

Оценка допустимой погрешности показаний поточных анализаторов зольности концентрата на ОФ «Нерюнгринская»



КОЗЛОВ Вадим Анатольевич

*Канд. техн. наук, доцент, главный технолог
компании «Коралайна Инжиниринг»*

105005, г.Москва, Россия, e-mail: vak@coralina.ru

Процесс обогащения угля в тяжелосредних гидроциклонах является достаточно сложным объектом для управления. Решение задачи уменьшения потерь концентрата, учитывая изменение характеристик обогащаемого угля и относительно малое время его нахождения в гидроциклоне, практически невозможно без автоматического управления процессом обогащения на основе приборного контроля зольности продуктов обогащения. Так, флуктуации плотности разделения угля в гидроциклоне ρ_r на ОФ «Нерюнгринской» приводили к текущим колебаниям зольности концентрата до 0,54 % абс. относительно заданного значения 9,5%. Погрешность поточного золомера, включенного в систему автоматического регулирования плотности разделения угля должна быть, как минимум, в два раза меньше флуктуаций зольности концентрата, и составлять не более 0,27% абс., чтобы достоверно и оперативно отслеживать колебания зольности концентрата, в том числе, связанными с технологическими флуктуациями плотности разделения в гидроциклонах.

Ключевые слова: *тяжелосредний гидроциклон, зольность угля, плотность разделения угля, концентрат, выход концентрата, погрешность разделения, кривые обогатимости, балансы обогащения, эффективность обогащения*

В технологической схеме ОФ «Нерюнгринская» (г.Нерюнгри, Республика Саха) 60-80% рядовых углей обогащается в тяжелосредних трехпродуктовых гидроциклонах, в связи с этим повышение эффективности работы отделения тяжелых сред обогатительной фабрики является важной задачей.

ИДЕЯ КРАТКО	ПРОБЛЕМА	ПОЧЕМУ ЭТО ПРОИСХОДИТ	РЕШЕНИЕ	ЧТО ДЕЛАТЬ
	Выход концентрата ниже возможно достижимого	Большой диапазон флуктуаций плотности разделения угля в обогатительном аппарате	Стабилизировать работу системы автоматического регулирования плотности разделения угля в обогатительном аппарате	Минимизировать погрешность измерения зольности поточными анализаторами

Процесс обогащения угля в тяжелосредних гидроциклонах является достаточно сложным объектом управления. Решение задачи уменьшения потерь концентрата, учитывая изменение характеристик обогащаемого угля и

относительно малое время его нахождения в гидроциклоне, практически невозможно без автоматического управления процессом обогащения на основе приборного контроля зольности, как продуктов обогащения, так и рядового угля в транспортных потоках.

Между зольностью концентрата и его выходом существует нелинейная зависимость, определяемая характером кривой обогатимости, и которая в зоне требуемых режимов работы гидроциклонов может быть аппроксимирована выражением вида [1]:

$$\gamma_K = a_0 + a_1 A_K^d + a_2 (A_K^d)^2, \quad (1)$$

где a_0, a_1, a_2 – коэффициенты, определяемые по экспериментальным данным, причем $a_2 < 0$, что обусловлено формой кривой обогатимости.

Вследствие стохастического характера возмущающих воздействий зольность A_K^d концентрата на выходе гидроциклона можно рассматривать как случайную функцию времени с математическим ожиданием $\overline{A_K^d}$ и дисперсией D_K . Теоретически возможный выход концентрата γ_{K0} , соответствующий заданной зольности определяется по формуле (1). При этом теоретически возможные показатели достигаются только при $D_K = 0$.

Изменение выхода концентрата при отклонении зольности на ΔA_K^d от $\overline{A_K^d}$ в i -ом измерении будет:

$$\Delta \overline{\gamma_K} = (a_1 + 2 a_2 \overline{A_K^d}) \Delta A_{K i}^d + a_2 (\Delta A_{K i}^d)^2 \quad (2)$$

Среднее значение выхода, обусловленное колебаниями зольности концентрата, за определенное время наблюдения:

$$\Delta \overline{\gamma_K} = (a_1 + 2 a_2 \overline{A_K^d}) \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta A_{K i}^d + a_2 \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta A_{K i}^d)^2 \quad (3)$$

При нормальном законе распределения качественных показателей концентрата, что подтверждается многочисленными исследованиями, для длительного промежутка времени наблюдения, что соответствует большому массиву данных, получим:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta A_{K i}^d = 0; \quad \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta A_{K i}^d)^2 = D_K, \quad \text{тогда} \quad \Delta \overline{\gamma_K} = a_2 D_K \quad (4)$$

Поскольку $a_2 < 0$, выражение (4) представляет собой потери концентрата, пропорциональные дисперсии его зольности D_K .

Таким образом, в качестве критерия для оценки эффективности функционирования системы управления процессом обогащения можно принять дисперсию качественных показателей концентрата. При этом цель управления запишется в виде:

$$D_K = \frac{1}{T} \int_0^T (A_K^d - A_3^d)^2 dt \rightarrow \min, \quad (5)$$

где T – интервал наблюдения; A_K^d, A_3^d – соответственно, текущее и заданное значение зольности концентрата.

Согласно уравнению (4) увеличение дисперсии зольности концентрата приводит к уменьшению выхода концентрата, следовательно, будет понижаться зольность концентрата. Причем факт понижения зольности определяется

характером кривой обогатимости по выражению (1). Понижение зольности концентрата относительно заданного значения A_3^d на 0,1- 0,2%, подтверждается работой углеобогатительных фабрик.

В связи с тем, что текущее значение зольности $A_{K i}^d$ зависит от значения плотности разделения ρ_{pi} , то дисперсия D_K будет пропорциональна дисперсии плотности суспензии D_ρ .

Кривая средних зольностей всплывших фракций (концентрата) в зоне рабочего режима, определяемого плановой заданной зольностью концентрата, может быть аппроксимирована выражением вида [3,4]:

$$A_K^d = c_0 + c_1 \rho_p + c_2 (\rho_p)^2.$$

По данным работы [2] в окрестности заданной зольности $\overline{A_3^d} = 9,5\%$ при плотности разделения $\rho_p = 1400 \text{ кг/м}^3$ на ОФ «Нерюнгринская» было получено $\Delta A_K^d = 0,54\%$. Таким образом, флуктуации плотности разделения ρ_p приводили к колебаниям зольности концентрата до 0,54% абс.

Выводы

Погрешность поточного анализатора зольности, включенного в автоматическую систему управления работой тяжелосредной установки ОФ «Нерюнгринская» должна быть, как минимум, в два раза меньше флуктуаций зольности концентрата, т. е. составлять 0,27% абс. Это позволит достоверно и оперативно отслеживать текущие колебания зольности концентрата, даже те, которые связаны с технологическими флуктуациями плотности разделения в гидроциклонах. Таким образом, можно будет более точно идентифицировать причины, вызвавшие текущее изменение зольности концентрата.

Литература:

1. Власов К.П. Основы автоматического управления технологическими процессами обогащения угля. – М.: Недра, 1985. – 188 с.
2. Козлов В.А. Исследование и разработка технологии контроля качества угля при его обогащении в условиях изменения содержания железа в золе. Дис... к.т.н. – Люберцы: ИОТТ, 1990. – 183 с.
3. Иофа М.Б., Зарубин Л.С., Хайдакин В.И. Обогащение мелкого угля в тяжелосредных гидроциклонах. – М.: Недра, 1978. – 239 с.
4. Козлов В.А. Оценка допустимой погрешности показаний приборов для контроля зольности концентрата. // Тезисы докладов участников II Республиканской научно-практической конференции «Пути решения актуальных проблем добычи и переработки полезных ископаемых Южной Якутии». – Нерюнгри, изд-во ЯГУ, – 2004, С. 45–46.