

НОВІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТЕРТЯ В ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМАХ БУРОВИХ УСТАНОВОК

Л. І. Криштопа, С. І. Криштопа, І. Б. Прунько, І. М. Богатчук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;
тел. +380 (3422) 4-24-64; e-mail: retes@mail.ru*

Представлено перспективний напрям підвищення ефективності бурових установок за рахунок автоматизації процесів гальмування бурових лебідок на основі широкого впровадження електронних і комп'ютерних технологій. Виконано постановку завдання і сформульовано основні принципи побудови автоматизованих тормозних систем. Основою запропонованого підходу є комплексне застосування електронних пристроїв для оптимізації процесу гальмування при виконанні спуско-піднімальних операцій.

Ключові слова: *автоматизації процесів гальмування, бурова лебідка, електронні пристрої, комп'ютерні технології, виконанні спуско-піднімальні операції.*

Автоматизація спуско-піднімальних операцій з метою мінімізації витрат часу на проведення вказаних робіт є важливою народно-господарською задачею. Це пов'язано з тим, що для існуючого рівня техніки і технології буріння тривалість спуско-піднімальних робіт складає більшу частину від загального календарного часу і для глибоких свердловин перевищує тривалість механічного буріння в 3-3,5 рази [1].

Перспективним напрямком удосконалення спуско-піднімальних операцій є автоматизації процесів гальмування на основі широкого впровадження електричних, електронних систем та комп'ютерних технологій, бурхливий розвиток яких спостерігається останнім часом. Це пов'язано з тим, що людина, при ручному керуванні процесом гальмування, априорі не здатна забезпечити оптимальність цього процесу в залежності від дії різних чинників. Для порівняння на рис.1 наведена діаграма опускання при ручному і автоматичному гальмуванні бурильної колони на довжину однієї свічки.

Кожний цикл діаграми опускання бурильної колони на довжину однієї свічки складається з трьох періодів: періоду розгону t_p , протягом якого колона збільшує швидкість руху у вільному падінні; періоду сталої швидкості руху t_c ; періоду уповільнення руху до повної зупинки t_y . Для забезпечення мінімізації витрат часу на проведення спуско-піднімальних робіт система автоматизованого керування про-

цесом гальмування повинна забезпечувати опускання бурильної колони з максимально можливою в залежності від навантаження на гаку постійною швидкістю та мінімальний час гальмування при зупинці колони. Автоматизована система, у порівнянні з ручним керуванням, здатна точніше підтримувати максимально можливу швидкість опускання бурильної колони та пізніше починати гальмування колони під час третього періоду опускання, за рахунок чого і буде досягтися економія часу.

Проведений аналіз наукових публікацій та літератури за останні 15-20 років з проблематики автоматизації процесу гальмування під час виконання спуско-піднімальних робіт дає підстави для висновку, що, незважаючи на окремі результати, спрямовані на вирішення локальних задач [2,3], на даний час відсутня методологія автоматизації та оптимізації процесів гальмування під час опускання бурильних колон з врахуванням технічних можливостей сучасної електронної та комп'ютерної апаратури. Така ситуація пов'язана, переважно, з наступним.

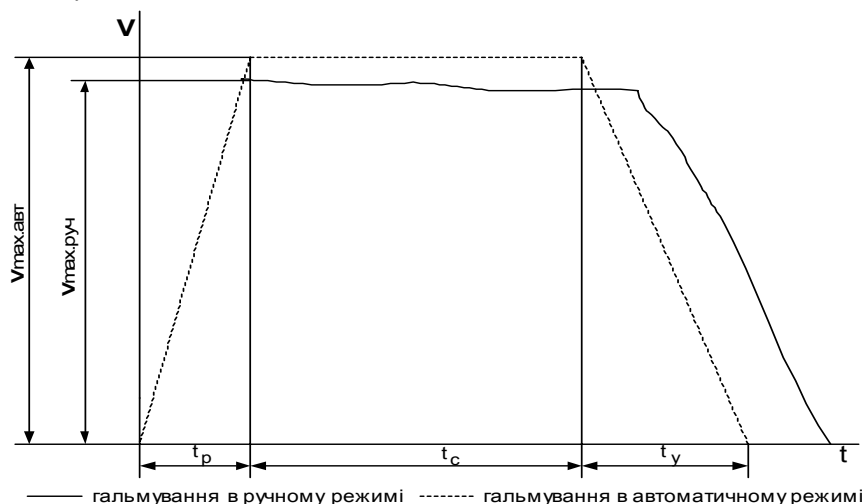


Рис.1. Діаграма опускання бурової колони на довжину однієї свічки

По-перше, відносна тривалість процесів гальмування (загальна тривалість періоду сталої швидкості руху t_c та періоду уповільнення руху до повної зупинки t_v) є порівняно невисокою і складає 5-10% від загального часу спуско-піднімальних операцій. Тому цьому напрямку поки що приділялась недостатня увага. Але на сьогоднішній час конструкції механізмів досягли достатньо високого рівня досконалості, тому різке покращення їхніх технічних характеристик неможливе, тож необхідно використовувати всі можливі резерви збільшення їхньої ефективності.

По-друге, до недавнього часу електронні компоненти мали відносно високу вартість та недостатню надійність. Але в даний час ситуація в цьому плані різко покращилась.

По-третє, широкому використанню електронних систем керування заважає відсутність відповідних виконуючих механізмів, оскільки безпосередньо керувати механічним, гідравлічним або пневматичним приводом комп'ютерні системи не можуть.

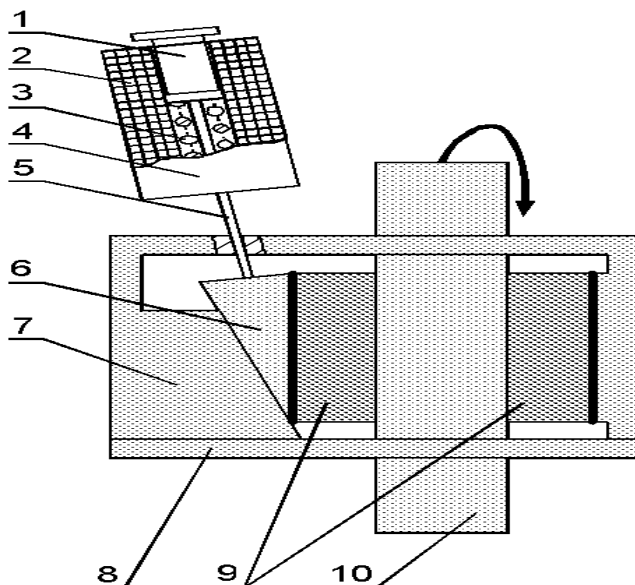
З метою використання сучасних електронних технологій для керування спуско-піднімальними операціями необхідно замість традиційних гальм з механічним або пневматичним приводом використовувати гальма з електричним приводом, перевага яких полягає в тому, що електронні системи досить просто можуть безпосередньо керувати роботою гальмівних пристроїв з електричним приводом. На сьогоднішній день в існуючих бурових установках електричні гальмівні пристрої використовуються тільки в якості допоміжних і тому для автоматизації процесів гальмування актуальною є задача створення основних гальм бурових лебідок з електроприводом.

Впровадження електричного приводу одночасно дозволяє успішно реалізовувати ще одну задачу – використовувати в якості основних гальм дискові гальмівні механізми, оскільки електричний привод може з однаковою ефективністю керувати будь-яким типом гальмівних механізмів. Дискові гальмівні механізми мають перед стрічково-колодковими гальмами цілий ряд переваг: менші масу та габарити; менші зазори між дисками та колодками в незагальмованому стані (0,1...0,5 мм для дискових гальм та 2...4 мм для стрічково-колодкових гальм) та відповідно менший хід гальмівної колодки дозволяють підвищити швидкодію і передавальне відношення гальмівного приводу; більш рівномірне спрацювання фрикційних матеріалів, так як тиск по поверхні пари тертя диск-колодка розподіляється рівномірно; більший гальмівний момент, який створюється за рахунок зрівноваження сил, що діють з боку колодок на диск; більшу стабільність гальмівного моменту, що розвивається на парах тертя. Найбільш актуальною перевагою дискових гальм, у порівнянні з стрічково-колодковими, є можливість забезпечення більш ефективного відведення тепла від поверхонь тертя, особливо при використанні вентильованих дискових механізмів.

В даний час в світі тільки починається перехід на дискові гальма у бурових лебідках. Так, для мобільних бурових установок зараз в наявності є лише дві таких моделі лебідок [4].

Використання гальмівних систем з електронною системою керування електричним приводом та дисковими гальмівними механізмами дозволяє створити конструкції гальм зі значно кращими у порівнянні з традиційними конструкціями експлуатаційними показниками. Наприклад, можливо значно збільшити гальмівні моменти з одночасним

зменшенням витрат потужності на привод гальмівних механізмів. Будова однієї з перспективних конструкцій, яку достатньо легко можна реалізувати на практиці, наведена на рис.2. Дисковий гальмівний механізм приводиться в дію електричним приводом, який складається з якоря 1, виготовленого з магнітного матеріалу, електромагнітної обмотки 2, відтискної пружини 3, корпусу 4, штоку 5 з немагнітного матеріалу. Гальмівний механізм складається з рухомої колодки 6, виготовленої у формі клинця, нерухомої колодки 7, плаваючого супорта 8, гальмівних накладок 9 та вентильованого гальмівного диска 10.



1 – якор; 2 – електромагнітна обмотка; 3 – відтяжна пружина; 4 – корпус; 5 – шток; 6 – рухома колодка; 7 – нерухома колодка; 8 – плаваючий супорт; 9 – гальмівні накладки; 10 – гальмівний диск

Рис.2. Перспективна конструкція дискового гальмівного механізму з електричним приводом

Принцип роботи конструкції полягає в тому, що шток гальмівного приводу 5 натискає не безпосередньо на гальмівні накладки 9, а через проміжний клинець 6. Тому при гальмуванні гальмівний диск 10 притискає сам до себе гальмівні накладки 9: одну безпосередньо, а другу – через колодку 7 та плаваючий супорт 8.

На першій стадії гальмування блок керування гальмівною системою подає на електромагнітну обмотку привода максимальний початковий струм. На другій стадії, після різкого збільшення гальмівного моменту за рахунок ефекту самопритискання гальмівних накладок, струм обмотки керуючим електронним блоком значно зменшується. В подальшому величина струму електромагнітної обмотки регулюється

блоком керування в залежності від темпу уповільнення гальмівного диску. Наведена конструкція дозволить значно скоротити витрати потужності на привод гальмівних механізмів у порівнянні з пневматичним та гідравлічним приводом.

В запропонованій конструкції для реалізації схеми електроприводу використовується електромагнітна обмотка з натискним якорем. Перевага цієї системи полягає в тому, що вона конструктивно є відносно простою. Але для створення значного магнітного потоку, з метою реалізації великих зусиль на натискному якорі необхідно мати порівняно великі будівельні об'єми статора. Тому, в подальших, більш досконаліх конструкціях, найбільш доцільно як виконуючий механізм використовувати електричний двигун з понижуючим редуктором та натискним шпинделем.

Але з метою мінімізації витрат на переобладнання гальмівної системи бурової лебідки електричний привод основних гальм як стрічково-колодкових, так і дискових, може бути реалізований і в інших варіантах. На першому етапі, наприклад, можливо оснащувати пневмоциліндри гальмівних механізмів з пневмоприводом керуючими електромагнітними клапанами. Проте треба враховувати, що такі системи будуть дещо ускладнені та мати порівняно низьку швидкодію, а це є небажаним для відносно швидкоплинних процесів гальмування.

З метою комплексного вирішення автоматизації процесу гальмування електронна керуюча система також повинна керувати допоміжними гальмами. Найбільш доцільно використовувати електричні допоміжні гальма, які відрізняються зручністю керування, стабільністю режиму роботи, можливістю плавного регулювання гальмівного моменту. Гальмівний момент електричного допоміжного гальма можливо регулювати зміною величини струму обмотки збудження комп'ютером через реле керування.

Можливе також використання для автоматизованої гальмівної системи як допоміжні гідравлічні гальма. Як відомо, зміна величини гальмівного моменту допоміжного гідравлічного гальма досягається регулюванням рівня рідини в ньому. Тому для автоматичного керування гальмівним моментом гідравлічного гальма необхідно за допомогою електронного керуючого пристрою, в залежності від ваги бурильної колони, змінювати рівень рідини в гальмі. Для цього гальмівну систему необхідно додатково обладнати давачами рівня рідини та частоти обертання гальмівного барабану (диска). Зміна рівня рідини буде відбуватись з допомогою насоса і залежатиме від команд електронного керуючого блоку.

Для створення автоматизованої гальмівної системи необхідно вирішити ще одну задачу. Розробити конструкції та виготовити на сучасній елементній базі вимірювальні давачі, наприклад, швидкості і переміщення бурової колони, частоти обертання гальмівного бараба-

ну (диска). Ці давачі повинні бути максимально простими конструктивно та мати мінімальну інерційність. Перевагою сучасних електронних комплектуючих є достатньо висока надійність, що особливо важливо для бурових робіт.

На рис.3 наведена загальна принципова схема системи гальмування бурової лебідки з електронною системою керування. Схема повинна складатися з давачів частоти обертання гальмівного барабану 1 (ДЧ), швидкості руху колони труб 2 (ДШ), переміщення колони 6 (ДПК), блока керування 3 (БК) з відповідним програмним забезпеченням, допоміжного електричного гальма 5 з аналогово-цифровим перетворювачем та реле керування допоміжним електричним гальмом 4 (РКДГ), основного електричного гальма 8 з аналогово-цифровим перетворювачем та реле керування основним електричним гальмом 7 (РКОГ). Для збільшення надійності автоматизованої системи гальмування всі давачі повинні бути продубльовані.

В даний час для дослідження можливості практичного використання електронних гальмівних систем в нафтогазовій галузі на кафедрі нафтогазового технологічного транспорту створюється лабораторна модель лебідки бурової установки з електричним гальмівним приводом та електронною системою керування. В першу чергу планується створення моделі лебідки з дисковим гальмівним механізмом та системою самопідсилення гальмівного моменту.

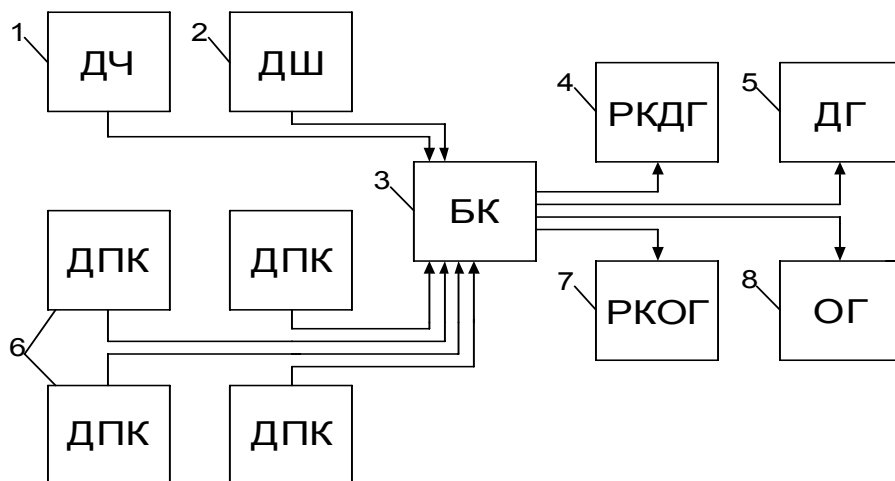


Рис.3. Принципова схема системи гальмування бурової лебідки з електронною системою керування

Висновки

Для удосконалення спуско-піднімальних операцій необхідним є широке впровадження автоматизованих систем керування процесом гальмування. Подальше удосконалення гальмівних систем можливе тільки на основі широкого використання електронних систем та

комп'ютерних технологій. Для впровадження керуючих комп'ютерних систем необхідне застосування як виконавчих механізмів гальмівних пристроїв з електричним приводом. Для подальшого збільшення ефективності гальмівних систем необхідне широке використання дискових гальмівних механізмів.

Література

1. Новое поколение буровых установок Волгоградского завода в Западной Сибири / В.Г.Колчерин, И.В.Колесников, В.С.Копилов, Ю.Л.Баренбойм. – Сургут, ГУП ХМАО “Сургутская типография”, 2000. – 320 с.
2. Устройство оптимизации спуско-подъемных операций в бурении: А.с. 1492030 СССР, Е21В 44/00 / В.А.Бражников, Н.И.Заварзин, А.К.Рахимов, М.И.Сергеев (СССР). – №4322199/23; Заявлено 26.10.87; Опубл. 07.07.89; Бюл. №25. – 3 с.
3. Устройство автоматического управления электротормозной машиной бурового агрегата: А.с. 1082927 СССР, Е21В 19/00/ Б.М.Парфенов, С.В.Колодезев, А.И.Коган, В.В.Жиликов, С.А.Чекалина (СССР). – №3414170/22; Заявлено 25.03.82; Опубл. 30.03.84; Бюл. №12. – 3 с.
4. Крижанівський Є.І. Мобільні установки для буріння, ремонту і обслуговування свердловин: Монографія / Є.І.Крижанівський, Ю.В.Міронов, Л.І.Романишин. – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 209 с.: іл.

Стаття надійшла до редакційної колегії 20.12.2012 р.

*Рекомендовано до друку д.т.н., професором **Мойсишиним В.М.**, д.т.н., професором **Драганчук О.Т.**(м. Київ)*

NEW METHODS OF OPTIMIZATION OF PROCESSES OF FRICTION IN THE BRAKE MECHANISMS OF BORING OPTIONS

L. I. Kryshchtopa, S. I. Kryshchtopa, I. B. Prunko, I. M. Bogachuk

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;

76019, Ivano-Frankivsk, Carpathians str., 15;

ph. +380 (03422) 4-24-64; e-mail: retes@mail.ru

The perspective direction of rise of efficiency of drill units is represented at the expense of automation of processes of braking of drilling hoists on the basis of wide implantation of electronic and computer technologies. The setting of the task is fulfilled and the principles of constructing of the atomized brake assemblies are formulated. A ground of the proposed approach is the complex application of electronic devices for optimization of the process of braking at execution of elevation.

Key words: *automations of processes of braking, boring drilling hoist, electronic devices, computer technologies, implementation low-lifting operations.*