

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГАЛЬМУВАННЯ ПІД ЧАС ЦИКЛУ ОПУСКАННЯ КОЛОНИ БУРИЛЬНИХ ТРУБ

Л.І.Криштона, Я.І.Савчук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42123,
e-mail: retes@mail.ru

Стаття посвячена удосконаленню спуско-підйомних операцій шляхом автоматизації процесів гальмування на основі застосування електричних, електронних систем та комп'ютерних технологій для забезпечення мінімізації втрат часу в процесі управління. Предложена и разработана система автоматизации процесса торможения для ленточно-колодочных тормозов буровой лебедки. Обоснована актуальность исследований при использовании во время третьего этапа цикла спуска, как комплексный показатель различных факторов, тормозной путь колонны бурильных труб. Проанализированы результаты исследований на лабораторной модели буровой лебедки с электрическим тормозным приводом и электронной системой управления.

Зростання об'ємів буріння потребує не тільки збільшення кількості бурових установок, але й підвищення їх ефективності шляхом зміни параметрів, нових конструкційних рішень та обміну передовим досвідом. Бурове обладнання, яке використовується в нафтовій і газовій промисловості, останніми роками суттєво змінилося: з'явилися установки для буріння надглибоких свердловин за глибин 12–15 тис. метрів, установки для буріння на морі за глибин 5–6 тис. метрів, для буріння кушів свердловин на болотах тощо. Змінилася технологія буріння, вдосконалено породоруйнівний інструмент і збільшилась тривалість його роботи у свердловині. Бурова установка – складний комплекс агрегатів, машин і механізмів, які виконують різні, але пов'язані між собою функції. Одним із її важливіших елементів є гальмівні системи бурових лебідок, які призначені для створення зусилля у ведучій струні, для забезпечення надійного утримування в статичному стані колони максимальної ваги, на яку розрахована установка; поглинання потужності під час опускання колони на довжину однієї свічі з найбільшою допустимою швидкістю, що контролюється гальмуванням, і зупинки наприкінці опускання; плавного подання бурової колони в міру заглиблення свердловини при бурінні, за рахунок регулювання гальмівного моменту. Проектування нових та удосконалення існуючих конструкцій гальмівних систем бурових лебідок – важливе завдання, яке стоїть перед спеціалістами – розробниками нафтового обладнання.

Продуктивність бурових установок, в умовах збільшення глибини буріння та прискорення темпів проходки, яка значною мірою залежить від ефективності гальмівної системи, є важливою проблемою для нафтової і газової

The paper is devoted to refinement of trippings by automation of processes of braking on the basis of application of electrical, electronic systems and computer technologies for support of minimization of losses of time at the process of handle. The system of automation of the process of braking for band-block brakes of a drilling hoist is proposed and designed. The urgency of researches after usage is justified during the third stage of cycle of landing as a complex metric of the different factors braker string of drill-pipes. The outcomes of researches on laboratory model of a chisel hoist with an electrical braker drive and electronic control system are parsed.

промисловості. Перспективним напрямом удосконалення спуско-підйомних операцій є автоматизація 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 не здатна забезпечити оптимальність цього процесу залежно від дії різних чинників.

Для мінімізації витрат часу на проведення спуско-підйомних робіт гальмівна система повинна забезпечувати опускання бурильної колони з максимально можливою залежно від навантаження на гаку квазісталою швидкістю та мінімальний час гальмування при зупинці колони. Автоматизована система гальмування порівняно з ручним керуванням здатна точніше підтримувати максимально можливу швидкість опускання бурильної колони та пізніше розпочинати гальмування колони для її зупинки, за рахунок чого і буде досягтися економія часу, дотримання умов техніки безпеки.

На даний час автоматизації процесу гальмування під час циклу опускання колони бурильних труб приділялась недостатня увага. Така ситуація пов'язана переважно з наступним. По-перше, відносна тривалість спуско-підйомних операцій є порівняно невеликою і складає, в середньому, 5-10% від загального календарного часу буріння. Але тут необхідно врахувати те, що на сьогодні конструкції гальмівних механізмів досягли достатньо високого рівня досконалості, відповідно різке покращення їх технічних характеристик за рахунок удосконалення існуючих конструкцій неможливе (насамперед через економічну неспроможність вітчизняних заводів нафтогазового обладнання) і тому необхідно використовувати всі можливі

резерви підвищення їх ефективності. По-друге, до недавнього часу електронні компоненти мали відносно високу вартість та недостатню надійність. Але на даний час ситуація в цьому відношенні змінилася на краще. По-третє, широкому використанню електронних систем заважає відсутність у гальмівних системах бурових установок відповідних виконуючих механізмів [1], оскільки безпосередньо керувати механічним, гідравлічним чи пневматичним приводом гальм бурових установок електронні системи не можуть.

З метою використання сучасних електронних технологій для керування спуско-підймальними операціями необхідно замість традиційних гальм з механічним чи пневматичним приводом використовувати гальма з електричним приводом [2, 3], перевага яких полягає в тому, що електронні системи можуть безпосередньо керувати роботою гальмівних пристроїв з електричним приводом. На сьогоднішній день в існуючих бурових установках електричні гальмівні пристрої використовуються тільки як допоміжні, і тому для автоматизації процесів гальмування актуальним є створення основних гальм бурових лебідок з електроприводом. З метою комплексного вирішення автоматизації процесу гальмування під час циклу спускання колони бурильних труб 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 блоком керування зміною величини струму обмотки збудження через додаткове реле.

Цикл опускання колони бурильних труб складається з трьох послідовних етапів: розгону, сталого руху і гальмування. Під час опускання колони бурильних труб на тривалість гальмування впливає багато різних чинників: зміна ваги бурильного інструмента під час спускання його в свердловину на довжину однієї свічі або обсадної колони на довжину однієї труби, зміна коефіцієнта тертя між поверхнями гальмівної стрічки, ободу гальмівного барабана та фрикційними накладками, зміна коефіцієнтів тертя в елементах підйимального механізму, зміна температури та опору середовища свердловини, зміна інерційних сил, що виникають у процесі спускання бурильного інструмента (обсадної колони) у свердловину тощо.

Врахування дії всіх цих чинників на тривалість етапу гальмування з метою визначення початку прикладання максимального гальмівного моменту в автоматичному режимі є досить складним технічним та математичним завданням, що вимагає інтерполяційного підходу до цієї проблеми. Для розв'язання вказаної задачі, з метою врахування дії всіх наведених вище чинників, пропонується наступний спосіб автоматизації процесу гальмування під час третього етапу циклу опускання колони труб: використовувати як комплексний показник дії

вказаних чинників гальмівний шлях колони бурильних труб. Під час другого етапу циклу (сталого руху) швидкість переміщення колони визначається блоком керування за допомогою сигналів від датчиків частоти обертання гальмівного шківів та швидкості руху колони бурильних труб.

Загальна принципова схема запропонованої системи автоматизації процесу гальмування під час циклу опускання колони бурильних труб наведена в [4].

Для дослідження можливості практичного використання на лебідках бурових установок автоматизованих гальмівних систем було створено лабораторну модель бурової лебідки з електричним гальмівним приводом та електронною системою керування. У запропонованій конструкції для реалізації схеми електроприводу використовується електромагнітна обмотка з натискним якорем (рис. 1) [5].

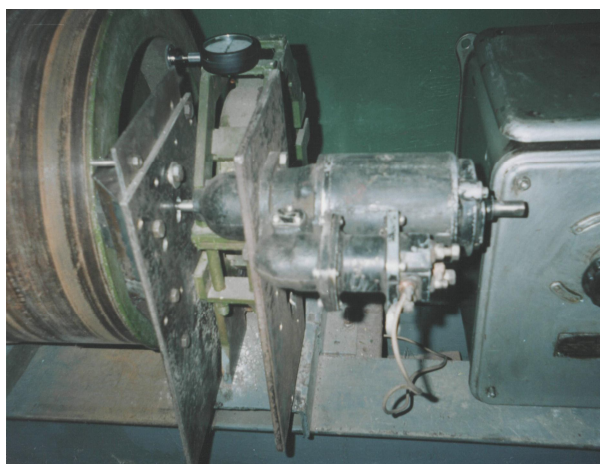
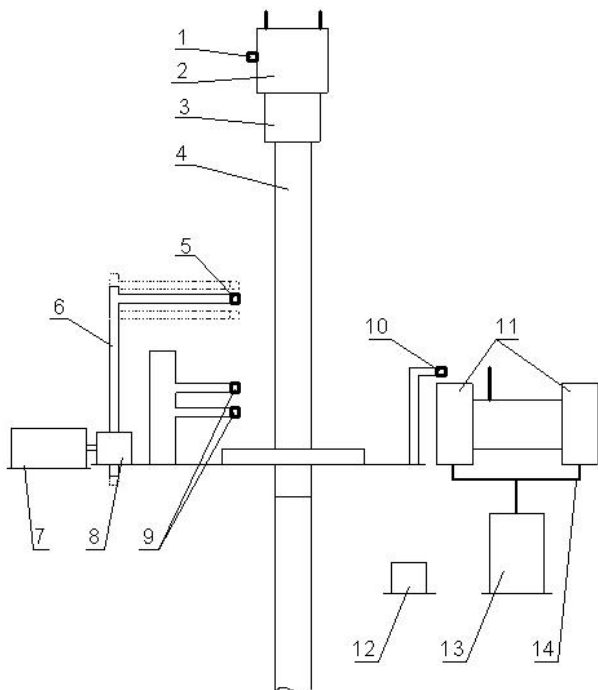


Рисунок 1 – Конструкція гальмівного механізму з електричним приводом

Конструкція автоматизованої гальмівної системи бурової лебідки зображена на рис. 2. Переміщення колони труб 4 фіксується електронною системою керування з допомогою нерухомих датчиків 9. Для лабораторної моделі як датчачі використовувались геркони. Датчачі спрацьовують коли повз них переміщується сигнальний елемент 1, розташований на частинах бурової установки, що переміщуються поступально, наприклад, на талевому блоці 2. Для лабораторної моделі як сигнальний елемент використовувався магніт. Для визначення автоматизованою системою керування моменту початку гальмування застосовується рухомий датчач 5, аналогічний за конструкцією датчачам 9. Датчач 5 розміщений на рейці 6, яка переміщується електродвигуном 7 через редуктор 8 за сигналами блока керування 12. Керування стрічково-колодковими гальмами 11 здійснюється електродвигуном з редуктором 13 через важелі 14 за сигналами блоку керування 12. Частоту обертання гальмівного шківів вимірює датчач 10.

Принцип дії автоматизованої гальмівної системи бурової лебідки полягає в наступному. Коли колона труб 4 розгальмовується і після першого етапу розгону досягає необхідної

швидкості спуску, цей момент фіксується давачем частоти обертання гальмівного шківів 10 і блок керування 12 подає сигнал на вмикання електропривода гальм 13. Це призводить до зниження частоти обертання гальмівного шківів та зменшення лінійної швидкості руху колони труб. Це також фіксується давачем частоти обертання гальмівного шківів 10 і гальмівні механізми 11 розгальмовуються електроприводом 13 за командою блоку керування 12. Швидкість колони труб починає збільшуватись і вказаний процес повторюється.



- 1 – сигнальний елемент; 2 – талевий блок;
3 – елеватор; 4 – колона труб; 5 – рухомий давач;
6 – рейка рухомого давача; 7 – електродвигун переміщення рухомого давача; 8 – редуктор рухомого давача; 9 – нерухомі давачі;
10 – давач частоти обертання гальмівного шківів;
11 – гальмівні механізми; 12 – блок керування електродвигуном приводу гальм; 13 – електродвигун приводу гальм; 14 – важелі гальмівного привода

Рисунок 2 – Структурна схема автоматизованої гальмівної системи бурової лебідки

Вмикання-вимикання електропривода гальмівних механізмів здійснюється за командами блоку керування з високою частотою, що призводить до створення електроприводом постійного зусилля, яке затягує гальмівні стрічки з необхідною силою для забезпечення на другому етапі опускання заданої швидкості колони труб.

Третій етап уповільнення колони труб до її повної зупинки розпочинається при проходженні сигнального елемента 1 вздовж рухомого давача 5. При цьому блок керування 12 подає команду електропривода гальм 13 на створення максимального зусилля затягування гальмівних стрічок. Після повної зупинки колони сигнальний елемент повинен опинитись між

верхнім та нижнім нерухомими давачами 9. При цьому на блок керування надходить інформація про те, що поступив сигнал від верхнього нерухомого давача і немає сигналу від нижнього. Якщо ж при наступних циклах опускання труб колони внаслідок збільшення гальмівного шляху на третій стадії гальмування (наприклад, при збільшенні ваги колони, зменшенні коефіцієнта тертя та ін.) поступить сигнал і від нижнього давача, то за командою блоку керування електродвигун 7 через редуктор 8 перемістить рейку 6 з давачем 5 вгору. Це призведе до того, що гальмування на третій стадії розпочнеться скоріше і сигнальний елемент знову зупиниться між двома нерухомими давачами 1, відповідно, на блок керування поступить інформація про спрацювання верхнього давача і неспрацювання нижнього. Якщо ж при наступних циклах опускання труб колони внаслідок зменшення гальмівного шляху на третій стадії гальмування (наприклад, при збільшенні коефіцієнта тертя) не буде сигналів від обох нерухомих давачів, то за командою блоку керування давачем 5 переміститься вниз. Це призведе до того, що гальмування на третій стадії розпочнеться пізніше і сигнальний елемент знову зупиниться між двома нерухомими давачами. Для забезпечення високої надійності роботи системи автоматизації всі її давачі обов'язково повинні бути продубльованими.

Розроблена система автоматизації процесу гальмування бурових лебідок продемонструвала свою працездатність та ефективність. Експериментальні дослідження під час циклу опускання колони бурильних труб засвідчили, що вона дає змогу зменшити час на опускання однієї труби (або свічі) колони до 10%. Запропонований спосіб удосконалення процесу гальмування та система для його реалізації, що ґрунтується на автоматизації процесу гальмування під час циклу опускання колони бурильних труб, є надійним засобом підвищення продуктивності гальмівної системи бурової установки.

Нафтові компанії починають приділяти увагу модернізації систем автоматизації, що застосовуються у видобуванні нафти і газу. Інколи використовуються старі, давно відомі підходи, але інколи враховується й теперішній рівень розвитку засобів автоматизації та програмного забезпечення. Межі спостережних та керуючих технологічних процесів для автоматизованих систем керування технологічними процесами розширюються — від гирла свердловини на куці свердловин до пункту здавання товарної нафти в магістральний трубопровід. Елементами автоматизованих систем керування технологічними процесами є давачі та інтелектуальні перетворювачі, засоби телеметрії, вторинні перетворюючі пристрої, логічні контролери, які програмуються, та їх програмне забезпечення, персональні комп'ютери зі своїм програмним забезпеченням, сервери для баз даних реального часу.

Умови праці на бурових установках минулого століття вже не відповідають правилам охорони праці та промислової безпеки. Тому на

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 (вібратора, 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