

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НЯКОИ ПАРАМЕТРИ НА СИГНАЛИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА РУДНИЧНИ ПОДЕМНИ УРЕДБИ

Евтим Кърцелин

МГУ "Св. Иван Рилски" 1700, София, E-mail: el_emp@mgu.bg

РЕЗЮМЕ: С използване теорията на спектралния анализ е обоснован и определен един от параметрите на сигнал в дискретна форма за управление на руднични подедни уредби.

Ключови думи: руднична подедна уредба, управление и защита, квант на дискретни сигнали.

DETERMINING SOME SIGNAL PARAMETERS FOR THE MANAGEMENT OF THE MINE HOISTING INSTALLATIONS

Евтим Карцелин

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, email: el_emp@mgu.bg

ABSTRACT: One of the parameters of a signal in a discreet management system of the mine housing installation is grounded and determined to using the theory on the spectral analysis.

Key words: mine hoisting installation, management and protection, quantum of discreet signals

Въведение.

Получаването и преобразуването на информация за движението на подедните съдове по дълбочината на шахтата се явява основно съдържание на процеса за управление на една руднична подедна уредба (РПУ).

Вида на получавания сигнал за местоположението и скоростта на движение на подедния съд може да бъде в дискретна или в аналогова форма. В първия случай сигналът представлява последователност от импулси (по правило електрически), следващи един след друг през определен интервал от време, зависещи от скоростта на движението на подедния съд и приетия квант.

Под квант в разглеждания случай ще се приема пътя, който изменява подедния съд между два съседни импулса.

Във втория получавания сигналът има аналогова (непрекъсната) форма.

За осигуряване на нормално и безопасно протичане на технологичните операции (товарно-разтоварни процеси), нормативните документи регламентира строго изискване към точността на спиране на РПУ, респективно на подедния съд [1].

Изследванията показват [4], че висока точност на спиране на РПУ може да се осигури само при използването на сигнали за управление в дискретна форма.

Една от основните задачи при проектирането на технически средства с използването на сигнали в дискретна форма е свързана с научното обосноваване на стойността на кванта. Намалването стойността на кванта води до усложняване на датчиците за формиране на импулсите, отчитащи изменение на местоположението на подедния съд в шахтата, а също така и до нарастване

броят на елементите в техническите устройства за преобразуване и формиране на управляващите сигнали [4], което пък води до ниска надеждност [5].

За всяко устройство за управление и защита съществува една гранична стойност на кванта, определена от допустимата грешка на неговия изходен сигнал. Стойността на кванта и параметрите на елементите на системата трябва да бъдат така избрани, че да се изключи загубата на информация при нейното формиране и преобразуване, което да бъде причина за изкривяване на изходния сигнал и като резултат, проектиране и използване на технически средства с ниско качество във високоотговорни технологични системи и процеси.

В доклада е показана възможността за използване теорията за спектралния за обосноваване и определяне параметрите на кванта при формирането на дискретни сигнали за целите на управлението и защитата на РПУ.

Известно е, че всяка функция е възможно да бъде представена като сума на тригонометричен ред, т.е. като сума от безкраен брой хармонични колебания [2,3]. Ето защо за теоретично обосноваване критерии за определяне на кванта при формирането на дискретна информация за местоположението на подедния съд по дълбочината на шахтата е възможно да се получи при разглеждане на скоростните диаграми на ПУ като сума от безкраен брой хармонични съставлящи. В този случай скоростната диаграма се представя като една неперидична функция $f(t)$. Анализирайки честотния спектър на тази функция $S(\omega)$ е възможно да се определи граничната стойност на честотата на хармоничния състав, осигуряващи достатъчна точност на апроксимация на тахограмата и на тази основа да се избере кванта за формиране на

информация за местоположението и движението на подземния съд.

**Спектрален анализ на типови скоростни диаграми на руднични подземни уредби.
Симетрична триъгълна скоростна диаграма**

За функцията $f(t)$, имаща формата на равнобедрен триъгълник в литературата [2,3] се привежда следния израз за модула на функцията на спектралната плътност,

$$S(\omega) = \frac{4A}{\omega^2 \tau} \left(1 - \cos \omega \frac{\tau}{2} \right) \quad (1)$$

За симетрична триъгълна форма на скоростната диаграма са общоприети следните означения:

$f(t) = V(t)$ - функция за изменение на скоростта;

$A = V_m$ - максимална стойност на скоростта;

$\tau = \frac{V_m}{d} \cdot 2$ - време за един цикъл;

d - зададена стойност на ускорението.

След заместване на тези общоприети означения във формула (1) се получава следния израз:

$$S(\omega) = \frac{2d}{\omega^2} \left(1 - \cos \frac{\omega V_m}{d} \right) \quad (2)$$

Общоизвестна е следната тригонометрична зависимост

$$\frac{1 - \cos \alpha}{2} = \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

С отчитане на (3) формула (2) се преобразува в следния вид:

$$S(\omega) = \frac{2d}{\omega^2} \sin^2 \frac{\omega V_m}{2d}$$

където: V_m - максимална скорост за движение на подземния съд $m / сек$;

d - ускорение, $m / сек^2$.

Максималната стойност на $S(\omega)$ се получава при $\omega = 0$. Директното заместване на $\omega = 0$ във формула (2) дава неопределеност. За разрешаване на неопределеността се използва правилото на Логитал за израза (2)

$$S(0) = \lim_{\omega \rightarrow 0} [S(\omega)]' = \frac{V_m^2}{d} = H$$

където: H - стойност на пътя при изменение на скоростта по триъгълна скоростна диаграма, m .

Функцията (2) преминава през нулата при следните стойности на аргумента

$$\cos \frac{V_m}{d} \cdot \omega = 1, 0; \quad \frac{V_m}{d} \cdot \omega = 0 + i \cdot 2\pi.$$

Следователно, стойностите на честотата, за които $S(\omega) = 0$ се определят с израза

$$\omega_{oi} = \frac{2\pi d}{V_m} \cdot i \quad (4)$$

където: $i = 1, 2, 3, \dots$ - номер на точките при преминаване през нулата.

Между точките с абциса ω_{oi} върху кривата на спектралната плътност ще се намират точките, в които $S(\omega)$ в екстремалните точки, т.е.

$$S(\omega)_{екстр} = \frac{4d}{\omega^2} \quad (5)$$

Въвежда се коефициент K по следното условие

$$\frac{4d}{\omega^2} = KH \quad (6)$$

За определяне ширината на спектъра ($\omega = 0 \dots \omega_{zp}$)

се приема, че при $K \leq K_{дон}$ стойностите на спектралната плътност е възможно да се пренебрегнат. С отчитане на това условие, изразът за граничната честота ω_{zp} се получава от (7) и има следното аналитично представяне

$$\omega_{zp} = \sqrt{\frac{4d}{K_{дон} H}} = 2 \sqrt{\frac{d}{K_{дон} H}}$$

Ако се приемат следните числени стойности:

$$d = 0,75 \text{ м / сек}^2;$$

$$H = 30 \text{ м};$$

$$K_{дон} = 0,01,$$

за ω_{zp} се получава следната стойност

$$\omega_{zp} = 2 \sqrt{\frac{0,75}{0,01 \cdot 30}} = 3,16 \text{ рад / сек}.$$

$$f_{zp} = \frac{\omega_{zp}}{2\pi} = 0,5 \text{ Hz} \quad (8)$$

Следователно, при симетрична триъгълна скоростна диаграма с параметри: $d = 0,75 \text{ м / сек}^2$ и $H = 30 \text{ м}$, граничната честота на спектъра е по-малка от $0,5 \text{ Hz}$.

Симетрична трапецовидна скоростна диаграма на руднична подемна уредба

За функцията $f(t)$, имаща симетрична трапецовидна форма в литературата [2,3] се привежда следния израз за функцията на спектралната плътност

$$S(\omega) = \frac{2A}{\epsilon - d} \cdot \frac{\cos d\omega - \cos \epsilon\omega}{\omega^2} \quad (9)$$

За симетрична трапецовидна форма на скоростната диаграма на РПУ са приети следните означения и изрази:

$$A = V_m; \quad \epsilon - d = \frac{V_m}{\alpha}$$

$$\epsilon = \frac{H}{2V_m} + \frac{V_m}{2d}$$

$$d = \frac{H}{2V_m} + \frac{V_m}{2d} - \frac{V_m}{d} = \frac{H}{2V_m} - \frac{V_m}{2d}$$

След заместване на тези общоприети означения за симетрична трапецовидна форма на скоростната диаграма на РПУ в (9) се получава следния израз за функцията на спектралната плътност

$$S(\omega) = \frac{2d}{\omega^2} \left(\cos \frac{Hd - V_m^2}{2V_md} \omega - \cos \frac{Hd + V_m^2}{2V_md} \omega \right) \quad (10)$$

където: H - пътя, който изминава подемния съд при изменение на скоростта му по трапецовидна скоростна диаграма.

Максималната стойност на $S(\omega)$ се получава по $\omega = 0$ при израза:

$$S(0) = \lim_{\omega \rightarrow 0} [S(\omega)]' = H$$

Стойностите на спектралната плътност в експерименталните точки (когато стойността на израза в скобите на 10 е ~ 2) се изчисляват по формулата

$$S(\omega)_{екст} \cong \frac{4d}{\omega^2}$$

Получената формула съвпада с формулата за симетрична триъгълна скоростна диаграма на РПУ. Следователно и при симетрична трапецовидна форма на скоростната диаграма за определяне на граничната честота е допустимо използването на израза (8). Анализът показва, че за трапецовидна скоростна диаграма ω_{zp} е винаги по-малка в сравнение с граничната честота при триъгълна форма на скоростната диаграма при едни и същи параметри на d и V_m , тъй като височината на подема ще бъде винаги по-голяма.

Изводи:

1. Основен технически показател на системата за формиране и преобразуване на информацията за местоположението на подемания съд по дълбочината на шахтата се явява стойността на кванта за измерване на пътя.
2. Спектралният анализ на типови скоростни диаграми на РПУ показва, че тези диаграми имат гранична честота на спектъра, по-малка от $0,5 \text{ Hz}$.

Литература

1. Правилник по безопасността на труда в подземните въглищни рудници (В-01-01-01), Том 1 и 2, София, 1992.
2. Харкевич А.А. Спектры и анализ. М., Физматлит, 1962.
3. Лахти Б.П. Системы передачи информации, М., Связь, 1971.
4. Катомеков В.Е. и др. Применение микро-ЭВМ для управления автоматизированными электроприводами шахтного подъема. Обзор, ЦНИЭИУГОЛЬ, М., 1985.
5. Макаров М.И., Кърцелин Е.Р. Надежность шахтных подъемных установок, ДОНГТУ, Донецк, 1996.
6. Динкель А.Д. и др. Тиристорный электропривод рудничного подъема. М., Недра, 1977.

Препоръчана за публикуване от катедра "Електрификация на минното производство", МЕМФ