

НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВЕ ОБЛАДНАННЯ

УДК 621.01; 622.245

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ПРИВОДА БУРОВОГО ВЕРСТАТА НА ПРИНЦИПІ АДАПТАЦІЇ

В.О. Воробйова, М.С. Воробйов

ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел. (03422) 42342

Рассматриваются основы структурного синтеза саморегулируемого привода роторного бурильного станка. Указываются его преимущества, в том числе и перед бурильными станками с автоматической системой управления режимом бурения.

The structuracsynthesis basis for selfregulating drive of rotary drilling rig is proposed. The advantages of this rig is showin in comparison with automatic system control for drilling reginus.

Як відомо, усім живим істотам притаманна властивість найпростішим чином пристосувати свій організм до зміни дії довкілля. Але менш відомою є така ж властивість, притаманна об'єктам активної техніки, зокрема бурильної. При взаємодії долота з вибоєм не тільки вибій впливає на долото, а й параметри привода, долота, бурового розчину безпосередньо впливають на вибій як об'єкт праці. А тому вони відповідним чином відгукуються зміною власних експлуатаційних параметрів.

Так, при примусовій подачі долота на вибій реакцією останнього на таку дію бурового верстата буде певне значення крутного моменту сили з боку привода або певне значення кутової швидкості обертання бурильної колони. Значення цих параметрів самовстановлюються залежно від зміни фізико-механічних характеристик матеріалу вибою. При вільній подачі бурової колони, коли осьове зусилля на долото формується тільки масою обважених бурильних труб, що у першому наближенні характеризується постійністю осьових зусиль на різких кромках долота, буде мати місце певне значення швидкості подачі долота. Саме встановлення крутного моменту сили або швидкості подачі долота залежно від конкретних умов буріння і є проявом прихова-

ної властивості бурового верстата самопристосуватися до біжучих змін умов буріння. Назвемо цю властивість бурового верстата адаптацією.

Цю притаманну всім об'єктам активної техніки властивість самопідналагоджувати свою дію під зміну показників робочого процесу, який об'єкт техніки обслуговує, можна значно посилити за рахунок підбору відповідної структури кінематичного ланцюга виконавчого механізму.

На відміну від машин із системою автоматичного регулювання пропонувані машини з адаптивною структурою повинні одночасно задовольняти таким вимогам:

- кінематичний ланцюг повинен мати додаткову вітку (контур), який би спеціально "стежив" за робочим процесом;

- при значній зміні діапазону параметрів робочого процесу в ланцюзі повинен бути передбачений ще один контур або одна вітка для "задатчика" наступного режиму адаптації;

- живлення усіх віток контурів повинно бути здійснено від тих же двигунів, які обслуговують виконавчі органи даного активного об'єкта техніки;

- для нормального функціонування не повинні використовуватися показники спеціальних вимірних пристроїв.

Тобто, мова йде про використання таких структур в машині, які б без спеціальних авторегуляторів або систем автоматичного керування на основі безперервного врахування основних показників робочого процесу одночасно вносили відповідні поправки в режимі параметрів за рахунок зміни закономірностей руху власних ланок, тим самим забезпечуючи відповідне саморегулювання власних механічних характеристик у тих межах, які диктуються параметрами робочого процесу.

Така структура повинна передбачати:

- розгалуженість кінематичного ланцюга;
- наявність додаткових, адаптуючих ступенів вільності (за аналогією з автомобільним диференціалом);

- замикання контурів через робочий процес, який обслуговує даний об'єкт техніки.

У механізмах, які будуть входити в такий активний об'єкт техніки, можна виділити окремі ланки, що не тільки передають рух, а й виконують функції автоматичного керування та регулювання. Іншими словами, на відміну від системи автоматичного регулювання усі ланки адаптивних механізмів одночасно є і силовими, і інформаційними, а тому діапазон нечутливості в реагуванні на зміну зовнішніх умов буде меншим.

Застосовуючи ці теоретичні положення до бурового верстата, наприклад, роторного буріння, слід констатувати таке:

1. Кінематичний ланцюг привода ротора і лебідки слід виконати спільним, так щоби він мав не менше двох ступенів вільності, один з яких потрібно з'єднати зовнішньою в'яззю через процес взаємодії вибою з долотом по двох каналах: а) осьової подачі долота; б) обертання ротором колони бурильних труб, а другий здійснити від привода; відносний рух подачі долота та обертання ротора повинен еталонно бути узгодженим із заданою постійною (для порід з даним коефіцієнтом буримості) швидкістю задатчика у вигляді, наприклад, вала відбору потужності насоса постійної усталеної продуктивності.

2. Привод насосного блока слід з'єднати в ланцюзі з приводом ротора, зберігаючи пряму залежність між частотами їх обертання.

Найпростішу символічну схему [3] такого адаптивного верстата можна отримати, використавши дводиференціальний трирозподільвач 3-р моментів сили з двома ступенями вільності (рис.1).

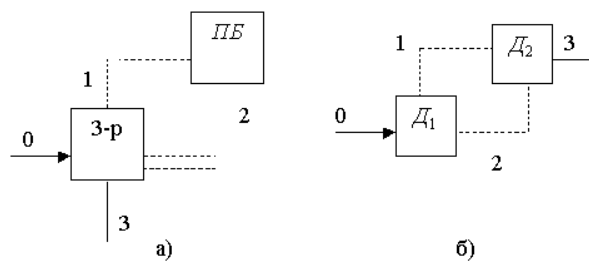


Рисунок 1

Диференціали при цьому можуть бути з'єднані, як це символічно показано на рис.1б.

На рис. 1а сторонами прямокутників показані основні ланки диференціалів 3-р і процесу буріння ПБ.

На рис. 1 цифрами позначені 0-вхідна ланка; 1, 2 та 3 – вихідні ланки, з яких ланка 3 є задатчиком швидкості, а ланки 1 і 2 – з'єднані з ротором та лебідкою.

Один ступінь вільності формується головним приводом, другий – зв'язується процесом буріння. При замиканні вихідних ланок 1 і 2 зовнішньою в'яззю через робочий процес ПБ обертового буріння цей розподільвач перетворюється в механізм з одним ступенем вільності при незмінності параметрів зовнішньої в'язі. Адаптивність такого механізму буде реалізована, з одного боку, завдяки зміні параметрів реального процесу буріння, а з другого, – такій структурі розподільвача, яка посилює приховані властивості самоадаптації взаємодіючої пари “інструмент – робочий процес”.

Позначимо через M_0, M_1, M_2 та M_3 - моменти сил, які зовні діють на ланки 0, 1, 2 та 3, тоді без врахування сил тертя розподільвач повинен забезпечити таку трансформацію моментів сил:

$$M_1 = i_1 M_0, \quad (1)$$

$$M_2 = i_2 M_0, \quad (2)$$

$$M_3 = i_3 M_0, \quad (3)$$

де i_1, i_2 та i_3 – деякі задані числа (наприклад, передавальні відношення).

З другого боку, рівняння балансу потужностей вказаних ланок розподільвача буде мати такий вигляд:

$$M_0 \omega_0 + M_1 \omega_1 + M_2 \omega_2 + M_3 \omega_3 = 0. \quad (4)$$

Тобто, кутові швидкості ланок зв'язані лише одним незалежним рівнянням.

Щоби забезпечити визначеність руху усіх ланок такого механізму, потрібно застосувати дві в'язі:

- 1) між двома його вихідними ланками, наприклад 1 та 2, здійснити зовнішню в'язь через процес буріння;
- 2) між будь-якими вихідними ланками ввести замикаючу передачу, наприклад, за допомогою ланки 3, встановлюючи певне значення $i_3\omega_3$.

Остання в'язь дає змогу для певних умов буріння із заданим коефіцієнтом буримості встановити одну "задаючу" швидкість ($i_3\omega_3$), а для інших – відповідні адаптивні.

Співвідношення моментів сил на ланках 1 та 2 при цьому буде постійним залежно від схеми та конструкції диференціальних механізмів, співвідношення їх кутових швидкостей буде залежати від параметрів задатчика, диференціалів і технологічного процесу буріння.

Отже, такий буровий верстат буде автоматично самопритосовувати власні режимні параметри до умов буріння.

Використання адаптивного привода бурового верстата дасть змогу досягнути таких позитивних ефектів:

- оптимально розподілити потужності паралельно до з'єднаних силових агрегатів;

- значно підвищити продуктивність буріння за рахунок збільшення механічної швидкості буріння та терміну служби бурового інструменту;

- знизити вартість бурових робіт за рахунок економії палива, зменшення розмиву стінок свердловин, збільшення моторесурсу силових агрегатів та інше;

- полегшити зусилля обслуговуючого персоналу за рахунок зменшення фізичних операцій та операцій щодо керування процесом буріння.

Література

1. Лобанов В.А. и др. Автоматизация технологических процессов бурения: Обз. инф.-М., 1986.
2. Воробйов М.С. Механизмы с замкнутым энергетическим потоком. – Львов: Вища школа, 1983.
3. Дровников А.Н. Адаптивные структуры машин и механизмов. – Ростов-на-Дону: РУ, 1984.

УДК 621.01; 622.279

ІЗОТАХНИЙ МАХОВИК

М.С.Воробйов, Н.Б.Венгужиняк, О.П.Стапай

*ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел. (03422) 42342,
e-mail: public@ifdtung.if.ua*

Излагаются теоретические основы создания принципиально нового устройства для точной стабилизации скорости вращения главного привода нефтегазопромысловых цикловых машин. Новым является использование двух подсистем формирования момента инерции маховика – постоянной и переменной.

Theoretical basis of formation of a principally new device for a strict stabilization of the speed of the revolution in a drive of a main of oil and gas-producing machines is considered in this article. The use of two by-systems of formation of collected torque of inertia: constant and changeable is proposed for the first time.

Нерівномірність обертання головного вала машин нафтогазового комплексу, яка оцінюється коефіцієнтом δ нерівномірності ходу, погіршує як відповідний технологічний процес, так і динаміку машинного агрегату. В ідеалі при $\delta=0$ досягаються найкращі умови функціонування цих машин. Однак при $\delta \rightarrow 0$ момент інерції додаткових махових мас $I_m \rightarrow \infty$, тобто строго постійної швидкості обертання головного вала за допомогою маховика з постійним моментом інерції досягти неможливо.

Однак до останнього часу ніхто не звер-

тав увагу на можливість досягнення $\omega_1 = \omega_c = \text{const}$ за допомогою системи махових мас зі змінною зведеною масою (змінним зведеним моментом інерції). Назвемо таку систему махових мас ізотакним маховиком, оскільки вона забезпечує незмінність кутової швидкості головного вала машини в часі.

Покажемо, як знайти закон зміни моменту інерції ізотакного маховика.

Нехай діаграма енергоінерції узагальненої машини нафтогазового комплексу буде відомою у вигляді $\Delta T(I_{зв})$ (рис.1), де ΔT — зміна кінетичної енергії, а $I_{зв}$ — зведений момент