

## Автоматизация та управління процесами збагачення

аппроксимацией ее присоединенного представления и соответствующим синтезом САУ.

### Список литературы

1. Краснощеченко В.И., Крищенко А.П. Нелинейные системы: геометрические методы анализа и синтеза. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 520 с.
2. Олвер П. Приложения групп Ли к дифференциальным уравнениям: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 639 с.
3. Жовинский Н.В. Схемы запоминания напряжений и блоки запаздывания. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 80 с.
4. Власов К.П. Основы автоматического управления технологическими процессами обогащения угля. – М.: Недра, 1985. – 188 с.
5. Автоматизация производства на углеобогатительных фабриках / Л.Г.Мелькумов, В.А.Ульшин, М.А.Бастунский и др. – М.: Недра, 1983. – 295 с.
6. Гурецкий Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием: Пер. с польского. – М.: Машиностроение, 1974. – 328 с.

© Зубов Д.А., 2005

*Надійшла до редколегії 09.11.2005 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. В.О. Ульшиним*

УДК 622.7

**А.И. ЛАЗОРИН**, канд. тех. наук,

**И.А. ЗУБ, Н.Н. ОДНОВОЛ**

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет),

**К.К. САВЧЕНКО**

(Украина, Днепропетровск, Торгово-промышленная группа "Стандарт")

### СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВА КОНЦЕНТРАТА ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЫ С ДОБАВОЧНЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ КОНТУРОМ

Известно, что основная цель управления отсадочной машины (ОМ) – получение угольного концентрата заданного качества. Предложено несколько способов автоматического управления ОМ по зольности концентрата, один из которых, основан на измерении зольности обезвоженного концентрата и ее поддержании на требуемом уровне путем изменения плотности разделения в промпродуктовом отделении ОМ [1]. Синтез автоматической системы стабилизации зольности концентрата, реализующей предложенный способ, осуществлен в [2]. Данная система имеет в своем составе датчик измерения зольности, к выходу которого подключен командный регулятор, выход которого, в свою очередь,

107

**Збагачення корисних копалин, 2005. – Вип. 24(65)**

## Автоматизация та управління процесами збагачення

соединен с частным регулятором стабилизации высоты тяжелого слоя постели в промпродуктовом отделении ОМ.

Основной недостаток предлагаемой системы заключается в недостаточной точности управления за счет существенного запаздывания ( $\tau = 5 \dots 10$  мин) по каналу регулирования, что приводит к значительной дисперсии зольности концентрата и соответственно к потерям полезного продукта.

Один из способов улучшения качества функционирования системы стабилизации – усложнение информационной структуры системы введением в регулятор добавочной информации об изменении некоторых специально подобранных величин оперативнее, чем управляемая величина, характеризующих изменение текущего состояния объекта, вызванное действием возмущений [3]. Применительно к рассматриваемой системе, реализация данного способа сводится к поиску величин, которые смогут охарактеризовать изменение зольности концентрата оперативнее, чем устройство измерения зольности обезвоженного концентрата (золомер).

В ходе экспериментальных исследований технологических показателей работы ОМ и обезвоживающих аппаратов (дуговых сит и фильтрующих центрифуг), проведенных кафедрой системного анализа и управления НГУ [4], было установлено, что существует прямая зависимость потребляемой центрифугой мощности от нагрузки на центрифугу и содержания мелких классов ( $< 1,0$  мм) в питании центрифуги. В то же время, как показано на рис. 1 и 2, в связи с тем, что усиливается нагрузка на центрифугу и возрастает содержание мелких классов в питании центрифуги зольность обезвоженного концентрата увеличивается. Таким образом, мощность, потребляемая обезвоживающими центрифугами, – это косвенный параметр, характеризующий степень обезвоживания концентрата при обезвоживании. Данные зависимости приведены на рис. 1 и 2.

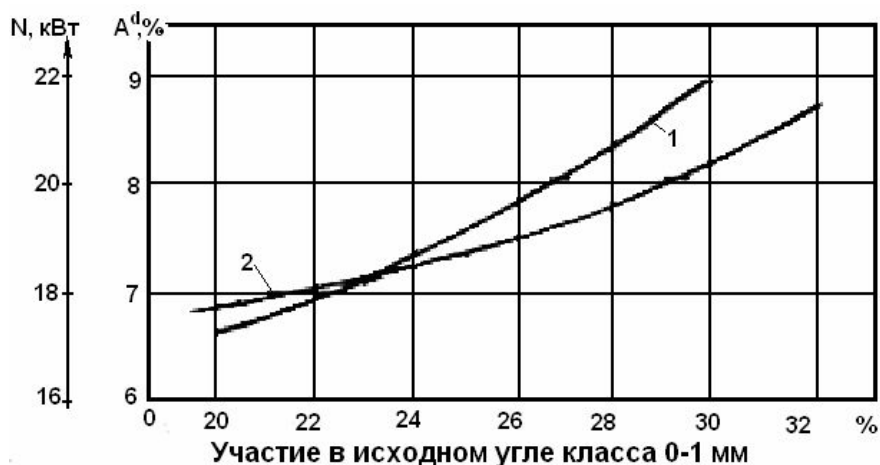


Рис. 1. Зависимость зольности обезвоженного концентрата

## Автоматизація та управління процесами збагачення

(кривая 1) и мощности, потребляемой центрифугой (кривая 2), от участия в исходном угле класса 0–1 мм



Рис. 2. Зависимость зольности обезвоженного концентрата (1) и мощности, потребляемой центрифугой (2) исходя из нагрузки на центрифугу

Анализ экспериментальных зависимостей показывает, что при увеличении мощности, потребляемой обезвоживающими центрифугами, последует увеличение зольности обезвоженного концентрата и наоборот: при уменьшении мощности – уменьшение зольности. Следовательно, по изменению мощности, потребляемой центрифугами, можно вести корректировку изменений зольности обезвоженного концентрата, вызванных возмущениями, воздействующими на центрифуги.

Исходя из вышеизложенного, авторы предлагают устройство для автоматического управления процессом обогащения мелкого угля, которое работает следующим образом (рис. 3).

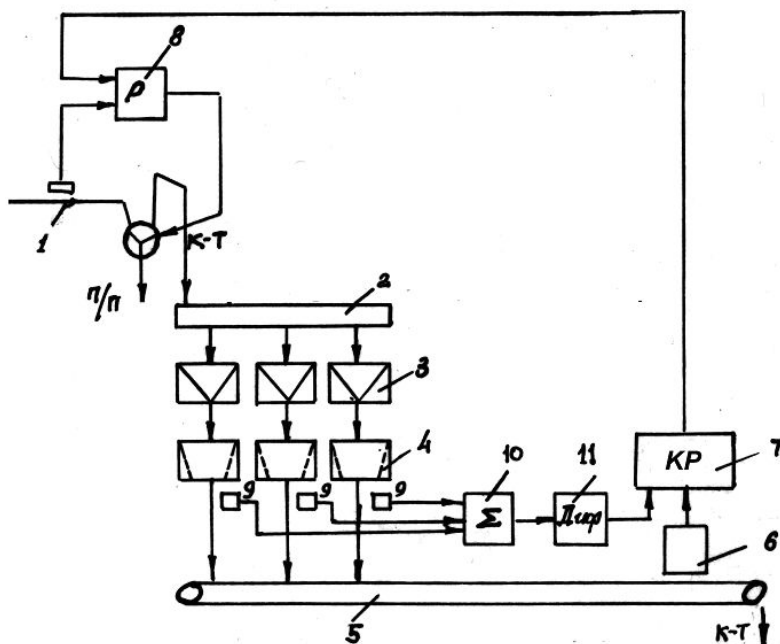


Рис. 3. Устрoйство для автоматического управления процессом обогащения мелкого угля

Объект управления – технологический цикл обогащения угля в отсадочной машине 1, распределения концентрата в коллекторе 2 по обезвоживающим аппаратам 3 и 4, смешивания обезвоженного концентрата на сборном конвейере 5. Датчики определения активной мощности 9 контролируют мощность, потребляемую каждой центрифугой 4. В сумматоре 10 определяют суммарную активную мощность, значение которой подают в блок определения приращения мощности и его знака 2. Если потребляемая центрифугами суммарная активная мощность – величина постоянная, то на выходе блока определения приращения мощности и его знака 2 сигнал равен нулю. При этом работает основной контур управления. Сигнал с датчика зольности 6 поступает в блок формирования управляющего сигнала 7, который пропорционально величине рассогласования изменяет задание в частном регуляторе 8 системы стабилизации высоты тяжелого слоя постели в промпродуктовом отделении отсадочной машины 1.

При изменении нагрузки на обезвоживающие центрифугами или содержания мелких классов ( $<1,0$  мм) в концентрате, поступающем на обезвоживающие центрифуги, происходит изменение потребляемой центрифугами суммарной активной мощности. С выхода блока определения приращения суммарной активной мощности 11 на второй вход командного регулятора 7 поступает сигнал, пропорциональный приращению мощности и противоположный его знаку. Блок формирования управляющего сигнала 7 выдает сигнал, корректирующий задание в частном регуляторе 8 системы

## Автоматизация та управління процесами збагачення

стабілізації висоти важкого слоя постели, тем самым воздействуют на плотность разделения в промпродуктовом отделении отсадочной машины 1.

При этом запаздывание по дополнительному каналу управления не превышает 1 мин, в то время как по основному каналу оно составляет 5–10 мин, чем достигают повышения качества регулирования.

Предлагаемый вариант структурной схемы автоматической системы стабилизации качества концентрата с добавочным информационным контуром по изменению потребляемой центрифугами суммарной активной мощности – на рис. 4.

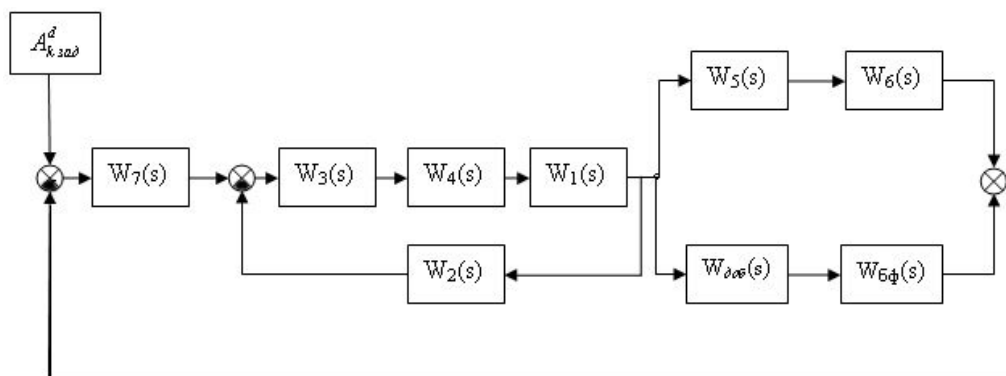


Рис. 4. Структурная схема автоматической системы стабилизации качества концентрата с добавочным информационным контуром

Звенья  $W_1(s) - W_4(s)$  относятся к системе стабилизации высоты постели в промпродуктовом отделении и совместно со звеньями  $W_5(s) - W_7(s)$  образуют систему стабилизации качества концентрата. Вид их передаточных функций определен в [5]. Звеном  $W_1(s)$  представлен объект регулирования системы стабилизации высоты постели; звеном  $W_2(s)$  – датчик высоты постели с сельсинным преобразователем; звеном  $W_3(s)$  – регулятор, реализующий пропорциональный закон регулирования; роторный разгрузчик с регулируемым приводом – звеном  $W_4(s)$ ; звеном  $W_5(s)$  – ОМ по каналу: высота постели в промпродуктовом отделении – качество концентрата; звеном  $W_6(s)$  – датчик качества концентрата; ПИ-регулятор, реализующий астатический закон регулирования величины зольности концентрата, – звеном  $W_7(s)$ ; звеном  $W_{доп}(s)$  – добавочную переменную состояния по каналу: высота постели – суммарная мощность, потребляемая центрифугами, а звеном  $W_{б.ф.}(s)$  – блок формирования сигнала от добавочной переменной состояния.

Методы расчета и настройки подобных систем изложены в [6].

Авторы считают, что применение предложенной системы стабилизации качества концентрата с добавочным информационным контуром по изменению

## Автоматизация та управління процесами збагачення

потребляемой центрифугами суммарной активной мощности, по сравнению с ранее рассмотренной системой, путем повышения быстродействия уменьшит среднеквадратичное отклонение зольности обезвоженного концентрата и соответственно его потери с отходами.

### Список литературы

1. **Ямпольский М. Н.** Управление отсадочной машиной по результатам контроля зольности концентрата // Обогащение и брикетирование угля. – 1971. – № 10. – С.10–12.
2. **Фатеев В. Н.** Исследование и разработка системы автоматической оптимизации процесса отсадки угля: Дис. ... канд. техн. наук – Харьков, 1981. – 203 с.
3. **Ротач В. Я.** Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.
4. Исследование технологических процессов углеобогащения Суходольской ЦОФ с целью разработки моделей автоматического управления: Отчет о НИР /Днепропетровский горный институт /ДГИ/; Руководитель А. И. Лазорин. – №ГР 79027177. – М., 1981. – 93 с.
5. **Власов К. П., Лехциер Л. Р.** Автоматическое управление процессами отсадки угля. – М.: Недра, 1978. – 112 с.
6. **Стефани Е. П.** Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессаов. – М.: Энергия, 1972. – 376 с.

© Лазорин А.И., Зуб И.А., Одновол Н.Н., Савченко К.К., 2005

*Надійшла до редколегії 23.05.2005 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. В.В. Ткачовим*

УДК 622.7.658.5

**В.П. ХОРОЛЬСКИЙ**, д-р техн. наук, **Т.В. ХОРОЛЬСКАЯ**

(Украина, Кривой Рог, Криворожский экономический институт КНЭУ),

**Е.К. БАБЕЦ**, канд. техн. наук

(Украина, Кривой Рог Криворожский технический университет)

## РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ-ИНТЕНСИФИКАТОРЫ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ ТРУДНООБОГАТИМЫХ РУД

Технология магнитофлотационной доводки концентрата включает операции: усреднения, флотации с использованием катионного собирателя, сгущения и фильтрации флотационного концентрата; дробления пенного продукта флотации в шаровой мельнице, работающей в замкнутом цикле с