



КВАЗИРЕЗОНАНС В ДВУХВХОДОВЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ

Б.А.Перминов, В.Б.Перминов, З.Х.Ягубов*, И.А.Дементьев

Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

Quasiresonance in Dual-Inputs Control Systems of Drilling Parameters

B.A.Perminov, V.B.Perminov, Z.H.Yagubov, I.A.Dementiev

Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia

Abstract

In the work the analysis of the frequency characteristics of the measuring channels of a dual-input control system, and general frequency characteristics on example a dual input control system of dynamic increment of torque. The article shows that in mode of quasiresonance, the imaginary component of the frequency function becomes zero. This leads to the exclusion of the amplitude-frequency and phase-frequency distortions in the measurement channel. The calculation of the logarithmic amplitude-frequency characteristics of the entire system in mode of quasiresonance showed a complete absence of frequency distortion in a dual-input control system of dynamic increment of torque. Considered experimental logarithmic amplitude-frequency and phase-frequency characteristics in the absence of quasiresonance and if it in one of the measurement channels. It is shown that at frequencies less than resonance, the phase shift and amplitude of frequency distortion have positive values, while at frequencies above resonance – negative. The article presents the results of tests of a prototype of a dual input control system parameters torque on experimental wells in the company «Eltech», Usinsk, Komi Republic.

Keywords:

Dual-input control system;
Quasiresonance;
Measuring channel;
Variational structure;
Frequency characteristics;
Frequency distortion.

© 2016 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Структура двухвходовых систем контроля определяется двумя каналами измерения, выходы которых подключаются к функциональному блоку, выполняющему ту или иную функциональную операцию между результатами двух отдельных измерений. Наиболее целесообразно использование двухвходовых систем контроля для целей измерения крутящих моментов. В этом случае в качестве функционального блока используется блок деления одного результата измерения (мощности) на другой (угловую скорость вращения выходного вала привода). Каналы измерения системы представляют собой вариационные структуры [1], выполненные в виде апериодических звеньев с встречно параллельным их включением (рис.1).

На выходе блока деления с функционального блока имеем динамическое приращение крутящего момента, определяемое отношением:

$$\Delta M = \frac{\Delta N}{\Delta \omega}$$

где ΔN – динамическое приращение мощности двигателя привода бурильной колонны;

$\Delta \omega$ – динамическое приращение угловой скорости на выходном валу привода.

Передающие функции каналов измерения двухвходовой системы контроля параметров бурения определяются передающими функциями вариационных структур этих каналов [2]:

$$W_N(p) = \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1) \cdot p}{T_1 \cdot T_2 \cdot p^2 + (T_1 + T_2) \cdot p + 1} \quad (1)$$

$$W_\omega(p) = \frac{k_\omega \cdot (T_4 - T_3) \cdot p}{T_3 \cdot T_4 \cdot p^2 + (T_3 + T_4) \cdot p + 1} \quad (2)$$

где $W_N(p)$ – передаточная функция вариационной структуры канала измерения мощности;

k_N – статический коэффициент передачи вариационной структуры канала измерения мощности;

T_1, T_2 – постоянные времени вариационной структуры канала измерения мощности;

$W_\omega(p)$ – передаточная функция канала измерения угловой скорости;

k_ω – статический коэффициент передачи вариационной структуры канала измерения угловой скорости;

*E-mail: zyagubov@ugtu.net

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20170400327>

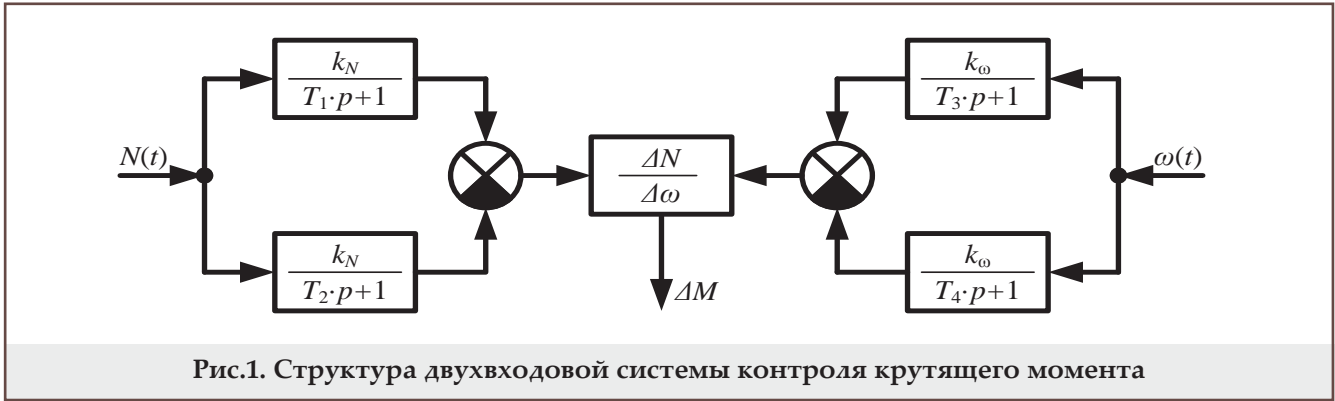


Рис.1. Структура двухвходовой системы контроля крутящего момента

T_3, T_4 – постоянная времени апериодических звеньев вариационной структуры канала измерения угловой скорости;

p – оператор Лапласа.

Учитывая функциональное преобразование выходных величин каналов измерения общая передаточная функция системы записывается в виде [2]:

$$W(p) = \frac{W_N(p)}{W_\omega(p)} = \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1)}{k_\omega \cdot (T_4 - T_3)} \times \frac{T_3 \cdot T_4 \cdot p^2 + (T_3 + T_4) \cdot p + 1}{T_1 \cdot T_2 \cdot p^2 + (T_1 + T_2) \cdot p + 1} \quad (3)$$

Следует отметить отсутствие оператора Лапласа p в числителе передаточной функции (3), что говорит о том, что свойство дифференцирования присущее каналам измерения по передаточным функциям 1 и 2 в общей структуре средства измерения теряется. Отсюда, выходная координата блока деления будет определяться статическими (установившимися) значениями

параметров: $\Delta M = \frac{\Delta N}{\Delta \omega}$, что является важнейшим

преимуществом вариационных структур.

Частотные функции каналов измерения могут быть получены на базе передаточных функций (1, 2) этих каналов с использованием преобразования Фурье [3,4]:

$$W_N(j \cdot \omega) = \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1) \cdot j \cdot \omega}{T_1 \cdot T_2 \cdot (j \cdot \omega)^2 + (T_2 + T_1) \cdot j \cdot \omega + 1} = \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1) \cdot (T_2 + T_1) \cdot \omega^2}{(1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)^2 + (T_2 + T_1)^2 \cdot \omega^2} + j \cdot \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1) \cdot \omega \cdot (1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)}{(1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)^2 + (T_2 + T_1)^2 \cdot \omega^2} \quad (4)$$

$$W_\omega(j \cdot \omega) = \frac{k_\omega \cdot (T_4 - T_3) \cdot j \cdot \omega}{T_1 \cdot T_2 \cdot (j \cdot \omega)^2 + (T_2 + T_1) \cdot j \cdot \omega + 1} = \frac{k_\omega \cdot (T_4 - T_3) \cdot (T_4 + T_3) \cdot \omega^2}{(1 - T_4 \cdot T_3 \cdot \omega^2)^2 + (T_4 + T_3)^2 \cdot \omega^2} + j \cdot \frac{k_\omega \cdot (T_4 - T_3) \cdot \omega \cdot (1 - T_4 \cdot T_3 \cdot \omega^2)}{(1 - T_4 \cdot T_3 \cdot \omega^2)^2 + (T_4 + T_3)^2 \cdot \omega^2} \quad (5)$$

где $W_N(j \cdot \omega)$ – частотная функция канала измере-

ния мощности системы контроля параметров;

$W_\omega(j \cdot \omega)$ – частотная функция канала измерения угловой скорости выходного вала;

$$\text{Re}_N(\omega) = \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1) \cdot (T_2 + T_1) \cdot \omega^2}{(1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)^2 + (T_2 + T_1)^2 \cdot \omega^2}$$

– вещественная часть частотной функции канала измерения мощности двигателя привода;

$$\text{Re}_\omega(\omega) = \frac{k_\omega \cdot (T_4 - T_3) \cdot (T_4 + T_3) \cdot \omega^2}{(1 - T_4 \cdot T_3 \cdot \omega^2)^2 + (T_4 + T_3)^2 \cdot \omega^2}$$

– вещественная часть частотной функции канала измерения угловой скорости;

$$\text{Im}_N(\omega) = \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1) \cdot \omega \cdot (1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)}{(1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)^2 + (T_2 + T_1)^2 \cdot \omega^2}$$

– мнимая составляющая частотной функции канала измерения мощности;

$$\text{Im}_\omega(\omega) = \frac{k_\omega \cdot (T_4 - T_3) \cdot \omega \cdot (1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)}{(1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)^2 + (T_2 + T_1)^2 \cdot \omega^2}$$

– мнимая составляющая частотной функции канала измерения угловой скорости;

$j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица;

ω – текущее значение частоты измеряемых воздействий.

Частотные характеристики каналов измерения на базе частотных функций (4, 5) запишутся в виде [5]:

$$A_N(\omega) = \sqrt{(\text{Re}_N(\omega))^2 + (\text{Im}_N(\omega))^2} \quad (6)$$

$$A_\omega(\omega) = \sqrt{(\text{Re}_\omega(\omega))^2 + (\text{Im}_\omega(\omega))^2} \quad (7)$$

$$\varphi_N(\omega) = \text{arctg} \frac{\text{Im}_N(\omega)}{\text{Re}_N(\omega)} \quad (8)$$

$$\varphi_\omega(\omega) = \text{arctg} \frac{\text{Im}_\omega(\omega)}{\text{Re}_\omega(\omega)} \quad (9)$$

где $A_N(\omega)$ – амплитудо-частотная характеристика канала измерения мощности;

$A_\omega(\omega)$ – амплитудо-частотная характеристика канала измерения угловой скорости;

$\varphi_N(\omega)$ – фазо-частотная характеристика канала измерения мощности;

$\varphi_\omega(\omega)$ – фазо-частотная характеристика канала измерения угловой частоты.

При анализе мнимых составляющих частотных функций можно сделать вывод, что при

равенстве $T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2 = 1$ и $T_3 \cdot T_4 \cdot \omega^2 = 1$ мнимые составляющие частотных функций обращаются в ноль. Назовем это событие квазирезонансом каналов измерения при котором:

$$\text{Im}_N(\omega) = \frac{k_N \cdot (T_2 - T_1) \cdot \omega \cdot (1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)}{(1 - T_1 \cdot T_2 \cdot \omega^2)^2 + (T_2 + T_1)^2 \cdot \omega^2} = 0 \quad (10)$$

$$\text{Im}_\omega(\omega) = \frac{k_\omega \cdot (T_4 - T_3) \cdot \omega \cdot (1 - T_4 \cdot T_3 \cdot \omega^2)}{(1 - T_4 \cdot T_3 \cdot \omega^2)^2 + (T_4 + T_3)^2 \cdot \omega^2} = 0 \quad (11)$$

Этому событию соответствуют частоты, равные:

$$\omega_{01} = \frac{1}{\sqrt{T_1 \cdot T_2}} \quad (12)$$

$$\omega_{02} = \frac{1}{\sqrt{T_3 \cdot T_4}} \quad (13)$$

где ω_{01} – частота квазирезонанса канала измерения мощности;

ω_{02} – частота квазирезонанса канала измерения угловой скорости.

Учитывая (10, 11) для частотных характеристик вариационных структур каналов измерения можно записать:

$$\begin{aligned} A_N(\omega) &= \sqrt{(\text{Re}_N(\omega))^2 + (\text{Im}_N(\omega))^2} = \\ &= \text{Re}_N(\omega) = k_N \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_2 + T_1} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} A_\omega(\omega) &= \sqrt{(\text{Re}_\omega(\omega))^2 + (\text{Im}_\omega(\omega))^2} = \\ &= \text{Re}_\omega(\omega) = k_\omega \cdot \frac{T_4 - T_3}{T_4 + T_3} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\varphi_N(\omega) = \arctg \frac{\text{Im}_N(\omega)}{\text{Re}_N(\omega)} = 0$$

$$\varphi_\omega(\omega) = \arctg \frac{\text{Im}_\omega(\omega)}{\text{Re}_\omega(\omega)} = 0$$

Согласно выражениям (14) и (15) можно записать логарифмическую амплитудно-частотную характеристику каналов измерения:

$$L_N(\omega) = 20 \cdot \lg k_N + 20 \cdot \lg(T_2 - T_1) - 20 \cdot \lg(T_2 + T_1) \quad (16)$$

$$L_\omega(\omega) = 20 \cdot \lg k_\omega + 20 \cdot \lg(T_4 - T_3) - 20 \cdot \lg(T_4 + T_3) \quad (17)$$

Амплитудно-частотная характеристика двухвходовой системы контроля с учетом функционального блока деления на выходе примет вид:

$$A(\omega) = \frac{A_N(\omega)}{A_\omega(\omega)} = \frac{k_N}{k_\omega} \cdot \frac{(T_2 - T_1) \cdot (T_4 + T_3)}{(T_2 + T_1) \cdot (T_4 - T_3)} \quad (18)$$

Отсюда, логарифмическая амплитудно-частотная характеристика:

$$\begin{aligned} L_N(\omega) &= 20 \cdot \lg A_N(\omega) - 20 \cdot \lg A_\omega(\omega) = \\ &= 20 \cdot \lg k_N + 20 \cdot \lg(T_2 - T_1) - 20 \cdot \lg(T_2 + T_1) - \\ &- 20 \cdot \lg k_\omega - 20 \cdot \lg(T_4 - T_3) + 20 \cdot \lg(T_4 + T_3), \end{aligned} \quad (19)$$

т.е. уровень амплитудно-частотной характеристики от частоты не зависит, и характеристика имеет вид прямой параллельной оси частот с уровнем равным выражению (19).

Для фазо-частотной характеристики системы в целом справедливо:

$$\varphi(\omega) = \varphi_N(\omega) - \varphi_\omega(\omega) = 0.$$

Рассмотрим конкретный пример квазирезонанса в двухвходовой системе контроля параметров бурения. При этом будем считать, что частота квазирезонанса для обоих каналов измерения одинакова, т.е.

$$\omega_{01} = \omega_{02} = \omega_0$$

Для выполнения этого условия необходимо соблюдение равенства:

$$\frac{1}{\sqrt{T_1 \cdot T_2}} = \frac{1}{\sqrt{T_3 \cdot T_4}}$$

Наиболее рациональным значением для постоянных времени апериодических звеньев канала измерения мощности двигателя привода бурильной колонны будут значения, определяемые инерционными свойствами этого двигателя [2,5]. Исходя из условия максимальной эффективности канала измерения и учитывая инерционность процесса измерения [6,7] определим значение постоянной времени первого апериодического звена порядка 0.1 секунды, т.е. $T_1 = 0.1$ с. Из условия оптимальных соотношений постоянных времени апериодических звеньев вариационной структуры выберем это соотношение [2,4] равным 0.1, т.е. $T_1/T_2 = m = 0.1$. Отсюда, постоянная времени второго апериодического звена равна $T_2 = 1$ с. Найдем частоту квазирезонанса вариационной структуры канала измерения мощности:

$$\omega_{01} = \frac{1}{\sqrt{T_1 \cdot T_2}} = \frac{1}{\sqrt{0.1 \cdot 1}} = 3.162 \text{ c}^{-1}$$

Учитывая условия равенства частот:

$$\omega_{02} = \frac{1}{\sqrt{T_3 \cdot T_4}} = 3.162 \text{ c}^{-1}$$

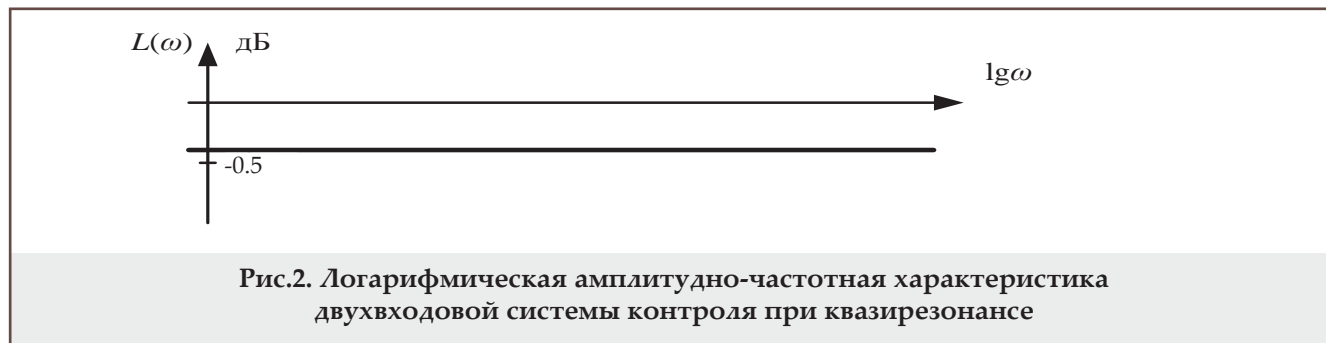
Для канала измерения угловой скорости вала привода согласно [3] оптимальным значением постоянной времени первого апериодического звена вариационной структуры является значение 0.05 секунды, т.е. $T_3 = 0.05$ с. Из соотношения равенств частот квазирезонанса каналов измерения находим значение второй постоянной времени $T_4 = 2$ с.

Запишем логарифмическую амплитудно-частотную характеристику системы контроля для данных численных значений постоянных времени:

$$\begin{aligned} L_N(\omega) &= 20 \cdot \lg k_N + 20 \cdot \lg(0.9) - 20 \cdot \lg(1.1) - \\ &- 20 \cdot \lg k_\omega - 20 \cdot \lg(1.95) + 20 \cdot \lg(2.05) = \\ &= 20 \cdot \lg k_N - 20 \cdot \lg k_\omega - 1.309 \end{aligned}$$

Так как согласно [8] статические коэффициенты передачи каналов измерения приближаются к единице, $k_N \approx 1$; $k_\omega \approx 0.9$, то $20 \cdot \lg k_N - 20 \cdot \lg k_\omega = 0.915$. Отсюда, уровень $L_N(\omega) = -0.393$ дБ, т.е. ЛАЧХ пройдет на уровне -0.393 дБ параллельно оси частот (рис.2).

Из проведенного анализа следует, что в режиме квазирезонанса двухвходовые системы контроля параметров не вносят ни амплитудно-частотных, ни фазо-частотных искажений в сигнал измеряемой информации. Следовательно, двухвходовые системы, как средства измерения, могут быть с успехом использованы для компен-



сации автоколебаний методом противофазного управления (способ Ягубова-Перминова [8]).

На рисунке 3 приведены логарифмические амплитудно-частотные характеристики двухвходовой системы контроля при отсутствии квазирезонанса совместного для обоих каналов измерения, т.е. $\omega_{01} \neq \omega_{02}$, при этом, максимальный всплеск искажений наблюдается при коэффициенте отношения постоянных времени $T_1/T_2=m=0.1$ с последующим затуханием коэффициента передачи на 2.0 дБ. Амплитудно-частотные искажения определяются параметрами настройки T_1 ; T_2 ; T_3 ; T_4 , которые определяют диапазон частот наступления квазирезонанса в первом или втором каналах $\Delta\Omega = \omega_2 - \omega_1$.

Соответствия цветов характеристик и параметров звеньев приведены в таблице 1.

Таким образом, использовать двухвходовую

систему контроля в этом частотном диапазоне нельзя из-за существенных частотных искажений.

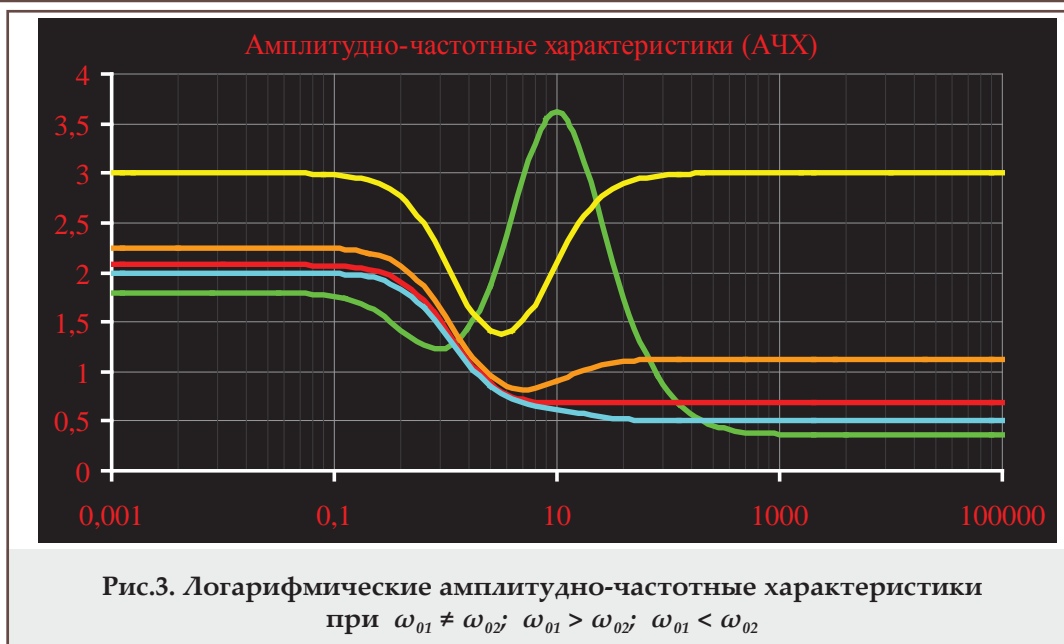
На рисунке 4 приведены логарифмические фазочастотные характеристики двухвходовой системы контроля при несовпадении частот квазирезонанса измерительных каналов. Из анализа следует, что с увеличением неравенства $\omega_{01} > \omega_{02}$ вносится положительный фазный сдвиг, достигающий значений близких к 90° . При уменьшении этого неравенства и при $\omega_{01} < \omega_{02}$ меняется полярность фазного угла.

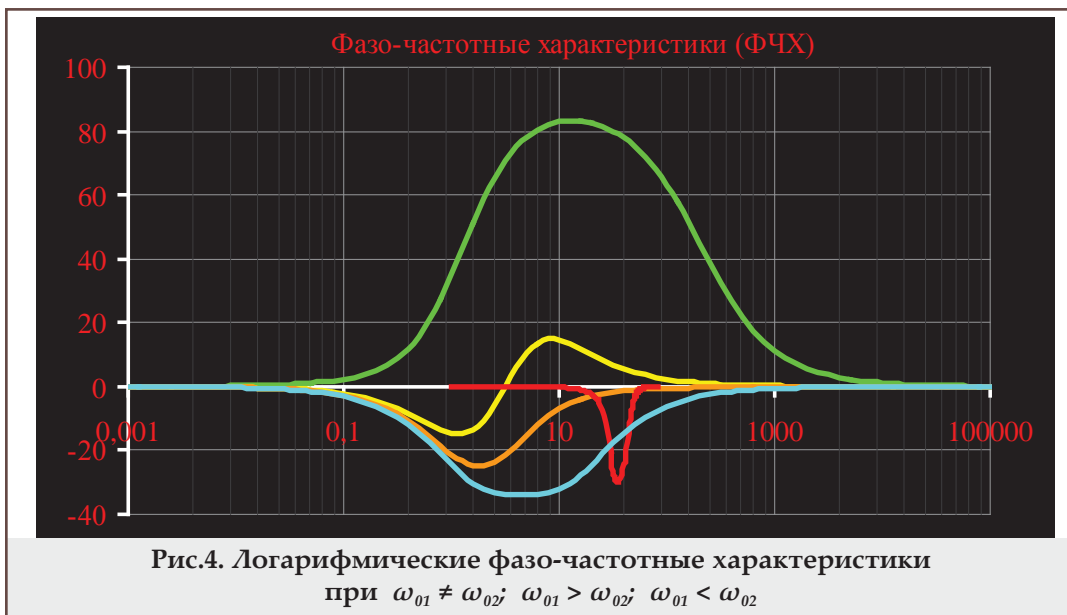
Двухвходовая система контроля параметров крутящего момента была реализована на базе типового контроллера в программу которого введена структурная модель измерителя на вариационных структурах (рис.5). Испытания системы контроля проводились на экспериментальной скважине фирмы «Элтех» в г. Усинск,

Таблица 1

Соответствия цветов характеристик и параметров звеньев

Параметры звеньев:					
k_1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
T_1	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
T_2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
k_2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
T_3	1.000	0.200	0.100	0.067	0.050
T_4	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500

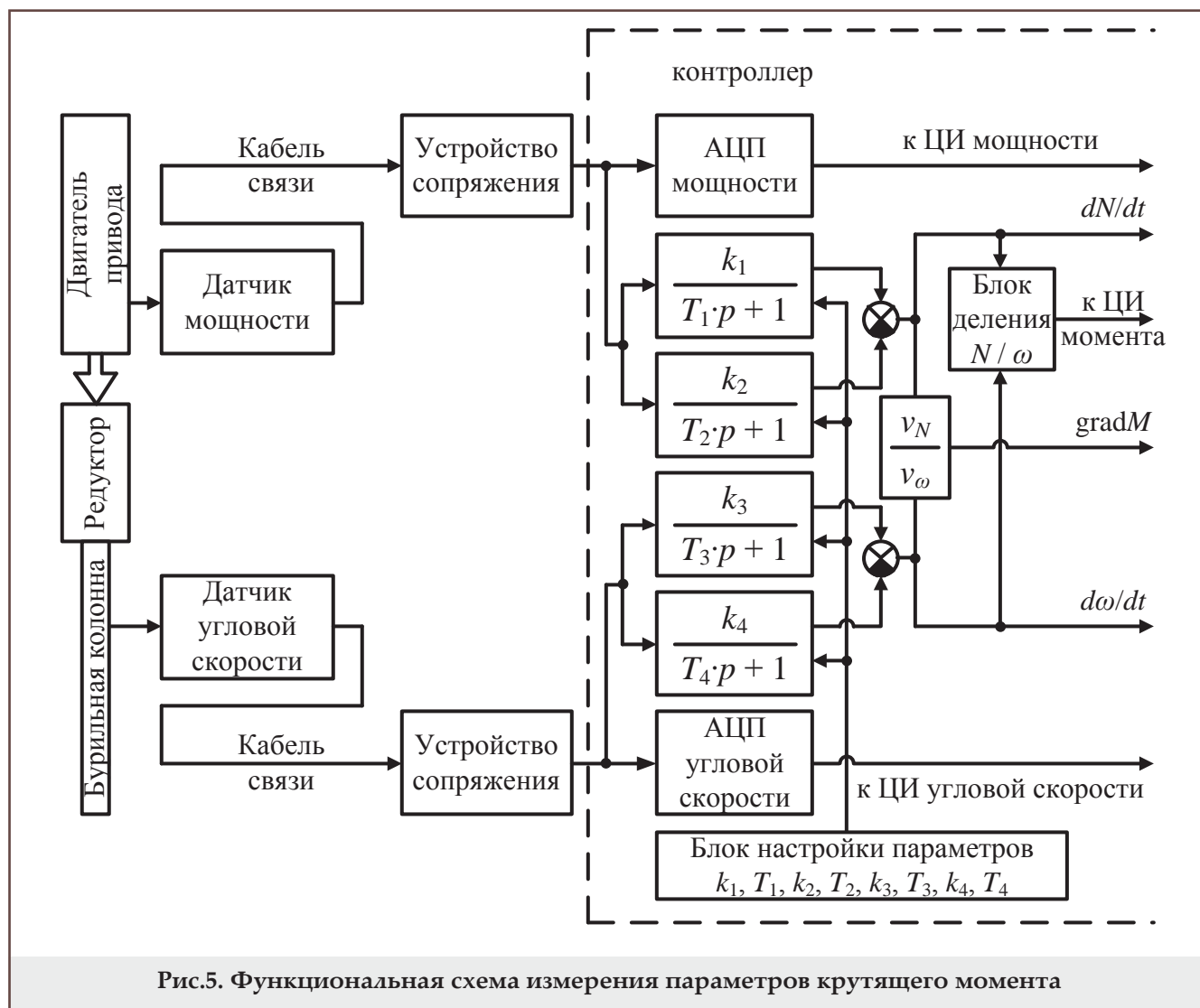




Республика Коми. В качестве привода применяется двигатель постоянного тока независимого возбуждения ПС-152-8К. Данные измерений соответствуют измерениям на глубинах 2000-3000 м при осевых нагрузках 120 кН, 140 кН, 160 кН, 180 кН.

Система измерения содержит измерительные

датчики мощности, тип которых определяется видом применяемого двигателя привода буровой колонны. Так как в качестве двигателя привода применяется электродвигатель постоянного тока, то датчиками мощности было целесообразно взять совокупность измерительных трансформаторов датчиков тока (ДТ) и напряжения



(ДН) типа ДТХ и ДНХ, нормированные выходные напряжения которых подавались через кабель связи и устройство сопряжения на входной портал блока умножения аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) мощности. Устройство сопряжения реализовано в виде операционного усилителя сопряжения с регулируемым коэффициентом усиления для изменения масштаба измеряемой величины.

В качестве измерительного датчика угловой скорости вала привода использовался тахогенератор типа ТГХ с функцией преобразователя вида:

$$U_{\text{вых}} = F(\omega)$$

где $U_{\text{вых}}$ – выходные напряжения тахогенератора;
 ω – угловая скорость вала привода.

На рисунке:

$$\frac{k_1}{T_1 \cdot p + 1} \text{ – 1-е апериодическое звено вариационной структуры канала измерения мощности;}$$

ной структуры канала измерения мощности;

$$\frac{k_2}{T_2 \cdot p + 1} \text{ – 2-е апериодическое звено вариационной структуры канала измерения мощности;}$$

ной структуры канала измерения мощности;

$$\frac{k_3}{T_3 \cdot p + 1} \text{ – 1-е апериодическое звено вариационной структуры канала измерения угловой скорости;}$$

ной структуры канала измерения угловой скорости;

$$\frac{k_4}{T_4 \cdot p + 1} \text{ – 2-е апериодическое звено вариационной структуры канала измерения угловой скорости.}$$

Сигналы с АЦП мощности и угловой скорости одновременно подаются на вход моделей вариационных структур канала измерения мощности и угловой скорости, а также к цифровым измерителям этих величин и на дисплей контроллера. Для настройки квазирезонанса в

контроллер введён блок настройки параметров вариационных структур каналов измерения $k_1, T_1, k_2, T_2, k_3, T_3, k_4, T_4$.

Выходные сигналы вариационных структур каналов измерения мощности и угловой скорости поступают на входы блока деления, цифровой измеритель и дисплей контроллера, на котором отражаются в реальном времени динамические изменения мощности, угловой скорости и крутящего момента.

На рисунке 6 приведена осциллограмма мощности двигателя привода бурильной колонны на дисплее контроллера при осевой нагрузке, равной 120 кН. Данная нагрузка не является критической для глубин проходки скважины 2000-3000 м, т. е. потери геометрической устойчивости колонны труб не происходит. Мощность двигателя привода при этом не изменяется и определяется установившимся значением.

На рисунке 7 приведена осциллограмма мощности двигателя привода бурильной колонны при осевой нагрузке 160 кН, при которой нарушается геометрическая устойчивость колонны бурильных труб и образуется изгибная полуволна, что приводит к возникновению биения, перерастающих в релаксационные колебания. Наличие релаксационных колебаний приводит к существенному увеличению отбора мощности, что приводит к возникновению автоколебаний двигателя [8].

Осциллограмма на рисунке 7 отражает возникновение автоколебаний мощности двигателя привода бурильной колонны в квазирезонансном режиме работы каналов измерения, что полностью устраняет частотные и фазные искажения процесса измерения.

На рисунке 8 приведена осциллограмма мощности при тех же параметрах бурения в диапазоне частот, отличных от квазирезонанса канала измерения.

Выводы:

1. При квазирезонансе в обоих каналах измерения двухвходовой системы контроля полностью устраняются амплитудно-частотные и фазо-частотные искажения.
2. Двухвходовая система контроля в режиме квазирезонанса может быть с успехом использована как средство выделения гармонической составляющей мощности при измерении её динамических приращений.
3. Получение режима квазирезонанса в двухвходовой системе контроля не составляет значительных затруднений и может быть получено путем изменения параметров настройки апериодических звеньев вариационных структур.



Рис.6. Осциллограмма мощности при осевой нагрузке 120 кН



Рис.7. Осциллограмма мощности при осевой нагрузке 160 кН



Рис.8. Осциллограмма динамического приращения крутящего момента при осевой нагрузке 160 кН в диапазоне частот каналов измерения мощности и угловой скорости, отличных от частоты квазирезонанса

Литература

1. Б.А.Перминов, В.Б.Перминов, З.Х.Ягубов, А.Е.Лапин. Анализ вариационной структуры динамического измерителя градиента крутящего момента //Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. –2015. –№9. –С.10-14.
2. Б.А.Перминов, В.Б.Перминов, З.Х.Ягубов и др. Особенности измерения крутящих моментов с использованием вариационных структур //Инженер-нефтяник. –2016. –№2. –С.38-42.
3. Б.А.Перминов, В.Б.Перминов, И.А.Деметьев, Е.В.Тетеревлёва. Частотные искажения при изменении градиента крутящего момента вариационной структуры //Инженер-нефтяник. –2016. –№1. –С.33-39.
4. N.D.Tshadaya, B.A.Perminov, V.B.Perminov, et al. Frequency characteristics of a variational structure of measurer of a torque //The International Science-Technical Journal HERALD of the Azerbaijan Engineering Academy. –2016. –Vol. 8. –№1. –P. 52-62.
5. B.A.Perminov, V.B.Perminov, Z.H.Yagubov, E.Z.Yagubov. Ratio of indicators in the system «drill string – drive» //The International Science-Technical Journal HERALD of the Azerbaijan Engineering Academy. –2016. –Vol. 8. –№ 3. –P. 63-73.
6. О.А.Абдукамалов, Л.Н.Серебрякова, А.Р.Тастемиров. Опыт применения технологии воздействия ударно-волновой обработки на призабойную зону нагнетательных скважин на месторождениях Западного Казахстана // SOCAR Proceedings. –2017. –№ 1. –С. 62-65.
7. Э.М.Аббасов, Н.А.Агаева. Распространение упругих волн, создаваемых в жидкости, с учетом динамической связи системы пласт-скважина //SOCAR Proceedings. –2014. –№ 1. –С.77-84.
8. З.Х.Ягубов, Б.А.Перминов, В.Б.Перминов, С.В.Полетаев. Способ управления процессом бурения и система для его осуществления. Патент РФ № 2569656, 2015.

References

1. B.A.Perminov, V.B.Perminov, Z.Kh.Yagubov, A.E.Lapin. Coordination of inertial properties of a variation pattern of torque moment gradient measurement with drilling control system //Construction of Oil and Gas Wells on-Land and off-Shore. – 2015. – No. 9. – P. 10-14.
2. B.A.Perminov, V.B.Perminov, Z.H.Jagubov, et al. Features measurement of torque using variational structures //Oil Engineer. –2016. –No. 2. –P.38-42.
3. B.A.Perminov, V.B.Perminov, Z.H.Jagubov, I.A.Dement'ev, E.V.Teterevljova. Frequency distortions while the gradient of the torque variation patterns changes //Oil Engineer. –2016. –No. 1. –P. 33-39.
4. N.D.Tshadaya, B.A.Perminov, V.B.Perminov, et al. Frequency characteristics of a variational structure of measurer of a torque //The International Science-Technical Journal HERALD of the Azerbaijan Engineering Academy. –2016. –Vol. 8. –№1. –P. 52-62.
5. B.A.Perminov, V.B.Perminov, Z.H.Yagubov, E.Z.Yagubov. Ratio of indicators in the system «drill string – drive» //The International Science-Technical Journal HERALD of the Azerbaijan Engineering Academy. –2016. –Vol. 8. –№ 3. –P. 63-73.
6. O.A.Abdukamalov, L.N.Serebryakova, A.R.Tastemirov. Experience of shock action for bottomhole zone treatment of injection wells in the fields of Western Kazakhstan //SOCAR Proceedings. –2017. –No. 1. –P. 62-65.
7. E.M.Abbasov, N.A.Agaeva. Propagation of the constructed of pressure waves in fluid with the account dynamic connection of system the well-formation //SOCAR Proceedings. –2014. –No. 1. – P.77-84.
8. Z.Kh.Jagubov, B.A.Perminov, V.B.Perminov, S.V.Poletaev. Method of drilling control, and system for its implementation. RU Patent № 2569656, 2015.

Квазирезонанс в двухходовых системах контроля параметров бурения

Б.А.Перминов, В.Б.Перминов, З.Х.Якубов, И.А.Дементьев
Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

Реферат

В работе проведен анализ частотных характеристик каналов измерения двухходовой системы контроля и общих частотных характеристик на примере двухходовой системы контроля динамического приращения крутящего момента. Показано, что в режиме квазирезонанса, мнимая составляющая частотной функции обращается в ноль. Это приводит к исключению амплитудно-частотных и фазо-частотных искажений в канале измерения. Проведенный расчет логарифмической амплитудно-частотной характеристики всей системы в режиме квазирезонанса показал полное отсутствие частотных искажений в двухходовой системе контроля динамического приращения крутящего момента. Рассмотрены экспериментальные логарифмические амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики при отсутствии квазирезонанса и при его наличии в одном из каналов измерения. Показано, что при частотах меньше резонансных, фазный сдвиг и амплитуда частотных искажений имеют положительные значения, а при частотах больше резонансных – отрицательные. Приведены результаты испытаний опытного образца двухходовой системы контроля параметров крутящего момента на экспериментальной скважине фирмы «Элтех» в г. Усинск, Республика Коми.

Ключевые слова: двухходовая система; квазирезонанс; канал измерения; вариационная структура; частотные характеристики; частотные искажения.

Qazıma parametrlərinin ikigirişli nəzarət sistemlərində kvazirezonans

B.A.Perminov, V.B.Perminov, Z.X.Yaqubov, İ.A.Dementev
Uxta Dövlət Texniki Universiteti, Uxta, Rusiya

Xülasə

Məqalədə burucu momentin dinamik artımına ikigirişli nəzarət sisteminin təmsalında ikigirişli nəzarət sisteminin ölçü kanallarının tezlik xarakteristikalarının və ümumi tezlik xarakteristikalarının analizi keçirilmişdir. Göstərilmişdir ki, kvazirezonans rejimində tezlik funksiyasının xəyali kəmiyyəti sıfıra çevrilir. Bu, ölçü kanalında amplituda-tezlik və fazo-tezlik təhriflərinin istisnasına gətirib çıxarır. Sistemin loqarifmik amplituda-tezlik xarakteristikasının kvazirezonans rejimində aparılan hesablaması burucu momentin dinamik artımına ikigirişli nəzarət sistemində tezlik təhriflərinin tamamilə olmadığını göstərmişdir. Ölçü kanallarının birində kvazirezonansın mövcud olmadığı və olduğu hallarda eksperimental loqarifmik amplituda-tezlik və fazo-tezlik xarakteristikalarına baxılmışdır. Göstərilmişdir ki, rezonansdan kiçik tezliklərdə tezlik təhriflərinin faza sürüşməsi və amplitudası müsbət, rezonansdan böyük tezliklərdə isə mənfi qiymətlərə malik olur. Komi Respublikasının Usinsk şəhərində eksperimental quyuda «Eltex» firmasının burucu momentin dinamik artımına ikigirişli nəzarət sisteminin təcrübə nümunəsinin sınaqlarının nəticələri göstərilmişdir.

Açar sözlər: ikigirişli sistem; kvazirezonans; ölçü kanalı; dəyişən (variasiya edən) struktur; tezlik xarakteristikaları, tezlik təhrifləri.