

задачі, переважана умова задачі), мисленнєві дії за аналогом, всупереч аналогу чи комбінаторні, функціонуючи впродовж всіх складових процесів, не завжди перетворюються у переважні мисленнєві дії кожної з них, а, отже не трансформувалися у переважні мисленнєві тенденції, що призводить до зменшення кількості сформованих мисленнєвих стратегій. Все ж, якщо переважачі дії трансформуються у переважні мисленнєві тенденції і доповнюються суб'єктивною впевненістю у їх достовірності – вони трансформуються у мисленні стратегії аналогізування, реконструювання і комбінування. Трансформація переважних мисленнєвих дій у змішану стратегію відбувалася за тих самих умов, що й при звичайному розв'язуванні задач.

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІБРОУДАРНИХ ПРИБОРІВ ДЛЯ ВИВІЛЬНЕННЯ ПРИХОПЛЕНОГО БУРИЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

¹Мойсишин Василь, ²Левчук Катерина

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

¹math@nung.edu.ua, ²kgl.imp.nan@gmail.com

Бурильні труби та обважені бурильні труби нерідко виявляються затиснутими у свердловині, що призводить до збільшення тривалості буріння і додаткових витрат. Прихоплення мають місце під час буріння, спуско-підйомних операцій, каротажу, відбору керна та інших операцій, пов'язаних з рухом обладнання у свердловині.

Спочатку з'ясовують можливість ліквідації прихоплення без роз'єднання колони над місцем прихоплення (рідинна ванна, струшування торпедами, імпульсно-хвильовий спосіб), і лише після цього застосовують ударні механізми або вібратори, для встановлення яких необхідно роз'єднати бурильну колону (БК) над межею її прихоплення.

У доповіді розглянуто методи боротьби з прихопленнями бурильного інструменту ударними пристроями та збуренням коливальних рухів – вібрацією. При статичному навантаженні робота зовнішніх сил повністю перетворюється у потенціальну енергію деформації

$$U = \frac{E}{2} \sum_{i=1}^n F_i \left[\int_0^{l_i} \left(\frac{\partial u_i(x_i, t)}{\partial x_i} \right)^2 dx_i \right],$$

де n – кількість секцій бурильної колони; E – модуль Юнга; F_i , l_i – площа поперечного перетину і довжина БК; $u_i(x_i, t)$ – повздовжнє зміщення;

x_i — поточна координата i -ої секції БК; t — поточний час. Після розчеплення замкової пари потенціальна енергія деформації, накопичена вільною частиною БК, частково переходить у кінетичну

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \rho_i F_i \left[\int_0^{l_i} \left(\frac{\partial u_i(x_i, t)}{\partial t} \right)^2 dx_i \right].$$

Таким чином, пружні бурильні труби є акумулятором хвильової енергії, яка розповсюджується бурильною колоною до моменту взаємодії молота з ковадлом. У процесі ліквідації аварії використовують хвильову енергію. При цьому залишається актуальною задача підвищення міцності елементів бурильної колони [1], що залежать від вибору конструкції низу бурильної колони і тих пристроїв, які введені в її компонування.

В основі вібраційного методу лежить створення в аварійному компонуванні бурильної колони поздовжніх вимушених коливань за допомогою кавітаційного генератора, частоту коливань якого регулюють таким чином, щоб створити резонанс у прихопленій бурильній трубі. В основі вібраційного методу ліквідації прихоплення лежить передавання пружної збуреної хвилі від місця установки вібратора вздовж бурильних труб на прихоплений майданчик. Амплітуда вимушених коливань залежить від власних частот коливань бурильної колони, яку досліджено в роботі [2]. Поблизу власних частот амплітуди різко зростають, що свідчить про резонанс. Робота вібропристрою буде найефективнішою, якщо його налаштовано на резонанс. Збуджені коливання передаються до місця прихоплення, внаслідок чого змінюються реологічні властивості прихоплюючої породи. З часом тиск породи на БК зменшується і вона вивільняється. З метою зменшення тривалості ліквідації ускладнення доцільно використовувати амортизатор, який вмонтовують ближче до розташування віброударного пристрою.

На базі створених математичних моделей та комп'ютерного моделювання було проведено дослідження динамічних та енергетичних параметрів, які передаються на майданчик прихоплення. Удар спричиняє в бурильних трубах складні динаміко-хвильові процеси, котрі руйнують не лише пласти породи, що обмежують переміщення колони, але й елементи бурового обладнання. З метою уникнення ускладнень доцільно забезпечити систематичне спрацювання ударного пристрою через однакові проміжки часу. Дослідження [3] та практичні випробування [4] показали, що тривалість ударних імпульсів не перевищують 0,2 мсек., а включення в компонування низу БК амортизатора збільшує тривалість удару в 1,5-1,8 раза [5]. Систематичність ударів, зазвичай, неперіодична. До того ж у механічних системах з вмонтованими ударними механізмами резонансні коливання відбуваються не на власних частотах, що вимагає попередніх чисельних роз-

рахунків бурильної колони для кожного компон. Якщо в'язкість бурового розчину незначна, то інтенсивні коливання вдається підтримувати за допомогою збурених сил з амплітудою близько 1 кН. Зазначимо, що віброударні режими – це результат систематичних ударів, кожний з яких породжує власний перехідний процес. Таким чином, віброударні системи, в яких накладаються хвильові рухи бурильних труб як результат багаторазової взаємодії перехідних процесів.

З метою зменшення тривалості ліквідації аварії доцільно використовувати амортизатор, який вмонтовують ближче до розташування віброударного пристрою. Для підвищення ефективності процесу вивільнення бурильного інструменту доцільно організувати сумісну роботу ударного механізму, вібратора і БК, налаштовуючи механічну систему на резонансний режим роботи.

Література

- [1] *Pal Skalle and Odd Erik Gundersen. Detection of Symptoms for Revealing Causes Leading to Drilling Failures // SPE Drilling Completion, 28, No. 2: 182 (2013). SPE-165931-PA. <http://dx.doi.org/10.2118/165931-PA>.*
- [2] *Мойсишин В. М., Левчук К. Г. Дослідження процесу звільнення прихоплення бурильної колони ударним пристроєм // Вібрації в техніці та технологіях. 2015. Випуск 4 (80). С. 147-150.*
- [3] *Мойсишин В. М., Левчук К. Г., Шегда Л. М., Клімковський А. Р. Математичне моделювання та параметричні дослідження роботи механічного яса під час ліквідації прихоплення бурильної колони // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2015. №1 (54). – С.49-56.*
- [4] *Jack E. Smith, Ronald W. Schutz and Edmond I. Bailey. Development of Titanium Drill Pipe for Short Radius Drilling // IADC/SPE Drilling Conference, 23-25 February, New Orleans, Louisiana (2000). SPE-59140-MS. <http://dx.doi.org/10.2118/59140-MS>.*
- [5] *Левчук К. Г. Вплив місця установки амортизатора на показники ударного імпульсу аварійного компонування бурильної колони // Інформаційні системи, механіка та керування. №12 (2015), С. 72-83. <http://dx.doi.org/10.20535/2219-380412201551404>.*

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАНЬ ВОДОВІДІЛЬНОЇ КОЛОНИ

¹Мойсишин Василь, ²Славий ОРЕСТ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

¹math@nung.edu.ua, ¹burewisnyk@gmail.com

Моделювання поперечних коливань водовіддільної колони (БК) є необхідним для розрахунків на міцність, безаварійність та довговічність її