

сьогоднішній день для нафтовидобутку гостро стоїть питання про заміну старого обладнання новим, удосконаленням існуючого та застосування систем автоматизації.

Наприклад, у Росії УБР «Мегионнефтегаз» є полігоном для випробування повністю автоматизованої бурової БУ-3200/200 ЭК-БМ – однієї з найцікавіших новинок, що втілила мрії не одного покоління бурильників: автоматизований процес гальмування під час опускання та підймання інструменту, ефективна система контролю за параметрами буріння. А оскільки дану бурову можна вважати експериментальною, то дуже важливо на її прикладі виявити та усунути всі конструкторські недоліки, якщо вони існують. Але бурова установка – складний комплекс агрегатів, машин і механізмів, які виконують різні, але пов'язані між собою функції. А основною перевагою запропонованої системи автоматизації процесу гальмування бурових лебідок під час циклу опускання колони бурильних труб є її простота порівняно з існуючими.

Література

1 Меньшов Б.Г., Суд И.И. Электрификация предприятий нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1984. – 416 с.

2 Ильский А.Л. Оборудование для бурения нефтяных скважин. Расчет и конструирование. – М.: Машиностроение, 1980. – 229 с.

3 Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 501 с.

4 Криштопа С.І., Криштопа Л.І. Збільшення ефективності гальм бурових лебідок. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2004. – №1 (10). – С. 18-22.

5 Криштопа С.І., Криштопа Л.І. Експериментальні дослідження системи автоматизації процесу гальмування гальм бурових лебідок. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2004. – № 4 (13). – С. 19-25.

УДК 622.24.08:622.24.051.68

ПРО ЗАТРАТИ ГІДРАВЛІЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ПРОМИВАННЯ СВЕРДЛОВИНИ

І.І. Чудик

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 45560
e-mail: chudoman@ukr.net*

Приведен анализ расхода энергии при промывке скважины с использованием долот с различными схемами промывки. На основании расчетов установлены наиболее энергоемкие элементы циркуляционной системы и предложены возможные пути минимизации потерь энергии в процессе промывки скважины. Намечены перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

The analysis of energy loss of well conditioning process using drill bits with different irrigation schemes is carried out. Based on calculation results the most power-consuming elements of circulating system are defined and possible ways of this loss reducing are proposed. Perspectives of further investigation in this direction are planned. Perspectives of further investigation in this direction are planned.

Успішне буріння свердловини можливе лише за ефективного промивання з якісним очищенням вибою від подрібненої гірської породи. Від цього процесу великою мірою залежать терміни будівництва свердловини, матеріальні й енергетичні затрати. Буровикам постійно доводиться вирішувати чимало практичних завдань, пов'язаних із визначенням та управлінням гідродинамічними тисками під час промивання свердловини та спуско-підймальних операцій (СПО) з метою забезпечення якісного очищення від шламу вибою і ефективного буріння. Практичне виконання цих завдань є доволі складним, що підтверджується великою кількістю наукових праць, опублікованих у вітчизняних та зарубіжних джерелах, а також промисловими результатами. Тому в даній роботі проведено теоретичний аналіз енергоємності процесу промивання свердловини з метою визначення оптимальних режимів роботи бурових

насосів за заданих техніко-технологічних параметрів буріння.

Під час промивання свердловини рух бурового розчину відбувається здебільшого у циліндричних каналах всередині колони бурильних і обважнених труб, кільцевому просторі, трубопроводах і з'єднувальних шлангах. Окрім наведених елементів, до складу циркуляційної системи входять засоби його очищення (вібро-сіта, піско- і муловідділювачі), різноманітні місцеві опори (замкові з'єднання, жолобна система, вертлюг, ведуча труба і ін.). Під час циркуляції бурового розчину в кожному з елементів циркуляційної системи відбуваються втрати гідравлічної потужності бурових насосів, які значною мірою визначають енергоємність процесу промивання свердловини.

Визначення оптимальних значень подачі й тиску насоса, параметрів бурового розчину, конструкції свердловини і бурильної колони

вимагає встановлення додаткових критеріїв оцінки ефективності буріння. В якості цих критеріїв у дослідженні [1] використовуються механічна швидкість буріння, проходка на долото, собівартість одного метра проходки. Враховуючи сучасний рівень виконання виробничо-технологічних процесів із мінімальними енергетичними затратами, існує необхідність дослідження розподілу гідравлічної потужності у процесі промивання свердловини по основних елементах циркуляційної системи, де є втрати тиску. Потужність, для забезпечення процесу промивання свердловини, визначається із співвідношення [1, 3]

$$N = Q \cdot \sum P_i, \quad (1)$$

де: Q – подача насоса;

$\sum P_i$ – сумарні втрати тиску в елементах циркуляційної системи.

$$\sum P_i = P_{БТ} + P_{ОБТ} + P_{ЗАМ} + P_{КП}^3 + P_{КП}^{НЗ} + P_{ДОЛ} + P_{ОБВ} + P_{ГВД}, \quad (2)$$

де $P_{БТ}$, $P_{ОБТ}$, $P_{ЗАМ}$, $P_{КП}^3$, $P_{КП}^{НЗ}$, $P_{ДОЛ}$, $P_{ОБВ}$, $P_{ГВД}$ – відповідно втрати тиску в бурильних трубах, ОБТ, у замках бурильних труб, у кільцевому закріпленому і незакріпленому просторах, у промивальних отворах долота, в обв'язці насоса (стояк, вертлюг, грязьовий шланг, ведуча труба), у гідравлічному вибійному двигуні за відповідного способу буріння. Враховуючи багатofакторність енергетичної задачі процесу промивання свердловини, доцільно встановити співвідношення між складовими витратами гідравлічної потужності на промивання бурового розчину в свердловині та визначити найбільших «споживачів».

Розрахунок поелементних втрат тиску в циркуляційній системі було виконано за відомими програмами [1-3], згідно з результатами яких проведено дослідження зміни гідравлічної потужності, необхідної для подолання втрат тиску в місцевих опорах. З метою встановлення чинників, які найбільше впливають на енергозатрати під час промивання свердловини, розрахунки проведено за техніко-технологічними параметрами, наведеними в таблиці 1.

В результаті проведених обчислень, отримано діаграми і низку графічних залежностей, на яких відображено зміну втрат гідравлічної потужності за різних значень витрат промивальної рідини, глибини свердловини, діаметра насадок долота і типу його промивання.

На рис. 1 зображено діаграми розподілу гідравлічної потужності для двох однакових циркуляційних систем з різними схемами промивання доліт. Параметри для розрахунку використані з табл. 1, окрім того: діаметр отвору долота з центральним промиванням – 40 мм, діаметр гідромоніторних насадок – 10 мм, Q – 10 м³/с.

З наведених діаграм отримано, що за однакових техніко-технологічних параметрів із використанням доліт з гідромоніторним та цент-

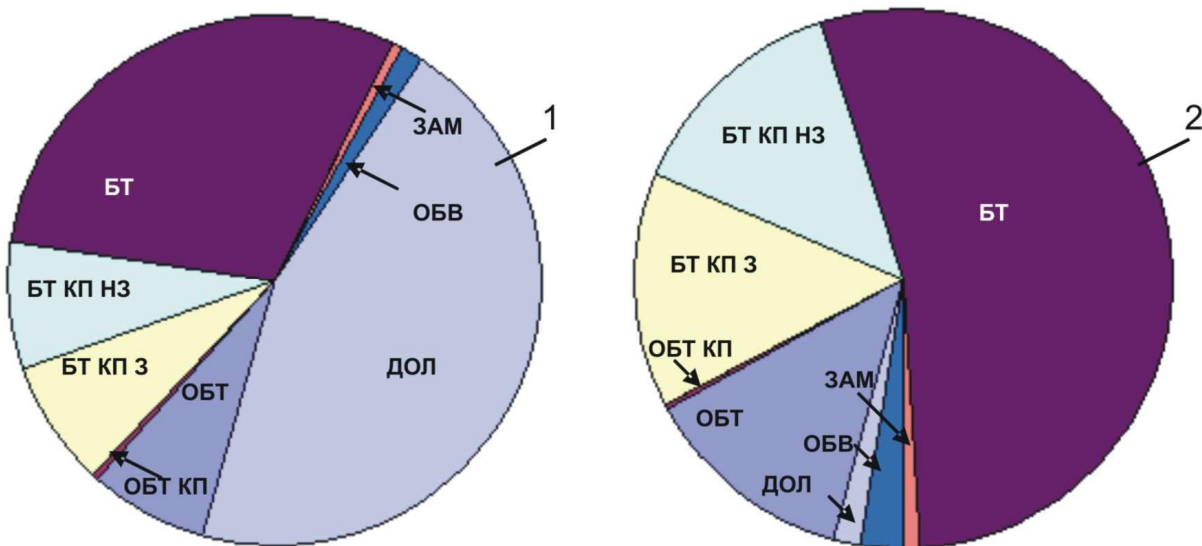
Таблиця 1 — Вихідні дані для розрахунку гідравлічної потужності процесу промивання свердловини

Параметр	Значення
Глибина свердловини, м	2200
Діаметр долота, м	0.1905
Коефіцієнт кавернозності	1.12
Зовнішній діаметр обсадної колони / товщина стінки, м	0.219 / 0.009
Довжина проміжної колони, м	1000
Густина бурового розчину, кг/м ³	1120
Зовнішній / внутрішній діаметр ОБТ, м	0.146 / 0.075
Довжина ОБТ, м	160
Зовнішній діаметр бурильних труб / товщина стінки, м	0.114 / 0.01
Пластична в'язкість бурового розчину, Па·с	0.015
Динамічне напруження зсуву, Па	2.52
Довжина однієї бурильної труби, м	12
Зовнішній діаметр бурильного замка, м	0.155

ральним промиванням, величини гідравлічної потужності, витраченої на забезпечення промивання свердловини, суттєво різняться. Для долота із центральним промиванням більшим «споживачем» гідравлічної потужності є бурильні труби (55-60%), а за гідромоніторного очищення вибою – породоруйнівний інструмент (40-45%). Враховуючи те, що промивання свердловини є довготривалим процесом, затрати енергії на подолання гідравлічних опорів у зоні бурильної колони і долота з гідромоніторним промиванням будуть дуже великими.

Для встановлення можливих шляхів мінімізації енергозатрат під час промивання свердловини, проведемо аналіз впливу на даний процес різноманітних чинників, а саме: подачі бурового насоса (рис. 2) і діаметра насадок гідромоніторного долота.

За заданих параметрів (табл. 1) графічна залежність $N = f(Q, d_H)$ характеризується різким зростанням гідравлічної потужності у випадку збільшення подачі насоса та зменшення діаметрів гідромоніторних насадок. У разі використання гідромоніторного долота за рахунок збільшення подачі насосів планують отримати більшу механічну швидкість буріння [2, 3], але спричинюють одночасно зростання гідродинамічного тиску на вибої свердловини і суттєву перевитрату гідравлічної потужності (на 20-60%). Тому однією з позицій енергоощадливого процесу промивання свердловини з використанням гідромоніторних доліт є використання мінімально можливої подачі насоса з максимальними діаметрами гідромоніторних насадок для забезпечення лише очищення до-



1 – гідромоніторне долото; 2 – долото із центральним промиванням

Рисунок 1 — Діаграма розподілу гідравлічної потужності за різних схем промивання долота

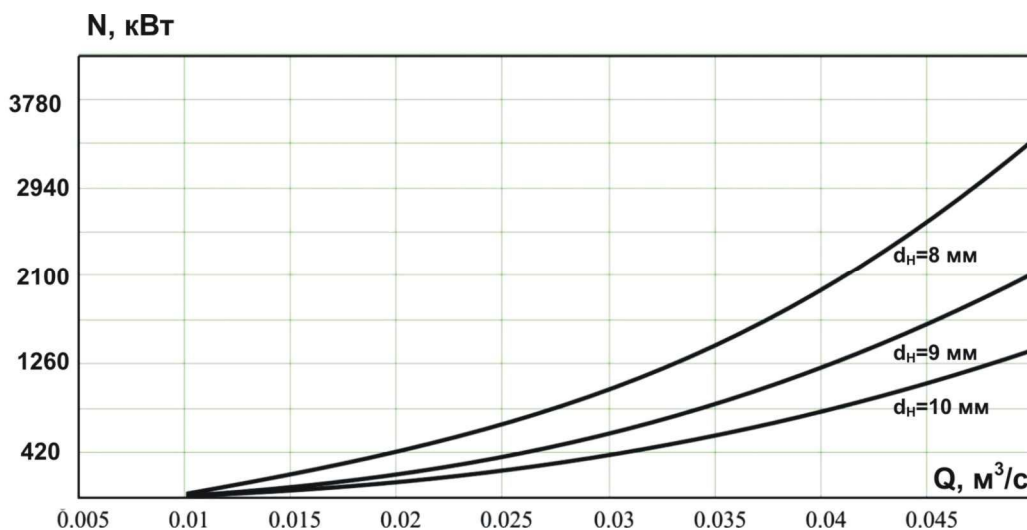


Рисунок 2 — Залежність зміни гідравлічної потужності, яка витрачається на долоті від діаметрів гідромоніторних насадок і подачі насоса

лота і вибою від шламу без руйнування гірської породи високонапірними струминами із швидкістю витікання 120-150 м/с. Адже згідно з промисловими даними для ефективного руйнування гірської породи струменем рідини необхідно створити швидкість її витікання в межах 1000-2100 м/с [7], що за сучасного буріння свердловин із наземним розташуванням промислового обладнання є неможливим. Це дає змогу зробити висновок про те, що під час вибору діаметрів насадок гідромоніторного долота необхідно враховувати енергозатрати на процес промивання свердловини і використовувати цей ефект тільки для очищення від шламу шарошок і вибою.

У процесі буріння свердловини значна частина шламу неодноразово перемелюється долотом до розмірів частинок, які не відсіюються вібростатами і пісковідділювачами [4, 5], зумовлюючи збільшення густини промивальної ріди-

ни. З метою встановлення впливу густини промивальної рідини на гідравлічну потужність, необхідну для подолання відповідних опорів насадок долота, зображено графічну залежність (рис. 3).

Так, пропорційна зміна $\rho_{БР}$ аналогічно зумовлює необхідність збільшення гідравлічної потужності на подолання опору в насадках гідромоніторного долота в процесі промивання свердловини.

Дуже часто в процесі поглиблення свердловини, згідно проектної документації (наприклад, від башмака проміжної колони до проектної глибини буріння) незмінними є діаметр долота, подача насосів, поперечні розміри бурильної колони і свердловини. Змінюється тільки довжина інтервалу промивання. З метою оцінки впливу довжини бурильної колони на потреби в гідравлічній потужності отримано графічну залежність, зображену на рис. 4.

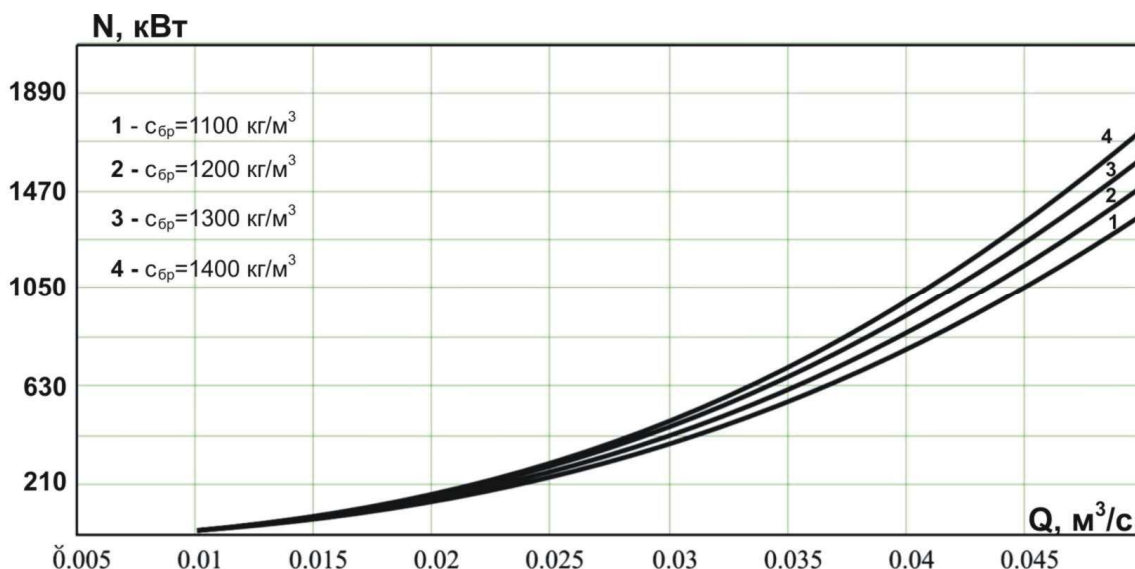


Рисунок 3 — Залежність зміни гідравлічної потужності, яка витрачається на долоті від густини бурового розчину і подачі насоса при $d_H = 10 \text{ мм}$

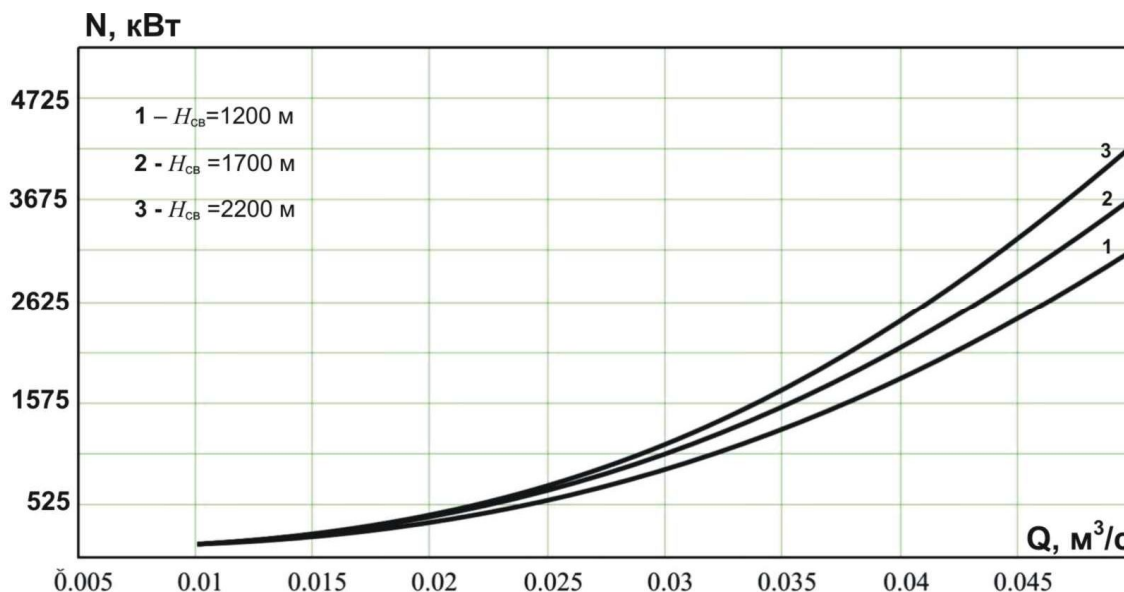


Рисунок 4 — Залежність зміни гідравлічної потужності, яка витрачається на долоті від глибини свердловини і подачі насоса при $d_H = 10 \text{ мм}$

Поглиблення свердловини певною мірою зумовлює зростання гідравлічних втрат тиску, на подолання яких необхідно збільшувати гідравлічну потужність у процесі її промивання. Із наукових досліджень за даним напрямком і практичного досвіду ведення бурових робіт відомо, що у процесі буріння свердловини зменшуються діаметри долота і бурильної колони з ростом її глибини. Тому, беручи за критерій ефективність буріння свердловини, енергозатрат на її спорудження, доцільно коригувати гідравлічну програму промивання гірничої виробки саме за механічною швидкістю буріння, а не прив'язуватися до проектних даних геолого-технічного наряду.

Із наведених графічних залежностей та представленого аналізу випливає, що основним споживачем гідравлічної потужності у процесі промивання свердловини є гідромоніторне до-

лото. Для порівняння динаміки зміни енергозатрат у разі використанні доліт із гідромоніторним промиванням наведено графічну залежність, зображену на рис. 5.

Незалежно від подачі насоса, затрати потужності на подолання гідравлічного опору насадок у процесі промивання свердловини становлять приблизно половину від сумарних, що є неефективним у випадку буріння свердловин на великих глибинах з точки зору великої енергоємності процесу. У такому випадку доцільніше використовувати породоруйнівний інструмент із центральним, боковим або іншим промиванням, покращуючи лише очищення шарошок та вибою від набуреного шламу. Для кількісної оцінки величини споживання гідравлічної потужності бурових насосів долотами з центральним промиванням наводиться графічна залежність, зображена на рис. 6.

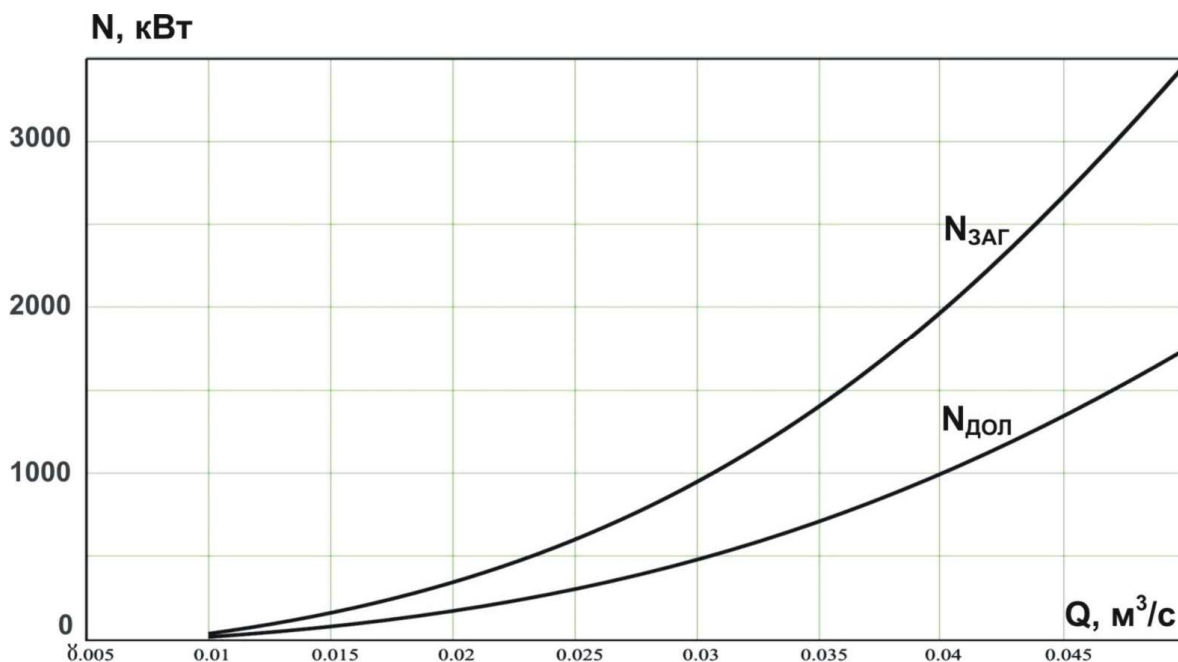


Рисунок 5 — Залежність зміни гідравлічної потужності, яка витрачається на долоті та всією циркуляційною системою від подачі насоса при $d_H = 10$ мм

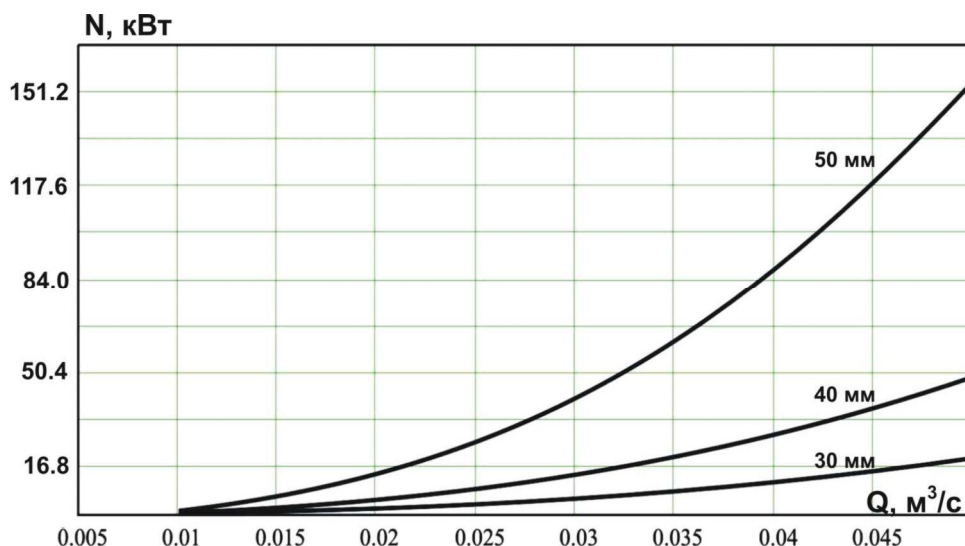


Рисунок 6 — Залежність зміни гідравлічної потужності, яка витрачається на долоті від діаметра промивального каналу і подачі насоса

Величина затрат гідравлічної потужності, необхідної для подолання відповідного опору промивального каналу, є в десятки разів меншою, ніж для породоруйнівного інструменту з гідромоніторними насадками аналогічного типорозміру, що суттєво впливає на загальну енергоємність процесу промивання і буріння свердловини. Тому слід піддати сумніву використання гідромоніторних доліт за критерієм мінімальної енергоємності процесу буріння і перейти на більш ефективні способи інтенсифікації руйнування вибою свердловини.

Література

1 Маковей Н. Гидравлика бурения / Пер. с румын. — М.: Недра, 1986. — 537 с.

2 Промивання свердловини. Відробка доліт. Довідник буріння свердловин в 5-ти томах. Т. 5 // Під ред. М.А.Мислюка, І.Й.Рибчица, Р.С.Яремійчука. — К.: Інтерпрес, 2005. — 304 с.

3 Стетюха Е. И. Гидродинамические расчеты в бурении. — К.: Техника, 1981. — 115 с.

4 Ясов В.Г., Рибчин І.Й., Мальярчук Б.М. Вплив шламу вибуреної гірської породи у висхідному потоці бурового розчину на втрати тиску під час промивання свердловини // Нафтова і газова промисловість. — 2000. — №1. — С. 15–16.

5 Об эффективности очистки скважин при бурении / Г.А.Гарунов, Н.В.Мустафаев, Г.А.Матаев, В.С.Семенякин / Изв. Вузов. Нефть и газ. — 2006. — № 9. — С. 17–21.

6 Бичурин Т. Н., Юсупов И. Г. Исследование влияния различных факторов на режим течения бурового раствора по кольцевому каналу ствола скважины // Нефтяное хозяйство. – 2001. – №4. – С. 26–30.

7 Ларін К.П. Геологорозвідувальна справа. К.: Либідь, 1996. – 326 с.

УДК 681.3:622.276

РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА КОНЦЕНТРАЦІЇ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ БУРІННЯ

Г.Я.Ширмовський, Н.Г.Ширмовська, Г.І.Левицька, А.Ю.Левицький

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 49358

e-mail: public@nung.edu.ua

Предложена организация процедуры преобразования информационных сообщений, а также их временное распределение и представление без потерь. В качестве примера описана работа трехканальной системы, где рассмотрено временное распределение потока параметров. Для реализации процедур рационального кодирования и концентрации технологических и планово-экономических данных разработан неадаптивный метод на основании нелинейных теоретико-числовых преобразований. В процессе внедрения отмечалась высокая надежность хранения и выборки данных при ошибках в индексации информационных блоков.

Organization of procedure transformation of information messages, and also their temporal distributing and presentation without losses are offered in the article. Work of the three-channel system is as an example described, where the temporal distributing stream of parameters is considered. For realization procedures of the rational encoding and concentration technological and planned-economic data is developed non-adaptive method on the basis of nonlinear number-theoretic transformations. In the process of introduction high reliability of storage and selection of data with errors in indexation of informative blocks was mentioned.

Достатньо детально розглянуто питання дослідження потоків інформації на бурових установках, дана оцінка об'єму інформації та вибраний крок дискретизації різнотипних технологічних параметрів буріння, спроба оптимізації розподілу потоку повідомлень в інформаційно-вимірювальних системах (ІВС). Розглянемо організацію процедури перетворення інформаційних послань з її часовим розподілом без втрат.

Нехай бурова установка характеризується набором технологічних параметрів y_1, y_2, \dots, y_n . Кожен з $y_i, i = \overline{1, n}$ характеризується періодом t_i і довжиною передачі τ_i . Очевидно, що не за всіх $t_i, \tau_i (i = \overline{1, n})$ можливий відбір інформації з об'єкта у разі здійснення оптимального часового ущільнення каналу чи організації оптимальної дисципліни обслуговування потоку $y_i, i = \overline{1, n}$. Так, за більш частой передачі інформації буде передаватись надлишкова її кількість, в іншому випадку – частина інформації буде втрачена [1].

Введемо поняття l_1 – першої передачі інформаційного параметра y_1 , що фактично є для початкової точки синхронізації такого розподілу в часі $y_i, i = \overline{1, n}$. Тоді контрольний об'єкт можна описати $y = \{l_1, \tau_1, t_1\}_{i=1}^n$.

Однозначність відбору параметрів $y_i, i = \overline{1, n}$ в часі зафіксуємо обмеженням

$$t_i > l_i + \tau_i .$$

Визначаємо ряд співвідношень можливості часового розподілу $y_i, i = \overline{1, n}$.

Якщо як змінну k_i прийняти період, то $y_i^{(k_i)}$ є початком передачі інформації від i -тої компоненти набору $y_i, i = \overline{1, n}$ в k_i період. За $k_i = \{0, 1, 2, \dots\}$ – набір цілих чисел y_i можна визначити

$$y_i^{(k_i)} = l_i + k_i \cdot t_i .$$

Оскільки $y_i^{(k_i)}$ – момент часу початку передачі i -тої компоненти, то наступна передача інформації можлива як мінімум через τ_i , що відповідає моменту

$$y_i^{(k_i)} = y_i^{(k_i)} + \tau_i .$$

Виконання нерівності $y_i^{(k_i)} - y_i^{(k_i)} \geq \tau_i$ відповідає часовому критерію розподілу сусідніх ординат y_i і y_j за $i \neq j$.

Для більш жорстких обмежень $l_i, t_i, \tau_i, (i = \overline{1, n})$, що може призвести до більш глибокого аналізу критеріїв часового розподілу. Введемо цілочисельну шкалу їх значень.

Нехай $t_{ij} = t_i \Lambda t_j$, де Λ – символ операції логічного множення, причому для взаємно простих чисел t_i, t_j величина t_{ij} – найбільш загальний дільник (НЗД), що відповідно до Китай-