

**А.Г. Тер-Акопов, В.А. Козлов, Е.В. Козлов**

**СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ТЯЖЕЛОСРЕДНОЙ ГИДРОЦИКЛОННОЙ  
УСТАНОВКОЙ**

*Приведена схема управления тяжелосредной гидроциклонной установкой. Управление установкой производится на основании показаний золомера и плотномера.*

*Ключевые слова: уголь, магнетитовая суспензия, гидроциклон, золомер, плотномер, зольность угля, плотность суспензии.*

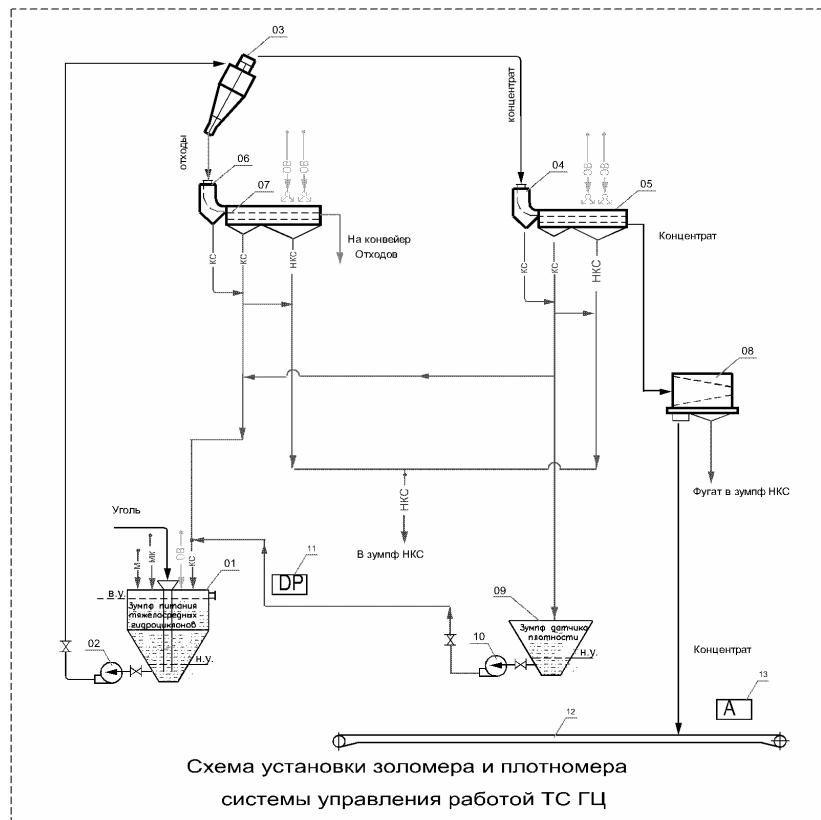
---

**Ц**елью обогащения угля является получение максимального возможного количества концентрата заданного качества, что предполагает максимальную экономическую эффективность процесса обогащения. Осуществление этой цели не возможно без применения автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Таким образом, актуальной является постановка задачи о выборе наиболее выгодного режима разделения угля и обеспечение его автоматического поддержания с целью получения максимальной прибыли. Оптимальный режим разделения угля можно определить используя аналитический аппарат описания кривых обогатимости угля с целью вычисления в рабочем интервале изменения зольности концентрата фактора  $G = -dAd_k/d\rho$ , где  $d$  — знак дифференциала,  $Ad_k$  — зольность концентрата,  $\rho$  — плотность разделения угля в гидроциклоне. Данный фактор должен учитываться автоматизированной системой управления тяжелосредной установкой (АСУ ТСУ) для выработки величины регулирующего воздействия на изменение плотности магнетитовой суспензии.

В компании Коралайна Инжиниринг — СЕТСО разработана автоматическая система управления работой тяжелосредной установкой, схема которой на базе гидроциклона приведена на рис. 1.

АСУ ТСУ позволяет управлять процессом обогащения угля в минеральных суспензиях и производить оптимизацию процесса разделения угля по выбранному критерию с учетом задания по качеству концентрата (промпродукта).



**Рис. 1. Схема ТСУ на базе гидроциклона: На схеме приведены следующие обозначения:** 1 — зумпф питания тяжелосредных гидроциклонов (ТС ГЦ); 2 — насос подачи угля с суспензией в гидроциклон; 3 — ТС ГЦ; 4 — дуговое сито для первичного отделения суспензии от концентрата; 5 — горизонтальный вибрационный грохот для отмывки магнетитовой суспензии и обезвоживания концентрата; 6 — дуговое сито для первичного отделения суспензии от отходов; 7 — горизонтальный вибрационный грохот для отмывки магнетитовой суспензии от отходов и их обезвоживания; 8 — фильтрующая центрифуга для обезвоживания концентрата; 9 — промежуточный зумпф сбора кондиционной суспензии концентрата для обеспечения работы плотномера; 10 — насос подачи кондиционной суспензии в зумпф питания ТС ГЦ; 11 — плотномер для непрерывного измерения плотности кондиционной магнетитовой суспензии; 12 — золомер для непрерывного измерения зольности концентрата на конвейере

АСУ ТСУ может выполнять следующие основные функции: автоматическую оптимизацию процесса разделения угля по заданному критерию; автоматическую стабилизацию качества (зольности) концентрата; автоматическое ведение процесса при заданной плотности разделения; дистанционное управление поточно-транспортной системой и суспензионными насосами с автоматическим выполнением программы операций запуска, остановки и регулированием производительности; сигнализацию о значении и отклонениях основных технологических параметров от нормы, о режиме работе оборудования; вывод информации на сенсорный экран оператора (диспетчера).

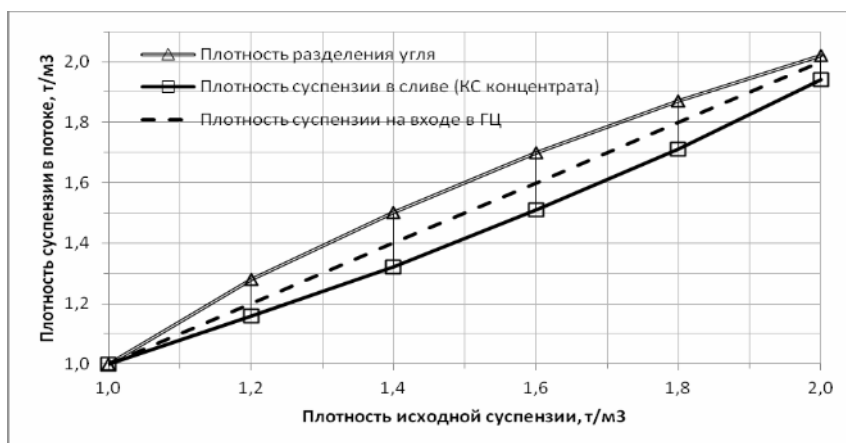
Практика показала, что оптимизацию процесса обогащения и стабилизацию качества продуктов ТСУ возможно осуществить только при использовании аппаратуры, позволяющей проводить регистрацию и регулирование плотности суспензии с точностью  $10 \text{ кг/м}^3$ .

Существующие плотномеры позволяют измерять плотность магнетитовой суспензии с точностью  $10 \text{ кг/м}^3$ . Но в настоящий момент отсутствуют автоматические системы и алгоритм их работы, позволяющие производить регулировку плотности с требуемой точностью.

Как показывают исследования [1, 2] плотность разделения в гидроциклоне будет отличаться от плотности исходной суспензии, и, практически, невозможно измерить в промышленных условиях плотность разделения в гидроциклоне, т.к. на измерение будет влиять наличие угольных частиц в суспензии.

Но благодаря полученным зависимостям плотности суспензий в различных потоках, приведенным на рис. 2 [1], мы можем производить точное измерение плотности суспензии в линии кондиционной суспензии (КС) концентрата в поз. 11 на схеме ТСУ (рис. 1) и косвенно определять плотность разделения в гидроциклоне.

Как видно из графиков рис. 2 плотность разделения угля в гидроциклоне будет отличаться от плотности кондиционной суспензии концентрата в сливе гидроциклона на постоянную величину равную в среднем  $70 \text{ кг/м}^3$ , что позволяет по показаниям плотности КС концентрата вычислять плотность разделения в гидроциклоне.



**Рис. 2. Зависимость плотности разделения угля в гидроциклоне и плотности кондиционной суспензии, отделяемой от концентрата, от плотности исходной суспензии**

В схеме установки (рис. 1) измерение плотности разделения угля в гидроциклоне производится косвенно по значению плотности кондиционной суспензии отделяемой от концентрата на дуговом сите (04) и начальном участке грохота отмывки магнетита (05). Это возможно осуществить благодаря результатам исследований по определению зависимостей плотности разделения в гидроциклоне и плотности кондиционной суспензии в сливе гидроциклона в зависимости от плотности исходной суспензии, представленных на рис. 2.

В режиме стабилизации качества показание золомера, измеряющего зольность концентрата, сравнивается с заданным значением и в зависимости от величины и знака отклонения зольности  $\Delta A_{dk}$  выдается сигнал коррекции плотности суспензии в соответствии с величиной рассогласования и принятым значением фактора  $G$ .

В режиме оптимизации вычисляется значение экономического критерия оптимизации и соответствующее ему оптимальное значение зольности, определяется отклонение измеренной зольности концентрата от оптимального значения и, в соответствии с этим отклонением, вырабатывается сигнал на изменение плотности суспензии.

Только применение автоматических систем управления может обеспечить оптимизацию процесса в целом по фабрике и гарантировать максимальный выход концентрата заданной зольности [3].

### **Заключение**

Приведенная схема автоматического управления работой тяжелосредней гидроциклонной установки на основе показаний золомера, установленного на конвейере концентрата, и показаний плотномера, установленного на линии кондиционной суспензии концентрата, которая позволяет обеспечить стабилизацию качества и выхода концентрата и, соответственно, предполагает получение максимальной прибыли в процессе обогащения угля.

---

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Addison C., Jones R., Addison F. and Stanley F. Development of an optimized control system for dense medium cyclone circuits. 26th Annual International Coal Preparation Conference. Lexington, Kentucky USA, 2009.
2. Власов К.П. Основы автоматического управления технологическими процессами обогащения угля. — М.: Недра, 1985.
3. Козлов В.А., Козлов Е.В. Структура адаптивных систем управления процессами обогащения угля. №5, ГИАБ. — М.: Горная книга, 2010. **ГИАБ**

### **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

---

Тер-Акопов Артур Геральдович — директор департамента ЭСИА,  
Козлов Вадим Анатольевич — главный технолог, e-mail: vak@cetco.ru,  
Козлов Евгений Вадимович — инженер-программист,  
Коралайна Инжинирнг — СЕТСО.

