

Торайғыров университетінің хабаршысы  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Вестник Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

---

№ 4 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Вестник Торайгыров университета**

**Энергетическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области электроэнергетики,  
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и  
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

**Подписной индекс – 76136**

<https://doi.org/10.48081/UJEG4973>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.  
*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

**Редакция алкасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

**\*С. Н. Камарова<sup>1</sup>, О. Н. Онищенко<sup>2</sup>, Г. Г. Жабалова<sup>3</sup>,  
О. Н. Леликова<sup>4</sup>, С. К. Абильдинова<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Карагандинский индустриальный университет,

Республика Казахстан, г. Темиртау

<sup>5</sup>Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева,

Республика Казахстан, г. Алматы

## **АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗРЯЖЕНИЯ ШАРОВОЙ БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЫ ТЭЦ-2 АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»**

*В данной статье представлена автоматическая система управления технологического процесса (АСУ ТП) пылеприготовления ТЭЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау» (АМТ), которая позволит контролировать режим работы оборудования пылесистемы, собирать и обрабатывать информацию о ходе процесса, поддерживать заданные параметры, обеспечивающие безопасную работу пылесистемы при максимальной ее экономичности, а также выдавать управляющие воздействия на технологический процесс в соответствии с принятым критерием управления. Для разработки схемы системы автоматического управления (АСУ) пылеприготовления ТЭЦ-2 АО «АМТ» необходимо определить режимы работы теплотехнического оборудования для обеспечения оптимального размола твердого топлива, а также параметры контроля, управления и сигнализации. Объектом управления пылесистемы ТЭЦ-2 АО «АМТ» является шаровая барабанная мельница (ШБМ), а процессом - размол твердого топлива. Элементами (АСУ ТП) является «объект и регулирующее устройство». В статье представлено автоматическое регулирование разрежения шаровой барабанной мельницы в условиях ТЭЦ-2, с целью определения динамических параметров объекта регулирования. Это позволит определить динамические параметры объекта регулирования, а также моделировать объект. В моделирующем комплексе Simulink программного пакета Matlab построена модель разомкнутой системы.*

*Ключевые слова: шаровая барабанная мельница, автоматическая система, объект регулирования, частотные характеристики, регулятор.*

## **Введение**

Современные системы топливоподачи тепловых электрических станций (ТЭС) должны обеспечить надежную работу в режиме с наилучшими технико-экономическими показателями. Поиск новых решений, повышающих эффективность процесса подготовки топлива, является на сегодняшний день актуальным. Технологический процесс (ТП) подготовки топлива с помощью шаровых барабанных мельниц важен для многих ТЭС, хотя процессы измельчения энергоемки.

В работах [1, 2, 3, 4] были предложены мероприятия по повышению производительности ШБМ, а также представлены разработки автоматического управления для различных схем системы пылеприготовления ТЭС. Учитывая опыт [1, 2, 3, 4] для повышения надежности, маневренности и экономичности, предложена разработка оптимального управления системы пылеприготовления ТЭЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау», где процесс подготовки топлива должен автоматически регулироваться.

Автоматическая система управления технологического процесса (АСУ ТП) системы пылеприготовления ТЭЦ-2, позволит контролировать режим работы оборудования пылесистемы, собирать и обрабатывать информацию о ходе процесса, поддерживать заданные параметры, обеспечивающие безопасную работу при максимальной ее экономичности, а также выдавать управляющие воздействия на ТП в соответствии с принятым критерием управления [5]. Основной задачей процесса управления является выработка и реализация решений, обеспечивающих эффективное достижение поставленной цели [5, 6, 7].

## **Материалы и методы**

Объектом управления пылесистемы ТЭЦ-2 АО «АМТ» является шаровая барабанная мельница (ШБМ), а процессом - размол твердого топлива. Элементами (АСУ ТП) является «объект и регулирующее устройство». Технологический процесс системы пылеприготовления (СПП) можно разбить на ряд более простых неравнозначных составных, но связанных между собой процессов [6, 7].

Процесс измельчения и подсушка твердого топлива с промежуточным бункером осуществляется в тихоходных шаровых барабанных мельницах (ШБМ). Производительность ШБМ и расход топлива, поступающего в топку, не связаны между собой [8]. Мельница работает независимо от нагрузки

котла и поэтому ее оценивают по удельному расходу электроэнергии на размол пыли [9].

Рассматривая шаровую барабанную мельницу как объект регулирования, определены контролируемые и регулируемые параметры. Поддержание заданных параметров позволит увеличить производительность мельниц и снизить удельный расход электроэнергии.

Для качественного автоматического управления процессом подготовки угольной пыли для котлов ТП-81 определены входные и выходные рабочие параметры ШБМ. Входные сигналы характеризуются входной функцией  $x(t)$  и выходные сигналы функции  $y(t)$ , зависящие от  $x(t)$  [10]. Входные координаты имеют регулирующий характер, а  $xv(t)$  вызывает отклонение регулируемой координаты от заданного значения и носит возмущающее воздействие. Управляющее  $u(t)$ , регулирующее  $x(t)$  воздействие служит для поддержания регулируемой координаты  $y(t)$  в соответствии с поддержанием регулируемой координаты на заданном уровне (рис. 1) [6].



Рисунок 1 – Входные и выходные переменные взаимосвязанных функции системы подготовки топлива на ТЭС

Входные величины: производительность ШБМ по размолу топлива; подача угля в мельницу; расход сушильного агента; частота вращения ШБМ; загрузка мельницы.

Выходные величины: температура аэросмеси; фракционный состав; производительность по готовой пыли.

Возмущающие величины: перегрузка, недогрузка мельницы мелющими шарами; изменение фракции топлива; износ ШБМ.

Управляющие величины: загрузка ШБМ шарами и топливом; расход горячего воздуха; перепад давления; температура сушильного агента.

Входные и выходные величины взаимосвязанных координат системы подготовки топлива на ТЭС должны поддерживаться в заданном режиме. Это позволит обеспечить заданное количество пыли, оптимизировать процесс подготовки угольной пыли на ТЭС.

### Результаты и обсуждение

Для автоматизации контура регулирования разряжения перед ШБМ и определения динамических параметров объекта регулирования, были непосредственно измерены постоянная времени объекта  $T$  и транспортное запаздывание  $\tau$ , с момента включения мельничного вентилятора. Переходный процесс регулирования разряжения достаточно скоротечен и не позволяет снять кривую разгона для графической обработки. Был произведен рядовой запуск мельничного вентилятора на номинальную частоту вращения (1450 об/мин). Транспортное запаздывание  $\tau$  определялось с момента запуска до момента начала роста разряжения по местному прибору и составило около 5 с. Постоянная времени объекта  $T$  составляет, как известно, 63% для апериодического звена первого порядка. Данный метод определения динамических параметров объекта регулирования позволяет моделировать объект только апериодическим звеном первого порядка. Номинальное разряжение составляет 20 мм.вод.ст. или 200 Па и является установившимся значением. 63 % от 200 Па составляет 126 Па. При определении постоянной времени объекта  $T$ , замерялось время достижения 126 Па с момента запуска мельничного вентилятора.

Таким образом: транспортное запаздывание  $\tau=5$  с; постоянная времени объекта  $T=18$  с. Определяем коэффициент объекта по управляющему воздействию:

$$k = \frac{200 \text{ Па}}{1480 \text{ об/мин}} = 0,135 \quad (1)$$

Таким образом, передаточная функция объекта регулирования:

$$W_o(p) = \frac{k}{Tp+1} \times e^{-\tau p} = \frac{0,135}{18p+1} \times e^{-5p} \quad (2)$$

Без учета запаздывания:

$$W_o(p) = \frac{k}{Tp+1} = \frac{0,135}{18p+1} \quad (3)$$

В комплексном виде:

$$W_o(j\omega) = \frac{0,135}{1+18j\omega}, \quad (4)$$

Избавляемся от  $j$  в знаменателе:

$$W_s(j\omega) = \frac{0,135 \times (1 - j18\omega)}{1 + 324\omega^2} = \frac{0,135 - j2,43\omega}{1 + 324\omega^2} \quad (5)$$

Разделяем вещественную и мнимую части:

$$\operatorname{Re} W_s(j\omega) = \frac{0,135}{1 + 324\omega^2}, \quad \operatorname{Im} W_s(j\omega) = \frac{2,43\omega}{1 + 324\omega^2} \quad (7)$$

Для построения частотных характеристик необходимо получить модуль и аргумент амплитудно-фазовой характеристики, т.е. АЧХ (амплитудно-частотную характеристику) и ФЧХ (фазо-частотную характеристику).

$$\text{АЧХ: } A(\omega) = \sqrt{\operatorname{Re}^2 + \operatorname{Im}^2}, \quad \text{ФЧХ: } \varphi(\omega) = \arctg \frac{\operatorname{Im}}{\operatorname{Re}} \quad (9)$$

Ряд рассчитанных в электронной таблице Microsoft Excel значений частотных характеристик приведен в табл. 1. Зададимся запасом по фазе в  $50^\circ$ . Определим частоту, при которой фазовый сдвиг системы приблизительно равен  $-180^\circ + 50^\circ + 5^\circ = -125^\circ$ .

По табл. 1 находим 1,2 рад/с, модуль

Коэффициент пропорциональной части определяем по формуле:

$$K_n = \frac{1}{|W_{st}(j\omega)|} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \quad (10)$$

Определяем частоту:

$$\omega_c = 0,1 \times \omega_1 = 0,1 \times 1,2 = 0,12 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (11)$$

Коэффициент интегральной части:

$$K_{II} = K_n \times \omega_c = 0,8 \times 0,12 = 0,096 \approx 0,1 \text{ с}^{-1} \quad (12)$$

Таблица 1 – Частотные характеристики объекта

$\omega$ , рад/с	Модуль	Аргумент
0,1	15,119412	-93,32507067
0,2	7,5588242	-96,62796863
0,3	5,03823682	-99,8872496
0,4	3,77765005	-103,0832209
0,5	3,02106411	-106,198505

ω, рад/с	Модуль	Аргумент
0,6	2,51647918	-109,2184788
0,7	2,15589548	-112,1314995
0,8	1,88531321	-114,928929
0,9	1,67473256	-117,604992
1	1,50615373	-120,1565118
1,1	1,36812237	-122,5825699
1,2	1,25300231	-124,8841326
1,3	1,15550702	-127,063675
1,4	1,07186046	-129,1248302
1,5	0,99929359	-131,0720745
1,6	0,93572966	-132,9104575
2	0,74450681	-139,2851243
3	0,48723424	-150,1560192
4	0,35646867	-156,7180721
5	0,27669207	-161,0047152
6	0,22273719	-163,9937645
7	0,18379593	-166,1859876
8	0,15443077	-167,8580321
9	0,13158624	-169,1733373
10	0,11339853	-170,2340297

Тогда передаточная функция регулятора приобретает вид:

$$W_{\text{рег}}(p) = 0,8 + \frac{0,1}{p} = 0,8 + \frac{1}{10p}, \quad (13)$$

После преобразования:

$$W_{\text{рег}}(p) = 0,8 \times \frac{10p+1}{10p} \quad (14)$$



В программном пакете Matlab строим АФХ объекта без учета запаздывания (рис. 2).

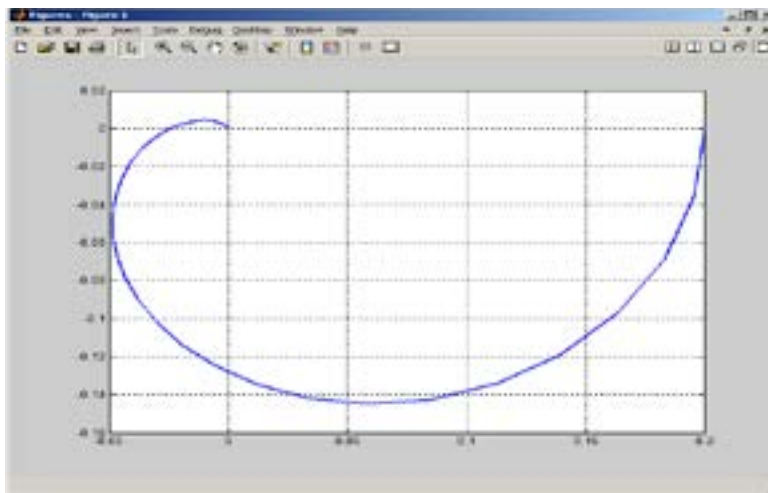


Рисунок 2 – АФХ объекта без учета запаздывания

Определение реальной устойчивости объекта по АФХ сложнее, чем по логарифмическим АЧХ и ФЧХ (диаграмме Бode) полной системы с регулятором. Поэтому, в моделирующем комплексе Simulink программного пакета Matlab строим модель разомкнутой системы. ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы приведены на рис. 3. По диаграмме видно, что, при коэффициенте передачи равном единице (где ЛАЧХ пересекает нулевую линию), соответствующая точка на ЛФЧХ находится на уровне менее  $-110^\circ$ . Т.е. запас по фазе разомкнутой системы с ПИ-регулятором составляет около  $77^\circ$  при наличии в системе транспортного запаздывания величиной 5 секунд. Замкнем систему и получим график переходного процесса. Общий вид модели замкнутой системы автоматического регулирования (САР) разряжения перед ШБМ представлен на рис. 4. График переходного процесса представлен на рис. 5. На графике видно небольшое перерегулирование, порядка 15 %, обусловленное скачком задания. Длительность переходного процесса 127 с, при этом, зона установившегося значения в Simulink, по умолчанию,  $\pm 2,5\%$ , в отличие от принятых в отечественной практике  $\pm 5\%$ . В зону  $\pm 5\%$  график входит менее, чем за 90 с.

Таким образом, показатели качества САР разряжения перед ШБМ более чем приемлемые.

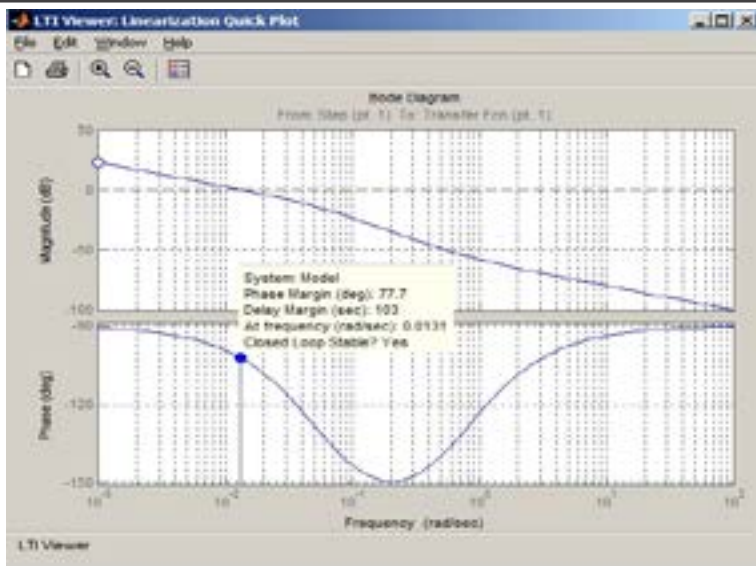


Рисунок 3 – ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы (диаграмма Бode)

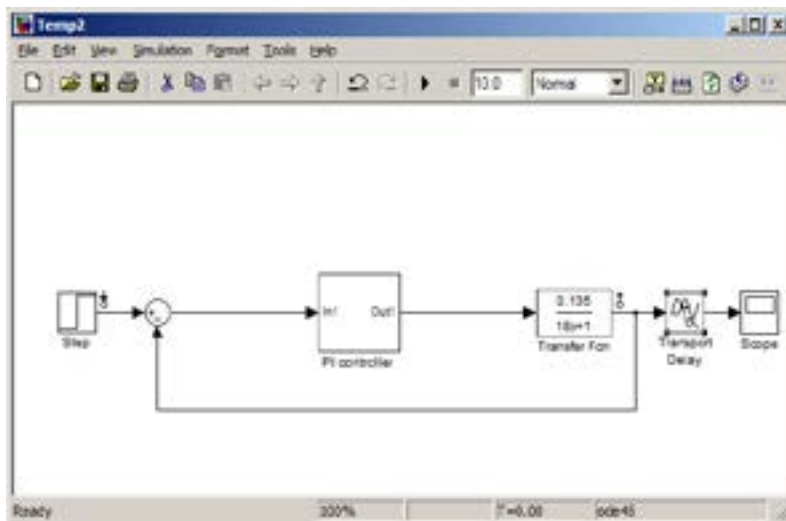


Рисунок 4 – Общий вид модели замкнутой САУ разряджения перед ШБМ

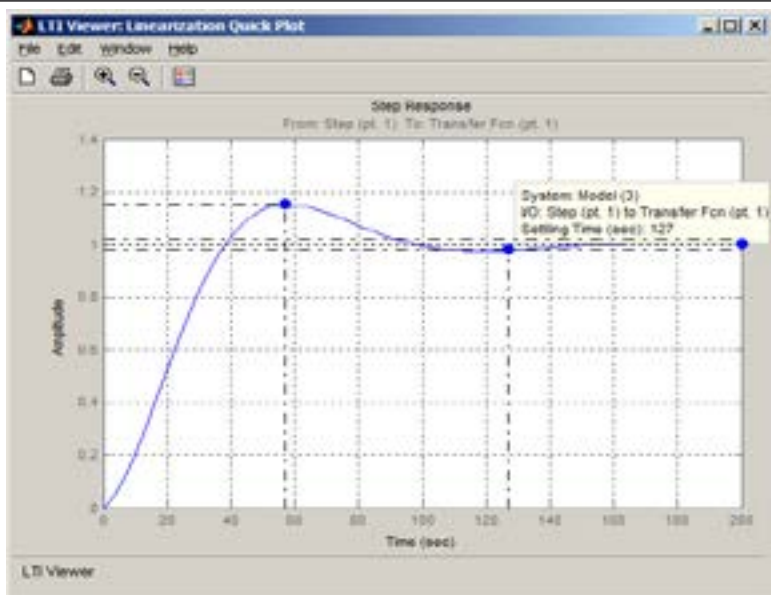


Рисунок 5 – График переходного процесса САР разряжения перед ШБМ

## Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что определение динамических параметров объекта регулирования позволяет моделировать объект только апериодическим звеном первого порядка. Определение реальной устойчивости объекта по АФХ сложнее, чем по логарифмическим АЧХ и ФЧХ (диаграмме Боде) полной системы с регулятором. Поэтому, в моделирующем комплексе Simulink программного пакета Matlab построена модель разомкнутой системы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Шувалов, С. И.** Повышение производительности пылесистем с шаровыми барабанными мельницами путем просеивания возврата [Текст] // Энергосбережение и водоподготовка. – 2007. – № 4. – С. 65–68.

2 **Тверской, Д. Ю.** Разработка и исследование динамических моделей пылесистем прямого вдувания для автоматизации тепловых электростанций: дис. ... канд. тех. наук: защищена 18.09.09; утв. 06.08.09 [Текст] – Иваново, – 2009 – 186 с.

3 **Улитенко, К. Я. Попов В. П.** Автоматическая защита барабанных мельниц от перегрузок [Текст] // Обогащение руд. № 2 – 2004.

4 **Плетнев, Г. П.** Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов [Текст]. – М.: МЭИ, 2016. – 352 с.

5 **Бородин, И. Ф.** Автоматизация технологического процесса и системы управления. Учебник и учеб. пособия для средних учеб. заведений [Текст]. – М.: Колос, 2006. – 352 с.

6 **Лазарева, Т. Я. Мартемьянов Ю. Ф.** Основы теории автоматического управления: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. [Текст]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 352 с.

7 **Хзмалян, Д. М. Каган Я.А.** Теория горения и топочные устройства [Текст]. – Москва: Энергия, 1976. – 484 с.

8 **Плетнев, Г. П.** Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов [Текст]. – М. : МЭИ, 2016. – 352 с.

9 Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых станциях [Текст]. СО 34.35.101 – М.: Введ. 01.09.2004.

10 **Камарова, С. Н., Абильдинова, С. К.** Разработка энергоэффективной схемы пылеприготовительной установки ТЭЦ-2 АО «АМТ» [Текст]. Международная научно-техническая конференция «Энергоэффективность - Основа развития энергетики Узбекистана» 21–22 декабря 2018 г.

## REFERENCES

1 **Shuvalov, S. I.** Povyshenie proizvoditelnosti pylesistem s sharovymi barabannymi melnitsami putem proseivaniya vozvrata [Improving the performance of ball mill vacuum systems by filtering the return] [Text] // Energy saving and water treatment. – 2007. - № 4. – P. 65–68.

2 **Tverskoj, D. YU.** Razrabotka i issledovanie dinamicheskikh modelej pylesistem pryamogo vduvaniya dlya avtomatizacii teplovyh elektrostancij [Development and research of dynamic models of direct injection vacuum systems for automation of thermal power plants: dis. ... candidate of technical Sciences: protected 18.09.09: approved 06.08.09] [Text]. Ivanovo, – 2009 – 186 p.

3 **Ulitenko, K. YA.** Popov V. P. Avtomaticheskaya zashchita barabannykh melnits ot peregruzok [Automatic protection of drum mills from overloads] [Text] // Ore dressing. № 2 – 2004.

4 **Pletnev, G. P.** Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv v teploenergetike: uchebnyk dlya studentov vuzov [Automation of technological

processes and production in thermal power engineering: textbook for university students] [Text]. – М.: MEI, 2016. – 352 p.

5 **Borodin, I. F.** Avtomatizatsiya tekhnologicheskogo protsessa i sistemy upravleniya. Uchebnik i ucheb. posobiya dlya srednikh ucheb. zavedenij [Automation of the technological process and control systems. Textbook and studies. manuals for secondary studies. Institutions] [Text]. – Moscow : Kolos, 2006. – 352 p.

6 **Lazareva, T. YA. Martemyanov YU. F.** Osnovy teorii avtomaticheskogo upravleniya: uchebnoe posobie. 2-e izd., pererab. i dop. [Fundamentals of the theory of automatic control: textbook. 2nd edition, revised and expanded] [Text]. – Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tekhn. un-ta, 2004. – 352 p.

7 **Hzmalyan, D. M. Kagan YA. A.** Teoriya goreniya i topochnye ustrojstva [Theory of combustion and combustion devices] [Text]. – Moscow: Energy, 1976. – 484 p.

8 **Pletnev, G. P.** Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv v teploenergetike: uchebnik dlya studentov vuzov [Guidelines for the scope of technological measurements, signaling, automatic control at thermal power plants] [Text]. – Moscow : MPEI, 2016. – 352 p.

9 Metodicheskie ukazaniya po ob”emu tekhnologicheskikh izmerenij, signalizatsii, avtomaticheskogo regulirovaniya na teplovykh stantsiyakh [Guidelines for the scope of technological measurements, signaling, automatic control at thermal power plants] [Text]. SO 34.35.101 – Moscow: introduced. 01.09.2004.

10 **Kamarova, S. N., Abil’dinova, S. K.** Razrabotka energoeffektivnoj skhemy pyleprigotovitel’noj ustanovki TEC–2 AO «AMT» [Development of an energy-efficient scheme for a pulverizing plant at CHP-2 of AMT JSC] [Text]. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya «Energoeffektivnost’ - Osnova razvitiya energetiki Uzbekistana» 21–22 dekabrya 2018.

Материал поступил в редакцию 15.12.22.

*\*С. Н. Камарова<sup>1</sup>, О. Н. Онищенко<sup>2</sup>, Г. Г. Жабалова<sup>3</sup>,  
О. Н. Леликова<sup>4</sup>, С. К. Абильдинова<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup>Қарағанды индустриалды университеті,  
Қазақстан Республикасы, Теміртау қ.

<sup>5</sup>Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс  
университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.  
Материал баспаға 15.12.22 түсті.

**АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ СІРЕТУ «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМІРТАУ»**

**АҚ ЖЭО-2 ШАРЛЫ БАРАБАН ДИІРМЕНІ**

Бұл мақалада «АрселорМиттал Теміртау» АҚ (АМТ) ЖЭО-2 шаң дайындаудың технологиялық процесін басқарудың автоматты жүйесі (ТП АБЖ) ұсынылған, ол шаң жүйесі жабдығының жұмыс режимін бақылауға, процестің барысы туралы ақпаратты жинауға және өңдеуге, шаң жүйесінің ең жоғары үнемділігімен қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ететін берілген параметрлерді қолдауға, сондай-ақ шаң жүйесіне әсер етуді басқарушыларды беруге мүмкіндік береді. қабылданған басқару критерийіне сәйкес технологиялық процесс. «АМТ» АҚ ЖЭО-2 шаң дайындаудың автоматты басқару жүйесінің (АБЖ) схемасын әзірлеу үшін қатты отынды оңтайлы ұнтақтауды қамтамасыз ету үшін жылу-техникалық жабдықтың жұмыс режимдерін, сондай-ақ бақылау, басқару және сигнал беру параметрлерін анықтау қажет. «АМТ» АҚ ЖЭО-2 шаң жүйесін басқару объектісі шарлы барабан диірмені (ШБМ), ал процесс - қатты отынды ұнтақтау болып табылады. Элементтер (АБЖ ТП) – «объект және реттеуші құрылғы». Мақалада реттеу объектісінің динамикалық параметрлерін анықтау мақсатында ЖЭО-2 жағдайында шарлы барабан диірменінің сиретуін автоматты реттеу ұсынылған. Бұл реттеу объектісінің динамикалық параметрлерін анықтауға, сондай-ақ объектіні модельдеуге мүмкіндік береді. Matlab бағдарламалық пакетінің Simulink модельдеу кешенінде Ашық жүйенің моделі салынған. Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

Кілтті сөздер: шарлы барабан диірмен, автоматты жүйе, реттеу объектісі, жиілік сипаттамалары, реттегіш.

\*S. N. Kamarova<sup>1</sup>, O. N. Onichshenko<sup>2</sup>, G. G. Zhabalova<sup>3</sup>,  
O. N. Lelikova<sup>4</sup>, S. K. Abildinova<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Karaganda Industrial University, Republic of Kazakhstan, Temirtau

<sup>5</sup>Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev,  
Republic of Kazakhstan, Almaty

Material received on 15.12.22

**AUTOMATIC DISCHARGE REGULATION BALL DRUM MILL CHP-2  
JSC «ARCELORMITTAL TEMIRTAU»**

*This article presents an automatic process control system (automated process control System) for dust preparation of CHP-2 JSC «ArcelorMittal*

*Temirtau» (AMT), which will allow you to control the operating mode of the vacuum system equipment, collect and process information about the process, maintain the set parameters that ensure the safe operation of the vacuum system at its maximum efficiency, as well as issue control effects on the technological process in accordance with the accepted management criterion. To develop the scheme of the automatic control system (ACS) for dust preparation of CHP-2 JSC «AMT», it is necessary to determine the operating modes of thermal equipment to ensure optimal grinding of solid fuel, as well as the parameters of monitoring, control and alarm. The object of control of the TPP-2 vacuum system of JSC «AMT» is a sharobarabannaya mill (SBM), and the process is the grinding of solid fuel. The elements (automated control system) are the «object and regulating device». The article presents the automatic regulation of the vacuum of a ball drum mill in the conditions of CHP-2, in order to determine the dynamic parameters of the object of regulation. This will allow you to determine the dynamic parameters of the regulated object, as well as simulate the object. In the Simulink modeling complex of the Matlab software package, an open-loop system model is built.*

*Keywords: ball drum mill, automatic system, the object of regulation, frequency characteristics, regulator.*

Теруге 15.12.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3,44 Mb RAM

Шартты баспа табағы 23.59. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4019

Сдано в набор 15.12.2022 г. Подписано в печать 30.12.2022 г.

Электронное издание

3,44 Mb RAM

Усл. печ. л. 23.59. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4019

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар к., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар к., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-energy.tou.edu.kz](http://www.vestnik-energy.tou.edu.kz)