术指标

| 电机功率/<br>kW | 振幅/<br>mm | 振动频率/<br>Hz | 工作机构<br>的数量 | 磨体<br>棒条 |
|-------------|-----------|-------------|-------------|----------|
| 1.5         | 0~5       | 25          | 2           | 棒条       |

### (2) 试验方法

将原滤饼、复合添加剂装入研磨容器中,必要

时加自来水。容器中反应物料总质量为 1 kg。

磨碎(混合)时间取决于达到 250  $\mu\text{m}$  筛余物(0 ~ 5%)的时间,平均为 9 ~ 10 min。振动试验台主要作为混合装置。破碎后,对水煤浆进行了取样分析,部分样品静置后确定其稳定性。

对水煤浆样品的浓度、粒度组成和流变性进行分析。在 105  $^{\circ}\text{C}$  脱水烘干测定了水煤浆的浓度(俄罗斯国家标准 27314—91)。根据俄罗斯国家标准 2093—82 用湿式筛分法测定了粒度组成。通过 Реотест-2 型旋转式粘度计,油缸标准测量系统 S, 速 0.3 ~ 145.8 时对流动性进行了分析。

水煤浆制备过程中使用了复合添加剂,每一种添加剂都由稀释(分散)成分和稳定成分组成。研究了不同的添加剂成分对比。根据水煤浆固相含量最高时粘度最小来确定最佳添加剂方案。添加剂的加入量根据其种类变化范围为干燥质量的 0.1% ~ 1.0%。西伯利亚生态技术科研生产股份有限公司研制出添加剂组成为高分子化合物、碱性试剂等复合材料。

## 2 试验结果与讨论

滤饼制备的水煤浆试样特性见表3。

表3数据表明,因为必须添加添加剂溶液,导致水煤浆的水分比原滤饼的水分提高了2%~3%。

得到的水煤浆的表观粘度低于必要值,可能由

表3 用库兹巴斯选煤厂滤饼制备的水煤浆特性

| 选煤厂              | $A_d / \%$ | 添加剂                    | 干基<br>添加<br>量 / % | 浓度<br>$O_T / \%$ | 粒度组成 / %  |                     |                     |                     |           | $Q_{net,ar} /$<br>( $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) | 表观粘度<br>$\eta_0 /$<br>( $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ) |
|------------------|------------|------------------------|-------------------|------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|--|--|
|                  |            |                        |                   |                  | +0.355 mm | 0.355 ~<br>0.250 mm | 0.250 ~<br>0.160 mm | 0.160 ~<br>0.171 mm | -0.071 mm |  |  |
| 北方选煤厂            | 23.6       | 种类 C                   | 0.1               | 50.1             | 4.2       | 2.7                 | 2.2                 | 7.2                 | 83.7      | 11.7   | —  |
|                  | 24.6       | 种类 C                   | 0.4               | 52.9             | 4.0       | 2.4                 | 2.5                 | 8.3                 | 82.8      | 12.3   | 0.30   |
|                  | 18.7       | 种类 C                   | 0.3               | 52.8             | —         | —                   | 2.3                 | 3.5                 | 94.2      | 13.4   | 0.11   |
| 阿巴舍夫斯卡<br>娅中央选煤厂 | 26.4       | 方案 B2                  | 1.0               | 68.4             | 1.5       | 1.5                 | 14.2                | 20.0                | 62.8      | 14.8   | 0.31   |
| 谢德鲁欣斯<br>卡娅选煤厂   | 26.2       | 方案 B2                  | 1.0               | 51.7             | 0.3       | 1.0                 | 2.0                 | 12.9                | 83.8      | 11.5   | —  |
|                  | 32.9       | 方案 B2                  | 1.0               | 59.3             | 1.7       | 5.4                 | 3.6                 | 23.4                | 65.9      | 12.3   | 0.11   |
|                  | 31.5       | 种类 R                   | 1.0               | 55.1             | 0.5       | 2.4                 | 3.0                 | 20.6                | 73.5      | 11.5   | 0.09   |
| 梅日杜列琴斯<br>卡娅选煤厂  | 44.5       | 方案 M1                  | 0.31              | 60.1             | 0.6       | 2.5                 | 1.7                 | 19.6                | 75.6      | 10.3   | 0.29   |
|                  | 53.3       | 方案 M1                  | 0.31              | 62.2             | 9.1       | 9.4                 | 3.9                 | 16.9                | 60.7      | 9.2  | 0.11   |
| 库兹巴斯<br>中央选煤厂    | 27.1       | 方案 B1                  | 1.0               | 56.5             | —         | 2.1                 | 1.5                 | 11.9                | 84.2      | 13.0   | 0.26   |
| 克拉斯诺戈尔<br>斯卡娅选煤厂 | 27.7       | 方案 B1                  | 1.0               | 55.2             | 0.8       | 2.0                 | 1.3                 | 11.3                | 84.6      | 12.6   | 0.22   |
| 斯普特尼克<br>选煤厂     | 29.7       | 方案 B2                  | 1.0               | 63.5             | 0.4       | 1.9                 | 5.6                 | 21.0                | 71.1      | 13.3   | 0.48   |
|                  | 24.0       | 方案 Y <sub>красн.</sub> | 1.0               | 60.7             | 1.0       | 2.5                 | 6.0                 | 22.0                | 68.5      | 13.6   | 0.39   |
|                  | 30.0       | 方案 B2                  | 1.0               | 58.5             | 0.6       | 1.6                 | 4.2                 | 21.0                | 72.6      | 11.9   | 0.24   |

于补加了不同变质程度煤导致水煤浆中的煤含量增加。确定了用选煤微细尾矿和滤饼制取水煤浆燃料的可能性,其特性如下:

煤粉浓度从 53.0%~63.0%;灰分从 18.0%~50.0%;表观粘度从 0.3~0.5 Pa·s;水煤浆低位发热量从 11.0~15.0 MJ/kg;静态稳定性从 10~30 d。

试验结果为制造示范性的工业综合装置提供了依据。滤饼制水煤浆的制浆设备生产能力为 4 t/h,水煤浆的接收、保存和运至燃烧部分,对 ДКВР10-13 型锅炉改造为燃水煤浆装置。

尾煤制备水煤浆的工业性综合装置在工业性试验中完成了选煤厂生产厂房的供热。

## 3 结 论

(1) 研制出复合增塑添加剂成分,大大降低选煤尾矿制备的水煤浆的表观粘度;

(2) 确定了制备的水煤浆的主要结构-流变性和燃料的热物理特性;

(3) 对煤泥制水煤浆工艺及其燃烧工艺进行了工业性试验,证明可将其用于工业供热系统;试验结果为进行电能 1.2 MW 自动化动力能源综合体计划框架的选煤尾矿制水煤浆及其燃烧综合装置工艺流程的计算提供了依据。

参考文献:

- [1] 穆尔科 B. И. 伊乌什金 A. A. 韦格纳 K. Г. 等. 燃选煤尾矿的小型热电站的研究[J]. 煤 2010(12): 67-68.
- [2] 费加耶夫 B. И. 穆尔科 B. И. 斯塔里科夫 A. П. 水煤浆的制备及其燃烧工艺综合装置的工业性试运转结果[J]. 西伯利亚煤 2008(1): 32-34.

(下转第 85 页)

## 参考文献:

- [1] 熊志建,邓蜀平,蒋云峰.煤制天然气产业风险评估及对策研究[J].河南化工,2010(4):21.
- [2] 冯亮杰,尹晓晖,郑明峰,等.煤制天然气项目的技术经济分析[J].化学工程,2010,38(10):153-157.
- [3] 李大尚.煤制合成天然气竞争力分析[J].煤化工,2007,133(6):1-4.
- [4] 汪家铭,蔡洁.煤制天然气技术发展概况与市场前景[J].天然气化工,2010,35(1):64-70.
- [5] 张运东,赵东星.国际煤制合成天然气技术的专利格局[J].石油科技论坛,2009(4):59-62.
- [6] 汪家铭.煤制天然气发展概况与市场前景[J].泸天化科技,2009(4):335-341.
- [7] 赵刚炜,肖云汉,王钰.煤制天然气工艺技术和催化剂影响因素的分析探讨[J].陶瓷,2009(11):21-25.
- [8] 刘志光,龚华俊,余黎明.我国煤制天然气发展的探讨[J].煤化工,2009,141(2):1-5.
- [9] 钱卫,黄于益,张庆伟,等.煤制天然气(SNG)技术现状[J].洁净煤技术,2011,17(1):27-32.

## Research on technology of synthetic natural gas from coal

ZHU Rui-chun, GONG Wei-heng, FAN Shao-feng

(Yili Xintian Coal Chemical Co. Ltd., Yining 835000, China)

**Abstract:** Give an overview of synthetic natural gas from coal development, meanwhile emphasize the necessity of developing this industry in China. Introduce one-step method and two-step method technical process for preparation of natural gas from coal. Emphasize CRG, TREP™, Lurgi methanation technology. Provide some suggestions for the development of synthetic natural gas from coal.

**Key words:** coal; synthetic natural gas; methanation technology; catalyst

(上接第49页)

## Study on preparation of coal water mixture from rejects

Fedyaef V. I.<sup>1</sup>, Carpenok V. I.<sup>1</sup>, Mastikhina V. P.<sup>1</sup>,  
Vakhrusheva G. D.<sup>1</sup>, Murko V. I.<sup>2</sup>, Inetdinof H. L.<sup>3</sup>, Baranova M. P.<sup>4</sup>

(1. CC "Sibecotchnica" Novokuznetsk city 654006 Russia;

2. PC "Mezdurechie" Mezdurechensk city 627056 Russia;

3. Siberian Polytechnical University Krasnoyarsk city 654044 Russia;

4. Siberian Federal University Krasnoyarsk city 660041 Russia)

**Abstract:** Discuss the possibility of utilizing the rejects-fine tailings (filter cakes) from coal preparation plants for the preparation of coal water slurry (CWS), which has certain rheological and thermophysical property. The commercial test results of coal water slurry production from coal slime are represented. The compound plasticization additives are developed, which can greatly reduce the viscosity of coal water slurry prepared from coal slime. The values of main structural-flow characteristics and thermophysical property of the CWS are determined. The commercial tests of CWS preparation from coal slime and its combustion process show that this kind of fuel can be used in the industrial heating system. The test results can be used to set up combined heat and power cogeneration units whose power is 1.2 MW and the calculation of CWS combustion.

**Key words:** filter cake; coal water fuel; CWS preparation technology