

Отже, Hadoop – вільна програмна платформа і каркас для організації розподіленої обробки великих обсягів даних (що міряється у петабайтах) з використанням парадигми MapReduce, при якій завдання ділиться на багато дрібніших відособлених фрагментів, кожен з яких може бути запущений на окремому вузлі кластера. Таким чином, в даному дослідженні розглянуто методологічні аспекти прогнозування часу обробки запиту на платформі Hadoop. Також описано види прогнозу та способи їх застосувань [4].

Список використаних джерел:

1. White, Tom. Hadoop: The Definitive Guide. – 2-nd edition. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2011. – 600 р.; Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 83 с.
2. Задоя А.О. Мікроекономіка. Київ: Т-во «Знання», КОО, 2000, с. 176.
3. Прогнозування та планування в умовах ринку: Навч. посібник для Вузів / Під. ред. Т.Г. Морозової, А.В. Пікулькіна. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 1999. 3. Бокс Дж., Дженкінс Г. (1974) Аналіз тимчасових рядів. Прогноз і управління. – М.: Світ, 1974. – Вип. 1, 2.
4. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1974. – 536 с.; Каліткін Н.Н. Численные методы. – М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1978. – 246 с.

Левківська Л.В.

*кандидат технічних наук, доцент,
Національний транспортний університет*

МАТЕМАТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМ МЕХАНІКИ БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Енергетика – основа сучасного господарства. За останні два століття світова енергетика пройшла у своєму розвитку два головні етапи і нині наблизилася до третього. Перший – вугільний етап тривав упродовж ХІХ і першої половини ХХ ст. коли переважало вугільне паливо. Другий – нафтогазовий етап розпочався в другій половині ХХ ст. і продовжується нині, що зумовлено багатьма перевагами нафти й газу як ефективніших енергоносіїв порівняно з твердим паливом. Третій етап – це поступовий перехід від використання переважно вичерпних мінеральних ресурсів до енергетичного палива, що ґрунтується на відновлюваних і невичерпних ресурсах, або до альтернативних джерел енергії (енергії Сонця, геотермальної енергії Землі, енергії морів і океанів, вітру, біоенергії, енергії термоядерних реакцій). Це пояснюється погіршенням гірничо-геологічних умов видобування палива і загостренням проблеми енергозабезпечення людства на початку ХХІ ст.

Проте нині нафтогазова промисловість залишається провідною галуззю енергетики. Сьогодні нафта і природний газ є основою світового паливно-енергетичного балансу. Продукти їх переробки широко використовуються у всіх галузях промисловості, сільського господарства, на транспорті і в побуті

[1, с. 1529]. Нові технології дозволяють видобувати нафту і газ навіть там, де десять років тому це вважалося безперспективним і неможливим. Вже нерідкі випадки проходження вертикальних нафтогазових свердловин глибиною понад 10 км, а рекордне віддалення від бурильної установки горизонтальної свердловини перевищило 13,5 км.

Однак буріння криволінійних нафто-газових свердловин великої протяжності пов'язане зі значними технічними та теоретичними труднощами [2, с. 85], викликаними перш за все дією сил контактної та фрикційної взаємодії зовнішньої поверхні бурильної колони з поверхнею стінки свердловини. У процесі буріння або виконання спуско-підйомних операцій (наприклад, для заміни ріжучого породо долота) ці сили досягають досить великих значень, особливо у місцях геометричних нерегулярностей осьової лінії свердловини у формах зламів і гармонічних або спіральних вейвлетів. Часто вони є основною причиною порушення технології буріння і призводять до прихоплення бурильної колони в криволінійній свердловині. Для моделювання цих ефектів необхідно застосовувати теорію гнучких криволінійних стержнів [3, с. 112-115], методи диференціальної геометрії та обчислювальної математики. При цьому особливий інтерес представляє питання про з'єднання двох ділянок свердловини з різними кривизнами. Для цієї операції є нераціональним використовуваний на практиці метод мінімальної кривизни, що базується на моделюванні колони абсолютно гнучкою ниткою, а слід з'єднувати ділянки свердловини шляхом введення малих ділянок у формі спіралі Кореню (клотоїди) або кубічної параболи.

Щоб продемонструвати труднощі, пов'язані з розрахунком таких систем, наведемо рівняння пружної рівноваги бурильної колони у каналі криволінійної свердловини. Вони включають три рівняння рівноваги силової групи:

$$\begin{aligned} \frac{dF_u}{ds} &= r \cdot F_v - k_R \cos \chi \cdot F_w - f_u^{gr} - f_u^c, \\ \frac{dF_v}{ds} &= k_R \sin \chi \cdot F_w - r \cdot F_u - f_v^{gr} - f_v^c, \\ \frac{dF_w}{ds} &= k_R \cos \chi \cdot F_u - k_R \sin \chi \cdot F_v - f_w^{gr} - f_w^{fr}, \end{aligned} \quad (1)$$

та три рівняння моментної групи:

$$\begin{aligned} \frac{dk_R}{ds} \sin \chi + k_R \cos \chi \cdot (r - k_T) &= \frac{A - C}{A} \cdot k_R \cos \chi \cdot r + \frac{F_v}{A}, \\ \frac{dk_R}{ds} \cos \chi - k_R \sin \chi \cdot (r - k_T) &= \frac{C - A}{A} \cdot k_R \sin \chi \cdot r - \frac{F_u}{A}, \\ \frac{dr}{ds} &= -\frac{m_w^{fr}}{C}, \end{aligned} \quad (2)$$

де $A = EI$; $C = GI_0$.

Тут F_u, F_v, F_w – компоненти вектора внутрішніх сил; f_u^c, f_v^c – зовнішні розподілені сили контактної взаємодії бурильної колони зі стінками свердловини; f_w^{fr}, m_w^{fr} – сила тертя та момент сил тертя; E, G – модулі пружності матеріалу бурильної колони при розтязі й зсуві; I, I_0 – осьовий і полярний моменти інерції поперечного перерізу труби бурильної колони; k_R, k_T – кривина й скрут осової лінії свердловини; r – кручення; χ – кут пружного закручування.

Побудована система рівнянь дає можливість визначити параметри напруженого стану бурильної колони та сил опору, що генеруються при її осьовому і обертальному рухах [4, с. 148-151]. За допомогою розробленої моделі можна регулювати ці характеристики на кожному етапі виконання технологічних операцій буріння [5, с. 40-44].

Список використаних джерел:

1. Chow J., Kopp R.J., Portney P.R. Energy Resources and Global Development // Science. – 2003. – V. 302. – P. 1528-1531.
2. Mohiuddin M.A., Khan K., Abdulraheem A., Al – Majed A., Awal M.R. Analysis of wellbore instability in vertical, directional and horizontal wells using field data // Journal of Petroleum Science & Engineering. – 2007. – V. 55. – P. 83-92.
3. Glovach L.V. The computer simulation of drill column dragging in inclined bore – holes with geometrical imperfections / V.I. Gulyayev, S.N. Hudoly, L.V. Glovach // International journal of solids and structures. – 2011. – V. 48. – P. 110-118.
4. Левківська Л.В. Мінімізація сил опору при осьовому русі бурильної колони у криволінійній свердловині / В.І. Гуляєв, О.М. Андрусенко, Л.В. Левківська // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково – технічний збірник. Випуск 1 (31), 2015. – С. 145-152.
5. Левківська Л.В. Математичне моделювання пружного згинання бурильної колони у каналі криволінійної нафтогазової свердловини / В.В. Гайдайчук, Л.В. Левківська, Я. І. Ковальчик // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2016. – №97. – С. 31-46.

Мацьшин С.О.

асистент,

Криворожский национальный университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ И ПОДБОРА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Повышение эффективности машиностроительных производств, получение изделий качества мирового уровня невозможно без внедрения новых конструкций инструмента и способов их реализации [2, с. 62].

Многие наиболее распространенные детали, применяемые в машинах и механизмах различного назначения, содержат отверстия. Однако, несмотря на