

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СРЕДНЕГО УРОВНЯ ШИХТЫ В БУНКЕРАХ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ АГЛОПРОЦЕССА¹

В. И. Кириллов

Киев

Рассмотрим весьма точный способ определения среднего уровня шихты в одном бункере при помощи одного датчика тросового типа, если конец троса находится в диапазоне значений амплитуды синусоидальных колебаний уровня (рисунок). На рисунке (позиция a) через $H_{\max}$ обозначена максимальная высота бункера, через H_a — амплитуда колебаний высоты уровня шихты в бункере, через $H_{\text{ср}}$ — среднее за период колебаний значение уровня шихты в бункере.

Датчик уровня ДУ выдает информацию в двоичном коде: если уровень высотой H_0 достигнут, — 1, если не достигнут, — 0. Очевидно,

$$2H_a \leq H_{\max} \quad (1)$$

и

$$H_{01} = H_{\text{ср}} + H_a \sin \omega t_1, \quad (2)$$

где H_{01} — высота уровня в момент времени t_1 ;

ω — круговая частота колебаний, $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$;

T — период колебаний уровня;

t_b — время выдачи уровнемером кода 1;

ΔB — расстояние от конца троса до среднего значения уровня,

$$\Delta B = H_b - H_{\text{ср}}. \quad (3)$$

Из уравнения (2) следует

$$\sin \omega t = \frac{H_0 - H_{\text{ср}}}{H_a}. \quad (4)$$

Подставив $H_{\text{ср}}$ из выражения (3) в (4), получим

$$\sin \omega t = \frac{H_0 + \Delta B - H_b}{H_a}, \quad (5)$$

откуда

$$t = \frac{\arcsin \frac{H_0 + \Delta B - H_b}{H_a}}{\omega}. \quad (6)$$

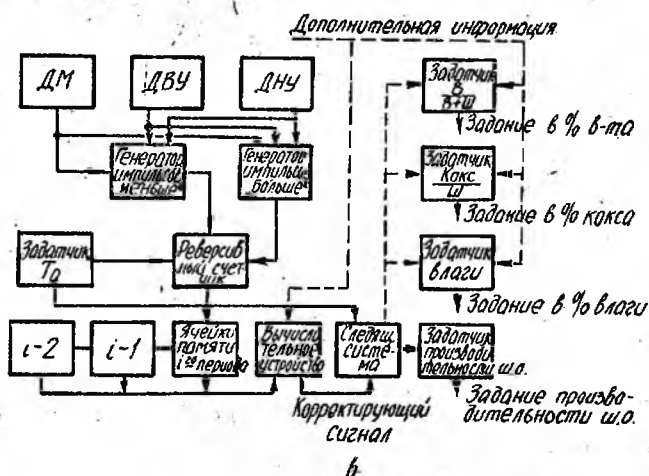
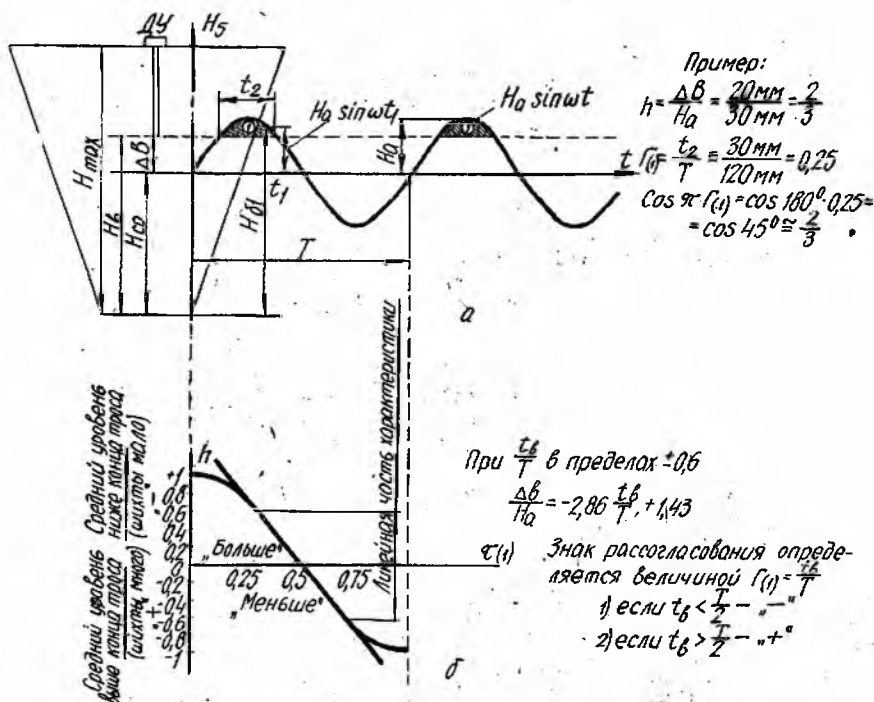
Фиксируя $H_0 = H_{\text{ср}} + \Delta B = H_b$, имеем

$$t = \frac{\arcsin \frac{\Delta B}{H_a}}{\omega}. \quad (7)$$

¹ Работа выполнена под руководством канд. техн. наук А. Г. Астахова.

Выражение (7) дает половину времени выдачи уровнемером кода 0; поэтому

$$t_b = \frac{T}{2} - 2 \frac{\arcsin \frac{\Delta B}{H_a}}{\omega} \quad (8)$$



После несложных преобразований находим

$$\sin \left(\frac{\omega T}{4} - \frac{\omega t_b}{2} \right) = \frac{\Delta B}{H_a} \quad (9)$$

Разложим (9) по формуле разности синусов и получим окончательное соотношение

$$\cos \frac{\omega t_v}{2} = \frac{\Delta B}{H_a}, \quad (10)$$

из которого видно, что при известной амплитуде и частоте колебаний уровня шихты в бункере отклонение среднего уровня от конца троса пропорционально времени выдачи уровнемером кода 1.

Преобразуя (10) далее и вводя относительное отклонение уровня

$$h = \frac{\Delta B}{H_a} \quad (11)$$

и относительное время выдачи кода 1

$$\tau_{(1)} = \frac{t_v}{T}, \quad (12)$$

получим

$$h = \cos \pi \tau_{(1)}. \quad (13)$$

График функции (13) представлен на рисунке (позиция б). Видно, что при $-0,6 < h < +0,6$ (если отклонение среднего уровня H_{cp} от конца троса H_a не превышает 0,6 амплитуды колебаний уровня) зависимость $h = \cos \pi \tau_1$ линейна, а знак отклонения среднего уровня определяется условиями:

а) если $t_v < 0,5 T$, то средний уровень шихты ниже конца троса (шихты мало);

б) если $t_v > 0,5 T$, то средний уровень шихты выше конца троса (шихты много).

Следовательно, время выдачи уровнемером кода 1 может служить импульсом на пропорциональное регулирование, отношение этого времени к периоду колебаний уровня определяет знак рассогласования, а зависимость $h = \cos \pi \tau_1$ может служить статической характеристикой регулятора.

На рисунке (позиция в) представлена структурная схема регулятора, в котором используется указанный способ определения среднего уровня шихты. Схема работает следующим образом. Генераторы импульсов «Меньше» и «Больше» (типа мультивибратора) управляются датчиками верхних уровней (ДВУ), нижних (ДНУ) и агломашин (ДАМ), которые, срабатывая, изменяют частоту следования импульсов генераторов. Реверсивный счетчик (например, типа описанного в работе Я. Е. Беленького¹) определяет величину и знак отклонения среднего уровня. Код, записанный счетчиком, пропорционален времени t_v и, следовательно, отклонению среднего уровня шихты от середины бункера. Счет импульсов ведется непрерывно в течение периода анализа T_0 . По окончании периода анализа данные счетчика записываются в ячейки памяти i -го периода, а находившееся там число проталкивается влево. Скорость движения уровня определяется разностью чисел P в ячейках:

$$\Delta P_i = P_{i-1} - P_i,$$

а ускорение движения — разностью $\Delta P_{i-1} - \Delta P_i$.

Величины скорости и ускорения движения уровня шихты поступают в вычислительное устройство, где находится корректирующий сигнал,

¹ Я. Е. Беленький. Многофазные релаксаторы. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1966.

т. е. необходимое время автоматического перемещения рукоятки задатчика любого типа. Следящая система отрабатывает рассогласование, изменяя задание производительности шихтового отделения и останавливается. Результат в счетчике сбрасывается, счет начинается с началом следующего периода анализа. На рисунке пунктиром показаны возможные корректирующие воздействия второго контура на качественный состав шихты и режим возврата.

По этой структурной схеме разрабатываются принципиальные схемы регуляторов производительности шихтового отделения и корректировки качественного состава шихты в зависимости от эволюции среднего уровня шихты в бункерах спекательного отделения.
