

КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

УДК 573.781(988.8)

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ МОМЕНТУ ОБЕРТАННЯ НА СТОЛІ РОТОРА БУРОВОЇ УСТАНОВКИ З ДИЗЕЛЬНИМ ПРИВОДОМ УРАЛМАШ-3000БД

С.М. Бабчук

ІФНТУНГ, 76019 м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 4-60-67,
e-mail: public@ifdtung.if.ua)

Разработана модель крутящего момента на столе ротора $M_p = f(\omega_D)$ буровой установки УРАЛМАШ-3000БД с групповым приводом от дизельных двигателей В2-450АВ-С3. Используя эту модель, можно создать систему контроля на базе микропроцессорной техники, которая позволит с высокой точностью контролировать момент вращения на столе ротора. Разработанную модель рекомендуется внедрять в микропроцессорные системы контроля крутящего момента на столе ротора буровых установок УРАЛМАШ-3000БД, УРАЛМАШ-125БД-70, УРАЛМАШ-125БД с групповым дизельным приводом от двигателей В2-450АВ-С2 или В2-450АВ-С3.

Для розвитку промисловості світового господарства постійно необхідні енергоресурси і відповідно енергоносії для їх отримання, зокрема нафта і газ. Виснаження старих родовищ нафти і газу зумовлює пошук нових покладів. Сьогодення вимагає підвищення ефективності і зменшення собівартості буріння розвідувальних і експлуатаційних свердловин. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є підвищення якості контролю технологічних параметрів буріння. Наявність достовірної інформації про процес дає змогу забезпечити підтримку оптимального режиму буріння і скорочення кількості аварій, особливо при проведенні свердловин в складних геологічних умовах [1].

The model of the twisting moment on the table of rotor $M_p = f(\omega_D)$ of boring installation URALMASH-3000BD with a group drive of diesel engines V2-450AV-C3 is worked out. Using this model it is possible to create the monitoring system on the basis of microprocessor engineering, which will permit to supervise the moment of rotation on the table of rotor with high accuracy. The working out model is recommended to be used in microprocessor monitoring systems of the twisting moment on a table of a rotor of boring installations URALMASH-3000BD, URALMASH-125BD-70, URALMASH-125BD with a group diesel drive from engines V2-450AV-C2 or V2-450AV-C3.

Величина моменту обертання на долоті є одним з основних параметрів, що характеризує режим буріння, особливо, якщо відпрацювання долота визначається зношенням опори, яка зазвичай виходить з ладу раніше озброєння. Аналіз характеру зносу тришарошкових доліт показав, що 75-80% доліт виходить з ладу внаслідок руйнування їх опори [2].

Враховуючи, що статистичні промислові дані про довговічність опор доліт важко використати для прогнозування зношення у зв'язку з нестабільністю цього параметра [3], необхідно мати на буровій засоби автоматичного контролю стану опор долота в процесі буріння.

Промислові дослідження доводять, що 75-80% часу опора працює в умовах поступового, усталеного зношення (до осьового зазора 1,2-1,35мм), після чого настає катастрофіч-

ний знос з подальшим заклинюванням опори [3], що супроводжується значним збільшенням моменту обертання на долоті і вказує на необхідність припинення додання та заміни долота. Тому за наявності засобів автоматичного контролю моменту на долоті можна судити про зношення його опор.

Більше половини бурових установок існуючого парку обладнання мають дизельний автономний привод. Крім того, подальше зростання застосування автономного дизельного привода зумовлюватиме: освоєння шельфу Чорного і Азовського морів, подорожчання електроенергії у зв'язку з переходом енергопостачальних підприємств в приватну власність [4].

Промислові дослідження [5] показали, що використання моментоміра на роторі для контролю відробки доліт за моментом обертання дає змогу суттєво підвищити як проходку на долото, так і механічну рейсову швидкість буріння. Проте особливості дизельного привода і наявні методи контролю моменту обертання бурової колони із застосуванням механічних індикаторів як первинних давачів, які відрізняються надзвичайно низькою надійністю і точністю, не дають змоги отримати не тільки адекватну інформацію про момент обертання, а й унеможливають контроль важливих технологічних параметрів, пов'язаних з ними.

Метою досліджень було розробити модель залежності моменту обертання на столі ротора бурової установки від швидкості обертання колінвалів дизелів привода, яка легко і точно контролюється [6].

Над розв'язанням проблеми вдосконалення методів контролю моменту обертання на столі ротора працювали і постійно працюють вчені та інженери-практики, науково-дослідні інститути і коопорації, що займаються випуском обладнання для нафтогазової промисловості [7-25].

До цього часу, як правило, намагались вирішити дану проблему шляхом створення вдосконалених механічних давачів складних конструкцій [10-18]. Але ці технічні засоби були складні у виготовленні, установленні, обслуговуванні, недовговічні, не забезпечували потрібного контролю при підключенні до автоматичних систем управління. Були спроби створити системи непрямого контролю, де б за вимірюванням інших технологічних параметрів пропонувалося розрахунковими методами знаходити момент обертання на столі ротора [8,9]. В першому випадку використання механічних давачів і механічних перетворень не дало необхідного результату. Крім того, система контро-

лю була складна у виготовленні, установленні та обслуговуванні. В другому випадку проводився непрямий контроль моменту на столі ротора за вакуумом у впускних трубопроводах двигунів, що працюють на природному газі, бензині, бутані і т.д. Але і цей метод широкого застосування не знайшов. Це зумовлено тим, що вимірюваний параметр, за яким побічно визначався момент обертання, не міг враховувати ряду випадкових впливів, зокрема, вплив температури зовнішнього середовища на показники робочого процесу двигуна внутрішнього згоряння при визначеній кількості подачі палива [26], що зумовлювало зниження точності вимірювання.

Непрямий контроль моменту обертання на столі ротора бурової установки з дизельним приводом за швидкістю обертання колінчатих валів дизельних агрегатів ніколи не здійснювався і не пропонувався через відсутність необхідних для цього математичних моделей

$$M_p = f(\omega_D)$$

Як основу для створення моделі залежності моменту обертання на столі ротора бурової установки УРАЛМАШ-3000БД з груповим дизельним приводом (дизелі В2-450АВ-С3) від швидкості обертання колінчатих валів дизельних агрегатів привода використаємо розроблену в [6] лінеаризовану модель механічної характеристики дизельного агрегату В2-450АВ-С3

$$M_D = f(\omega_D)$$

$$M_D(\omega_D) = Bk_1 \left(\frac{\omega_{D0} + (b + k_2) P_n - \omega_{D0}}{\omega_D} \right), \text{Нм} \quad (1)$$

де: ω_{D0} - синхронна швидкість обертання колінвала дизельного агрегату В2-450АВ-С3; ω_D - біжуче значення швидкості обертання колінвала дизельного агрегату В2-450АВ-С3; P_n - початкове значення потужності на ділянці лінеаризованої характеристики $P_g = f_2(S)$; a, B - коефіцієнти пропорційності, постійні для даного дизельного двигуна; k_1, k_2 - індивідуальні коефіцієнти для кожної досліджуваної ділянки.

Як зразкові значення для прийняття рішення про якість розробленої моделі залежності моменту обертання на столі ротора бурової установки з дизельним приводом від швидкості обертання стола ротора використаємо наведені в [27] швидкості обертання і моменти обертання стола ротора бурової установки УРАЛМАШ-3000БД при швидкості обертання колінчатого вала дизельного агрегату В2-450АВ-С3 1200 об/хв (табл.1).

Розроблювана модель повинна враховувати вплив швидкості обертання колінчатих валів дизельних агрегатів В2-450АВ-С3 (яка залежить від кількості палива, що подається в *i*-ий дизельний двигун привода за визначений період часу, температури та вологості навколишнього середовища, атмосферного тиску, рівня над морем) та коефіцієнта передачі енергії від дизельного привода до стола ротора, установленого за допомогою коробки передач трансмісії. Встановлено, що вищевказаним вимогам відповідає розроблена модель

$$M_p(\omega_D) = B k_1 k_3 \left(\frac{\omega_D + (6 + k_2) P_n - \omega_{D0}}{\omega_D} \right), \text{кНм} \quad (2)$$

де: M_p - момент обертання на столі ротора бурової установки УРАЛМАШ-3000БД з дизельним груповим приводом від дизелів В2-450АВ-С3; ω_{D0} - синхронна швидкість обертання колінвала дизельного агрегату В2-450АВ-С3; ω_D - б'іжуче значення швидкості обертання колінвала дизельного агрегату В2-450АВ-С3; P_n - початкове значення потужності на ділянці лінеаризованої характеристики $P_g = f_2(S)$; α, B - коефіцієнти пропорційності, постійні для даного дизельного двигуна; k_1, k_2 - індивідуальні коефіцієнти для кожної досліджуваної ділянки; k_3 - коефіцієнт передачі енергії від групового дизельного привода до стола ротора.

В табл. 1 наведені результати знаходження моменту обертання на столі ротора за швидкістю обертання стола ротора із застосуванням моделі (2). Оскільки похибка обчислення моменту обертання порівняно з його зразковими значеннями становить менше 0,1%, робимо висновок, що модель (2) адекватно відобра-

новки УРАЛМАШ-3000БД, при швидкості обертання колінчатих валів дизельних агрегатів В2-450АВ-С3 групового привода 1200 об/хв.

На рис.1 графічно зображено залежність моменту обертання на столі ротора бурової установки УРАЛМАШ-3000БД від швидкості обертання колінчатих валів дизельних агрегатів В2-450АВ-С3 групового привода при встановлених на коробці передач I, II, III швидкостях.

На основі розробленої моделі залежності моменту обертання стола ротора бурової установки УРАЛМАШ-3000БД від швидкості обертання колінчатих валів дизельних агрегатів В2-450АВ-С3 групового привода можна створити систему контролю на базі мікропроцесорної техніки, яка дасть можливість з високою точністю контролювати такий важливий технологічний параметр буріння, як момент обертання на столі ротора, а сама система на базі мікропроцесорної техніки дасть змогу легко збирати, передавати, обробляти і використовувати отриману інформацію для подальшого вдосконалення керування процесом буріння. Розроблену модель (2) рекомендується впроваджувати в мікропроцесорні системи контролю моменту обертання на столі ротора бурових установок УРАЛМАШ-3000БД, УРАЛМАШ-125БД-70, УРАЛМАШ-125БД з груповим дизельним приводом від двигунів В2-450АВ-С2 або В2-450АВ-С3, де особливості такого привода на даний час не дозволяють забезпечити належний контроль за процесом поглиблення свердловини.

Література

1. Белоусов Д.В. Контрольно-измерительные средства в АСУ технологическим процессом бурения газовых скважин // Газовая промышленность. – 1996. - №7-8. – С.50-

Таблиця 1 – Результати дослідження моменту обертання на столі ротора як функції

$$M_p = f(\omega_D)$$

Швидкість	Швидкість обертання стола ротора, об/хв	Момент обертання на столі ротора з [27], Нм	Момент обертання на столі ротора, знайдений за швидкістю обертання стола ротора із застосуванням розробленої моделі (2), Нм	Похибка обчислення моменту обертання на столі ротора за швидкістю обертання стола ротора із застосуванням розробленої моделі (2)	
				Нм	%
I	62	22100	22100	0	0
II	80	17200	17200	0	0
III	148	9250	9250	0	0

жає залежність $M_p = f(\omega_D)$ для бурової уста-

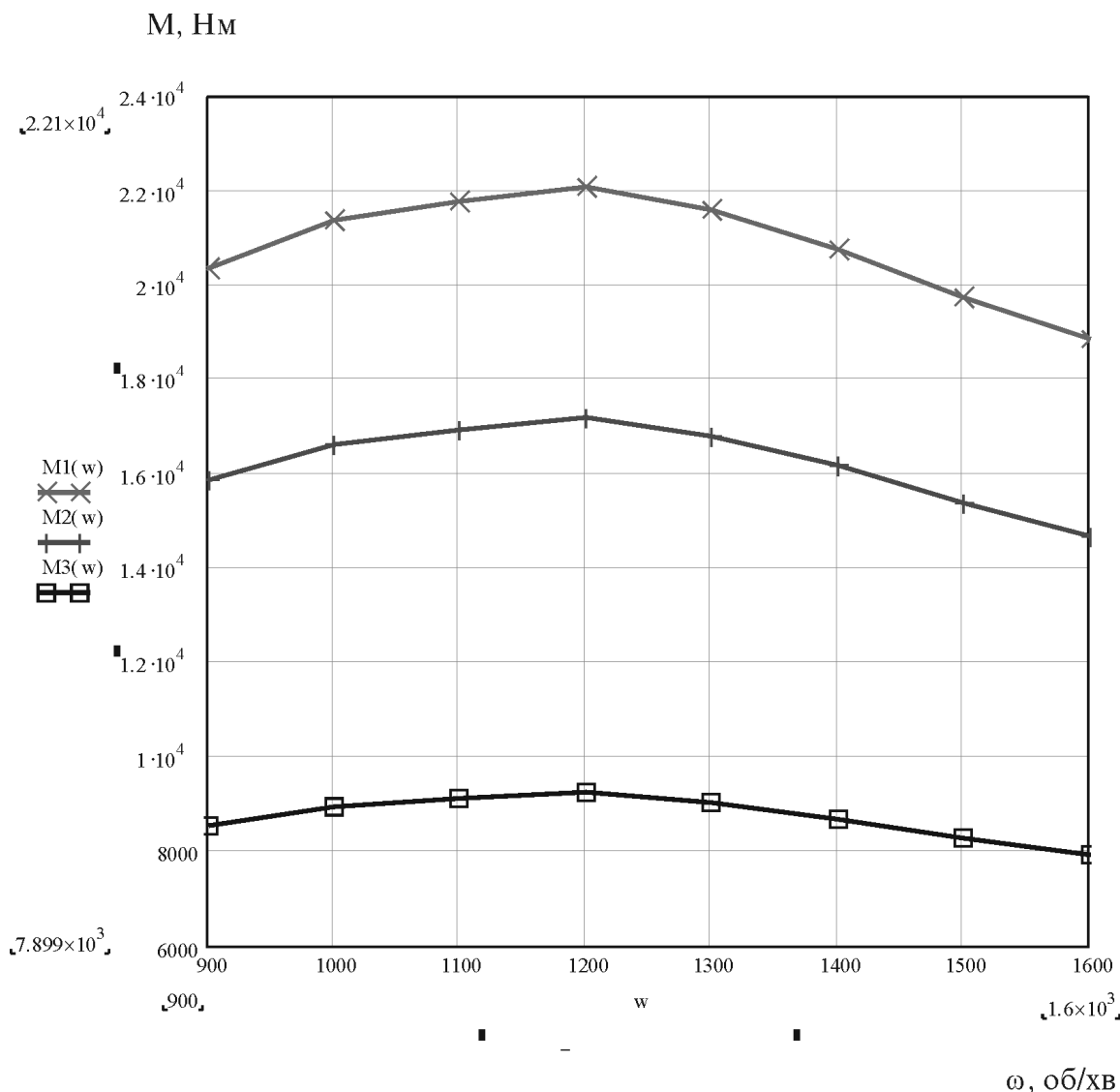


Рисунок 1 – Графік залежності моменту обертання на столі ротора бурової установки УРАЛМАШ-3000БД від швидкості обертання колінчатих валів дизельних агрегатів В2-450АВ-С3 групового привода при встановлених на коробці передач I, II, III швидкостях

2. Логинов А.А. и др. Исследование износа опор шарошечных долот // НТС: Машины и нефтяное оборудование, - М.:ВНИИОЭНГ. 1972. - №12.

3. Беликов В.Г., Посташ С.А. Рациональная отработка и износостойкость шарошечных долот. – М.: Недра, 1972.

4. Батырбаев Э.М. Использование дизельных силовых приводов буровых установок // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 1996. - №8. – С.13-14.

5. Муртазин А.С. Улучшение качества и показателей отработки долот применением роторных моментометров // Современные проблемы буровой и нефтепромышленной механизации. – Уфа: Уфимский нефтяной технический университет, 1996. – С. 98-100.

6. Бабчук С.М. Модель момента на валу ротора буровых установок с дизельным приводом // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. – 2001. - №37. - С.72-92.

7. Семенцов Г.Н., Шаповал А.А. Описание изобретения к авторскому свидетельству №717573. Устройство для измерения крутящего момента на роторе буровой установки. 1980// Бюллетень №7.

8. Техническое описание и инструкция по эксплуатации датчика крутящего момента на роторе буровой установки с дизельным приводом типа ДМРД-І: НГ 2.782.009 ТО: Ивано-Франковский институт нефти и газа. Министерства среднего и высшего образования УССР. – Ивано-Франковск, 1982. – 18 с.

9. Лифшиц Д.Е., Серенко И.А. Контрольно-измерительные приборы, применяемые при бурении нефтяных и газовых скважин // Обзор зарубежной литературы: Нефтепромысловое оборудование. – М., 1966. – 40 с.
10. Роторный моментомер: А.с. 775303 СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / В.Г. Сечкин (СССР). - №2679977/22-03; Заявлено 01.11.78; Опубл. 30.10.80, Бюл. №40. – 3 с.
11. Роторный моментомер: А.с. 812911 СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / В.Ф. Оловянишников, В.Л. Оруджев, Э.А. Айзуппе, В.Г. Сечкин, Б.З. Султанов, Ф.К. Суюндуков, Т.М. Таджибаев, А.С. Муртазин, А.Ш. Янтурин (СССР). - №2498657/22-03; Заявлено 17.06.77; Опубл. 15.03.81, Бюл. №10. – 5 с.
12. Роторный моментомер: А.с. SU 1065586 А СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / В.Г. Сечкин, А.Ш. Янтурин, Э.А. Айзуппе, М.П. Якимов, Р.Ш. Муфазалов (СССР). - №3428544/22-03; Заявлено 27.04.82; Опубл. 07.01.84, Бюл. №1. – 2 с.
13. Роторный моментомер: А.с. SU 1105623 А СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / А.А. Шавин, В.Ф. Оловянишников, А.А. Головин, М.Г. Воловац, Б.А. Молойчино (СССР). - №3562775/22-03; Заявлено 14.03.83; Опубл. 30.07.84, Бюл. №28. – 5 с.
14. Моментомер ротора: А.с. SU 1164406 А СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / В.И. Логиновский, Р.Я. Нугаев, Н.В. Медингер (СССР). - №3603633/22-03; Заявлено 13.06.83; Опубл. 30.06.85, Бюл. №24. – 5 с.
15. Индикатор крутящего момента ротора буровой установки: А.с. SU 1258988 А1 СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / М.Я. Гельфгат, П.И. Сидоренко, А.Н. Скорик, Я.П. Станько (СССР). - №3888573/22-03; Заявлено 18.03.85; Опубл. 23.09.86, Бюл. №35. – 2 с.
16. Моментомер: А.с. SU 1320400 А1 СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / П.И. Сидоренко (СССР). - №3912215/22-03; Заявлено 18.06.85; Опубл. 30.06.87, Бюл. №24. – 2 с.
17. Гидравлический индикатор момента на валу ротора: А.с. SU 1308755 А1 СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / Л.Н. Тетеревятников, В.В. Белов, В.М. Плотников, В.И. Качалка (СССР). - №3998774/22-03; Заявлено 30.12.85; Опубл. 07.05.87, Бюл. №17. – 3 с.
18. Моментомер ротора буровой установки: А.с. SU 1203236 А СССР, МКИ Е 21 В 45/00 / А.П. Кузьминов, А.А. Симонов, Р.Э. Капланов, В.И. Глоба, Ю.И. Сипунов (СССР). - №3775937/22-03; Заявлено 27.07.84; Опубл. 07.01.86, Бюл. №1. – 2 с.
19. Каталог разработок научно-исследовательского и проектно-конструкторского института автоматизированных систем управления транспортом газа / НИПИАСУтрансгаз, ДП НИПИАСУтрансгаз “Информгазавтоматика”. Под ред. В.В. Безкоровайного, Н.А. Толоконникова. – Харьков, 1995. – 54 с.
20. Комплекс приборов контроля технологических параметров процесса бурения Б-7 // Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности. – 1980. – 40 с.
21. Греков В.Н., Исаченко В.Х. (ВНИИ-нефтемаш) и Парфенов К.А. (ВНИИБТ) Информационно-измерительные системы сбора данных о параметрах бурения и для управления процессом бурения // Обзорная информация. ХМ-3 Нефтепромысловое машиностроение. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1977. – 55 с.
22. Портер Л.Г., Басович В.С. Приборы наземного контроля процесса бурения // Обзорная информация. – М.: ВИЭМС (ОНТИ), 1971.
23. Леонов А.И., Парфенов К.А. Системы для сбора и обработки информации при бурении глубоких скважин // Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности. – М.: ВНИИОЭНГ, 1977. – 55 с.
24. Куликовский А.Ф., Урмаев В.И. Информационно-измерительные системы для управления процессом бурения. – М.: Недра, 1972.
25. Айрапетов В.А. и др. Контроль параметров процесса бурения. – М.: Недра, 1973.
26. Костин А.К., Пугачев Б.П., Кочинев Ю.Ю. Работа дизелей в условиях эксплуатации. – Л.: Машиностроение, 1989. – 284 с, ст.33.
27. Алексеевский Г.В. Буровые установки Уралмашзавода. – М.: Недра, 1981. – 528 с.