

Повышение эффективности системы пылеприготовительной установки АО "АрселорМиттал Темиртау" ТЭЦ-2 г. Темиртау

^{1*}КАМАРОВА Сауле Нуртазаевна, магистр, старший преподаватель, cfekt.rfvfhjdf@mail.ru,

¹ОНИЩЕНКО Ольга Николаевна, магистр, старший преподаватель, teacherolg@mail.ru,

²АБИЛЬДИНОВА Сауле Кианбековна, PhD, доцент, sauie18kz@mail.ru,

³ИСАЕВ Валерий Львович, к.т.н., доцент, isaevvalerie@gmail.com,

¹Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, Темиртау, пр. Республики, 30,

²Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Казахстан, Алматы, ул. А. Байтурсынова, 126/1,

³НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Затраты энергии на собственные нужды ТЭС зависят от типа и единичной мощности агрегатов, установленных на электростанции, а также от вида топлива и способа его сжигания. Система подготовки угольной пыли ТЭС является энергоемкой частью угольного хозяйства. По результатам исследования большая часть электрической энергии расходуется на процесс измельчения угля с помощью шаровых барабанных мельниц. Методы совершенствования работы топливного тракта ТЭС и технологии получения угольной пыли являются весьма актуальными. Одним из резервов экономичности работы ТЭЦ-2 является организация и поддержание оптимальных режимов работы пылеприготовительных систем. В качестве рекомендации для снижения энергозатрат на приготовление угольной пыли предложена установка для дробления угля. Установка позволит измельчать крупные куски угля до оптимальных размеров (25 мм), уменьшить расходы электроэнергии на размол, увеличить производительность мельницы.

Ключевые слова: шаробарабанная мельница, уголь, топливоподача, дробление угля, помол, производительность мельницы, гидроударник, фракционирование, энергоемкость.

Введение

Угольное хозяйство тепловых электрических станций (ТЭС) потребляет значительную долю энергии на собственные нужды [1, 2].

Подготовка угольной пыли и подача в топочную камеру котла ТП-81 – весьма энергоемкий процесс. На ТЭЦ-2 г. Темиртау установлены шесть котлов ТП-81 (Е-420-140), на каждом котле установлены по две пылеприготовительные установки одновентиляторные с промбункером. В установку входят шаробарабанная мельница Ш-25А, мельничный вентилятор типа, сепаратор пыли типа, пылевой циклон. Основным топливом [3] является промпродукт карагандинских углей с влажностью $W^p=11,0\%$, влажность готовой пыли $W^{пл}=1,2\%$ [1, 2, 3].

Ввиду близости расстояния угледобывающих месторождений, размораживание топлива осуществляется лишь в исключительных случаях, когда происходит сильное смерзание топлива

при очень низких температурах воздуха в зимний период. Воздух после ВЗП температурой 370°С поступает через короба в горелки и на мельницу для сушки и транспортировки угля [3, 4].

Теория вопроса

Мельницы ША-25 на ТЭЦ-2 АО «Арселор-Миттал Темиртау» потребляют до 25% электроэнергии от общего расхода электрической энергии на собственные нужды станции [3]. Существует необходимость в разработке технологии подготовки угольной пыли к сжиганию [1, 3, 9].

На ТЭЦ-2 из-за физического износа демонтированы дробильные установки, в результате чего в бункер сырого угля подается уголь с крупными кусками, а также смерзшийся уголь (более 25 мм), и мельница испытывает в работе перегруз [5, 8].

Отсутствие стадии предварительного дробления топлива приводит к значительным увеличениям расхода электроэнергии на размол,

уменьшению размольной и сушильной производительности мельницы [5, 8].

Одним из решений по устранению приведенных недостатков является внедрение дробилок новых конструкций в виде пресса, который имеет шипованную поверхность, что позволит уменьшить расход электроэнергии на размол, увеличить производительность мельницы, додраблывать уголь критической крупности [1, 5, 6].

Устройство для дробления угля выполняет следующие полезные функции:

- устраняет негабариты угля с открытого склада;
- фракционирует уголь с заданным ситовым составом;
- активизирует прохождение полученного ситового состава угля через каналы фракционной опорной плиты [5].

Эти функции при работе устройства повышают производительность подачи угля заданного ситового состава в бункер сырого угля:

- сокращения времени работы на холостом ходу технологического оборудования подготовки и подачи топлива к котлам;
- сокращение времени на запуск подачи угля за счет совмещения работы дробления и фракционирования с заданным ситовым составом;
- обеспечение оптимальной загрузки углеразмольных мельниц и эффективной работы топливopодачи [5, 6, 9].

Соотношение межосевых расстояний калиброванных каналов в нечетных рядах к таковым в четных рядах по горизонтали двукратно, по вертикали 2,5 кратно, но отношения максимальных поперечных размеров штыря $a_{ш}$ канала a_k межканального промежутка a_n в опорной плите к фракции угля a составляют $a_{ш}/a_{ф} \leq a_k/a_{ф} \leq a_n/a_{ф}$ [5, 6].

Результаты и обсуждения

Ударно-статическое фракционирование угля осуществляется посредством дробления на перфорированной плите с каналами с условным диаметром $d=25$ мм, в плите толщиной $h=0,1$ м размером прямоугольника $a=1,2$ м, $b=1,5$ м плитой трамбовки со штырями, ответными сквозными каналами. Гидроударник своим бойком воздействует через плиту трамбовки со штырями на негабарит угля на перфорированной плите после прижатия штырей к негабариту гидроцилиндром подачи через гидроударник. Последние закреплены на горизонтальной оконечности вертикальной поворотной стойки [5, 6, 7].

Целью исследования является установление параметров и энергоемкости фракционирования угля ударно-статическим воздействием штырей плиты трамбовки

Энергоемкость фракционирования определяется процессом навалки угля на плиту и процессом ударного разделения угля на фракции. Энергоемкость навалки угля определяет отношение энергии волочения для установки угля на плиту

скребком бульдозера к объему угля на плите:

$$q_n = \frac{m \cdot V_B^2}{2 \cdot S_2 \cdot H}, \text{ Дж/м}^2 > V_B = \frac{l_B}{t_B}, \quad (1)$$

где m, H, S_2 – масса, кг, высота угля, м, на плите, площадь фракционной плиты, м², $S_2 = a \cdot b$ м². V_B, l_B – скорость, м/с и путь волочения угля на плиту, м, $l_B = a$ м, или $l_{B \min} = b$, м при $b > a$ длиной t_B , с.

Энергоемкость ударно-статического фракционирования для единичного воздействия:

$$q_{yn} = \frac{A_y \cdot A_c}{S_1 \cdot h \cdot n}, \text{ Дж/м}^2 \quad (2)$$

определяет отношение суммы энергий ударного A_y и статического A_c воздействий на уголь к объему получаемых фракций угля, где S_1, h – площадь и высота канала в фракционной плите, м³; n – количество каналов.

$$A_y = \frac{m_\delta \cdot v_\delta^2}{2} = F_p \cdot l_p, \quad (3)$$

где l_δ – рабочий ход, м; m_δ – масса бойка, кг; v_δ – скорость удара по плите, м/с; F_p, F_c – сила разгона бойка, движущая сила цилиндра подачи, H , при допущении: $F_p = F_c$.

С учетом допущения линейности процессов движения бойка

$$l_p = \frac{v_\delta^2 \cdot l_p}{2}. \quad (4)$$

Длительность цикла T_n возвратно-поступательного бойка при обратном t_o и рабочем t_p длительностях:

$$T_n = t_o + t_p, \text{ с.} \quad (5)$$

Частота ударов бойка

$$f = \frac{1}{t_p(1 + K_o)}, \text{ Гц.} \quad (6)$$

где $K_o = \frac{t_o}{t_p} > 1, t_p = \frac{1}{n \cdot (1 + K_o)}$.

Рабочий ход бойка определяет энергию удара A_y при движущей боек силе F_p :

$$l_p = \frac{v_\delta}{2} \cdot \frac{1}{f(1 + K_o)}. \quad (7)$$

Для значений $v_\delta = 7$ м/с, $l_p = 0,1$ м, $h = 1$, для значений $K_o = 1; 2; 3; 4$ получим значения частоты ударов (см. рисунок).

$K_o = 1; 2; 3; 4; f = 17,5; 11,6; 8,7; 7$, Гц.

Учтем:

$$\begin{cases} A_y = F_p \cdot l_p \\ A_c = F_p \cdot h, \end{cases} \quad (8)$$

где h – высота угольного массива после навалки на плиту, м, равная для идеальной модели, глубине канала в плите: $h = H$, см (1), получим $\frac{A_c}{A_y} = \frac{h}{l_p}$, при $h = 50 \div 100$ м, $l_p = 100 \div 200$ мм, получим:

$$\begin{cases} \frac{A_c}{A_y} = 0,5 \\ \frac{h}{l_p} = 0,5, \end{cases} \quad (9)$$

Преобразуем (2) к виду $q_{\text{вл}} = \frac{1 + \frac{A_c}{A_y}}{A_y \cdot S_1 \cdot n \cdot h}$, тогда с учетом получим, $q_{\text{вл}} = \frac{1,5}{A_y \cdot S_1 \cdot n \cdot h}$, Дж/м³, в соответствии с (8), (1), получим:

$$q_{\text{н}} = \frac{m \cdot V_{\text{в}}^2}{2 \cdot S_1 \cdot h} \cdot \frac{S_1}{S_2}, \text{ Дж/м}^3. \quad (10)$$

Энергоемкость фракционирования угля имеет тенденцию снижения при ударно-статическом дроблении угля плитой трамбовки со штырями меньше единицы при $A_y \cdot S_1 \cdot h \cdot n > 1,5$, если значение энергий удара повышено относительно объема каждой n фракций (при $n = 1$): $A_y > 1,5 \cdot S_1 \cdot h$, для n – фракций: $A_y > 1,5 \cdot S_1 \cdot h \cdot n$.

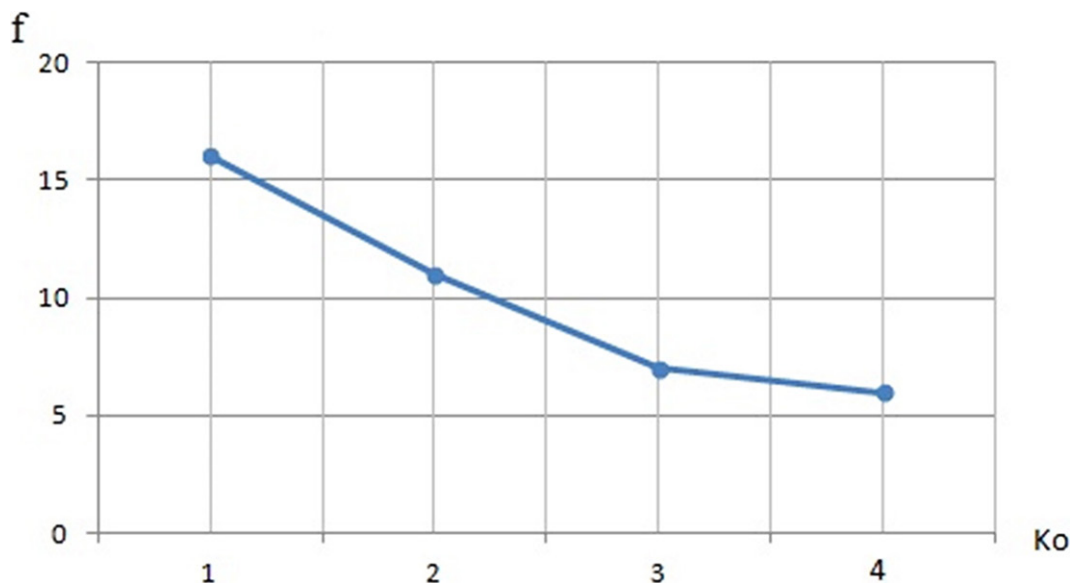
Снижению энергоемкости способствуют повышение параметров энергии удара бойка гидродарника, объем фракции угля и число каналов в фракционной плите. Энергоемкость навалки угля на фракционную плиту (15) снижается с ростом

объема фракции $S_1 \cdot h$, площади фракционной плиты S_2 по отношению к площади фракции S_1 , при снижении энергии на навалку угля на фракционную плиту.

Например. Для фракций $d = 0,5$ см; 1 см; $50d = 0,5$ см; 1 см; 50 см с сечениями $S_1 = \pi d^2 / 4$; $S_1 = 0,2$ см²; 0,8 см²; 2500 см², конструктивно получены значения количества фракций n для соответствующих размеров плит S_2 , $v = 39$; 8; 156, $S_2 = 39$; 25; 106 см² при этом значение $n \cdot S_1 / S_2$ изменяется от 0,256 до 0,312.

Выводы

Предложено новое устройство для предварительного дробления и фракционирования твердого топлива в условиях ТЭЦ-2 г. Темиртау [6]. Эффективность работы дробильного устройства доказана внедрением патента РК на полезную модель [5] и расчетами, подтверждающими снижением электрической энергии на подготовку угольной пыли, и достижением наилучших технико-экономических показателей шаробарабанной мельницы ШБМ-25А ТЭЦ-2 при условии, что система подготовки угольной пыли достаточно оснащена средствами автоматического управления [11].



Зависимость частоты f ударов от превышения K_0 длительности обратного хода бойка над его рабочим ходом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dilip K. R., Atul R., Chandan G., Akhilendra K. P. Grinding of Class-F fly ash using planetary ball mill: A simulation study to determine the breakage kinetics by direct- and back-calculation method. South African journal of chemical engineering 24 (2017). pp. 137-147.
2. Росляков П.В., Изюмов М.А. Экологически чистые технологии использования угля на ТЭС: Учеб. пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 124 с.
3. Абельдинова С.К., Камарова С.Н. Оптимизация затрат электроэнергии на пылеприготовление в шаробарабанных мельницах Ш-25А ТЭЦ-2 АО «Арселор Миттал Темиртау» // Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов: сб. тр. IX междунар. науч.-техн. конф., Благовещенск, 11-12 марта 2019. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2019. – С.370-376. – Библиогр.: 9 назв. E2020-919 ч/з1 (31-Э.651).

4. Производственная техническая инструкция (ПТИ) 102-47-11. АО «АрселорМиттал Темиртау» ТЭЦ-2. Производственно-технологическая инструкция по эксплуатации системы пылеприготовления с шаровыми мельницами типа ШБМ-320/570. – Темиртау, 2011. – С. 19.
5. Патент на полезную модель РК №5046, 2019/1145.2, 12.06.2020. Устойство для дробления угля // Патент РК № 2019/1145.2 от 25.12.2019г. Исаев В., Камарова С.Н. [и др.].
6. Камарова С.Н., Абильдинова С.К., Исаев В.Л. Новое устройство для предварительного дробления угля на ТЭЦ-2 г. Темиртау. Сборник тезисов XI Международной научно-технической конференции «Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование». – Алматы, НАО «АУЭС». 2020. – С. 31-34.
7. Бирюков А.Б. Сжигание и термическая переработка органических топлив. Твердое топливо: учебное пособие / А.Б. Бирюков, И.П. Дробышевская, Ю.Е. Рубан. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2014. – 232 с.
8. Материалы конференции Том 1. Теплоэнергетика «Энергия-2017». Двенадцатая Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. – Иваново, 2017. – С. 11.
9. Хахалев П.А. Совершенствование конструкции ступенчатой футеровки и исследование процесса измельчения в шаровой барабанной мельнице / БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород, 2017. – 177 с.
10. Турлубек А. Существующее положение и проблемы при эксплуатации энергетического оборудования // Энергетика. – 2013. – № 3 (46). – С. 8-12.
11. Туз А.А., Санаева Г.Н., Пророков А.Е., Богатиков В.Н. Управление технологическими процессами измельчения и основные направления их автоматизации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/92TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. яз. рус., англ. DOI: 10.15862/92TVN216

Темиртау қ. «АрселорМиттал Темиртау» АҚ 2-ЖЭО-да қатты отын даярлау жүйесінің тиімділігін арттыру

¹*КАМАРОВА Сауле Нуртазаевна, магистр, аға оқытушы, cfekt.rfvfhjdf@mail.ru,

¹ОНИЩЕНКО Ольга Николаевна, магистр, аға оқытушы, teacherolg@mail.ru,

²АБИЛЬДИНОВА Сауле Кианбековна, PhD, доцент, sauie18kz@mail.ru,

³ИСАЕВ Валерий Львович, т.ғ.к., доцент, isaevvalerie@gmail.com,

¹Қарағанды индустриялық университеті, Қазақстан, Темиртау, Республика даңғылы, 30,

²Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан, Алматы, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126/1,

³«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. ЖЭС-нің қосалқы қажеттіліктері үшін энергия шығыны электр станциясында орнатылған қондырғылардың түрі мен агрегаттық қуатына, сондай-ақ отын түріне және оны жағу әдісіне байланысты. ЖЭС көмір шаңын дайындау жүйесі көмір өнеркәсібінің энергия сыйымды бөлігі болып табылады. ЖЭС отын жолының жұмысын жақсарту әдістері мен көмір шаңын өндіру технологиялары өте өзекті. Көмір шаңын дайындау үшін энергия шығынын азайту бойынша ұсыныс ретінде көмірді ұсақтау қондырғысы ұсынылады, ол көмірдің ірі кесектерін оңтайлы өлшемдерге дейін (25 мм) ұсақтауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері бойынша электр энергиясының көп шығыны көмірді шарлы диірмендердің көмегімен ұнтақтау процесіне жұмсалады. ЖЭО-ның отын жолының жұмысын жақсарту әдістері және көмір шаңын өндіру технологиялары өте өзекті. ЖЭО-2 тиімділік резервтерінің бірі шаң дайындау жүйелерінің оңтайлы жұмыс режимдерін ұйымдастыру және қолдау болып табылады. Көмір шаңын дайындау үшін энергия шығынын азайту бойынша ұсыныс ретінде көмір ұнтақтау қондырғысы ұсынылады. Орнату көмірдің үлкен бөліктерін оңтайлы өлшемге (25 мм) дейін ұсақтауға, ұнтақтау үшін электр қуатын тұтынуды азайтуға және диірменнің өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: шарлы барабанды диірмен, көмір, отынмен қамтамасыз ету, көмірді ұсақтау, ұнтақтау, диірмен өнімділігі, гидравликалық балға, үйкеліс, энергия шығыны.

Increasing the Efficiency of the Dust Preparation Plant of ArselorMittal Temirtau JSC CHP-2 Temirtau

¹*KAMAROVA Saule, master, Senior Lecturer, cfekt.rfvfhjdf@mail.ru,

¹ONISHCHENKO Olga, master, Senior Lecturer, teacherolg@mail.ru,

²ABILDINOVA Saule, PhD, Associate Professor, sauie18kz@mail.ru,

³ISAEV Valery, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, isaevvalerie@gmail.com,

¹Karaganda Industrial University, Kazakhstan, Temirtau, Republic Avenue, 30,

²Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Kazakhstan, Almaty, A. Baitursynova Street, 126/1,

³NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. Energy consumption for auxiliary needs of TPPs depends on the type and unit capacity of the units installed at the power plant, as well as on the type of fuel and the method of its combustion. The coal dust preparation system of TPPs is an energy-intensive part of the coal industry. According to the results of the study, a large consumption of electrical energy is spent on the process of grinding coal using ball drum mills. Methods for improving the operation of the fuel path of TPPs and technologies for producing coal dust are very relevant. One of the reserves of the efficiency of the operation of CHP-2 is the organization and maintenance of optimal operating modes of dust preparation systems. As a recommendation to reduce energy consumption for the preparation of coal dust, a coal crushing plant is proposed. The installation will allow to grind large pieces of coal to the optimal size (25 mm), reduce the power consumption for grinding, increase the productivity of the mill.

Keywords: ball-drum mill, coal, fuel supply, coal crushing, grinding, mill performance, water hammer, fractionation, energy intensity.

REFERENCES

1. Dilip K. R., Atul R., Chandan G., Akhilendra K. P. Grinding of Class-F fly ash using planetary ball mill: A simulation study to determine the breakage kinetics by direct- and back-calculation method. *South African journal of chemical engineering* 24 (2017). pp. 137-147.
2. Roslyakov P.V., Izyumov M.A. Environmentally friendly technologies for the use of coal at thermal power plants: Textbook. allowance. – M.: Publishing house MEI, 2003. – 124 p.
3. Abildinova S.K., Kamarova S.N. Optimization of electricity costs for pulverization in ball mills Sh-25A CHPP-2 JSC «Arcelor Mittal Temirtau» // Energy: management, quality and efficiency of energy resources use: coll. tr. IX Intern. sci.-tech. Conf., Blagoveshchensk, March 11-12, 2019. – Blagoveshchensk: Amur State University. un-t, 2019. – pp. 370-376. – Bibliography: 9 titles. E2020-919 h/z1 (Z1-E.651).
4. Industrial technical instruction (PTI) 102-47-11. ArcelorMittal Temirtau JSC TPP-2. Production and technological instruction for the operation of a dust preparation system with ball mills of the type ШБМ-320/570. – Temirtau, 2011. – P. 19.
5. Utility model patent RK No. 5046, 2019 / 1145.2, 06/12/2020. Coal crushing device // Patent of the Republic of Kazakhstan No. 2019 / 1145.2 dated 25.12.2019. Isaev V., Kamarova S.N. [and others].
6. Kamarova S.N., Abildinova S.K., Isaev V.L. New device for preliminary crushing of coal at TPP-2 in Temirtau. Collection of abstracts of the XI International Scientific and Technical Conference «Energy, infocommunication technologies and higher education». – Almaty, NJSC «AUPET». 2020. – pp. 31-34.
7. Biryukov A.B. Combustion and thermal processing of organic fuels. Solid fuel: textbook / A.B. Biryukov, I.P. Drobyshevskaya, Yu. Ruban. – Donetsk: GVUZ «DonNTU», 2014. – 232 p.
8. Conference Proceedings Volume 1. Heat Power Engineering «Energy-2017». Twelfth International Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists. – Ivanovo, 2017. – P. 11.
9. Khakhalev P.A. Improvement of the design of the staged lining and investigation of the grinding process in a ball drum mill / BSTU named after V.G.Shukhov. – Belgorod, 2017. – 177 p.
10. Turlubek A. Existing situation and problems in the operation of power equipment // *Energetika*. – 2013. – No. 3 (46). – pp. 8-12.
11. Tuz A.A., Sanaeva G.N., Prorokov A.E., Bogatikov V.N. Control of technological processes of grinding and the main directions of their automation // Internet-journal «Science» Volume 8, No. 2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/92TVN216.pdf> (free access). Title from the screen. Language. Russian, English DOI: 10.15862 / 92TVN216