

ДОСЛІДЖЕННЯ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНОЇ СИЛИ МАГНІТНИХ ЛОВИЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Романишин Т. Л.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
к.т.н., доцент, Україна*

Анотація. Аварійні ситуації, що виникають під час буріння нафтових і газових свердловин, обумовлюють необхідність застосування магнітних ловильних пристроїв. Одним із недоліків існуючих пристроїв з постійними магнітами є наявність плоскої робочої поверхні магнітної системи, що обмежує ефективність взаємодії з об'єктами складної геометрії та знижує силу притягання. Для підвищення ефективності вилучення із свердловин феромагнітних предметів неправильної форми розроблено нову конструкцію ловильного пристрою з рухомими магнітними системами. Для підтвердження працездатності пристрою виконано теоретичні дослідження із застосуванням методу скінченних елементів. Розрахунки вантажопідіймальної сили при взаємодії магнітних систем із шарошкою бурового долота та самим долотом засвідчили ефективність пристрою при роботі з об'єктами складної форми. Використання розробленого ловильного пристрою дозволить вилучати із свердловини феромагнітні предмети незалежно від їхньої маси та форми.

Ключові слова: ловильний пристрій, магнітна система, постійний магніт, вантажопідіймальна сила, бурове долото.

Вступ. Під час буріння нафтогазових свердловин можуть виникати аварійні ситуації, що призводять до залишення на вибої металевих предметів [1]. Процес спорудження шахтних стовбурів також супроводжується ускладненнями, які суттєво впливають на техніко-економічні показники бурових робіт. Встановлено [2], що найефективнішими засобами для вилучення феромагнітних уламків із свердловин є ловильні пристрої, що використовують постійні магніти. Проте, більшість сучасних магнітних уловлювачів оснащені системами з плоскими робочими поверхнями. Це обмежує площу контакту аварійних уламків із полюсами магнітної системи, що особливо актуально для габаритних предметів складної геометричної форми.

Основний матеріал. З метою підвищення ефективності вилучення із нафтогазових свердловин предметів складної геометричної форми розроблено

конструкцію магнітного ловильного пристрою з рухомими магнітними системами [3]. Пристрій складається з переходника, корпусу, всередині якого розміщені магнітні системи, та фрезерної коронки. Магнітні системи містять центральний та зовнішній магнітопроводи циліндричної форми, між якими встановлені сегментні радіально намагнічені постійні магніти. Периферійні магнітні системи встановлені впритул по колу, причому їхня полярність змінюється по чергово. Завдяки взаємодії магнітних полів суміжних систем відбувається їх взаємне утримання у будь-якому положенні. Під дією осьового зусилля магнітні системи переміщуються та повторюють форму уловлювального предмета, що сприяє збільшенню площі контакту з об'єктами складної геометрії.

Основним показником призначення магнітних ловильних пристроїв є вантажопідіймальна сила, що характеризує магнітну енергію в робочому зазорі. Для встановлення уловлювальної здатності розробленого пристрою як досліджуваній об'єкт обрано шарошку бурового долота. Даний об'єкт володіє складною геометричною формою та часто залишається на вибої свердловин. Також можливе залишення в свердловині цілого долота внаслідок порушення правил кріплення або спуску. Тому, досліджено взаємодію магнітних систем з цілим тришарошковим долотом діаметром $11\frac{5}{8}$ " (IADC Code 415).

Тривимірні моделі шарошки, долота та магнітної системи створено в середовищі SolidWorks. При цьому враховувалося, що шарошка на вибої може займати будь-яке положення. Відтак змодельовано найімовірніші варіанти розташування систем під час уловлення шарошки та долота (рис. 1). Розрахунок зусилля притягання досліджуваних об'єктів до магнітної системи проведено в програмному комплексі ANSYS Electronics Desktop.

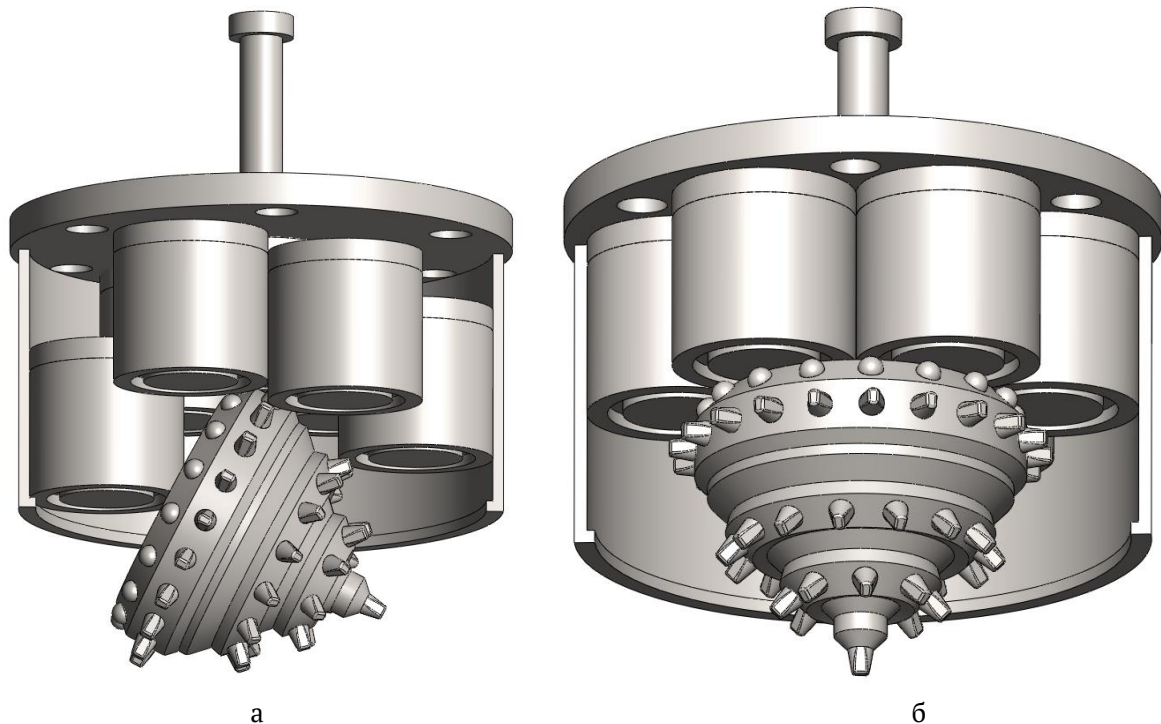


Рисунок 1 – Тривимірні моделі магнітних систем та шарошки долота:
а - контакт систем по конусних поверхнях; б – контакт систем по торцевій поверхні

Теоретичні дослідження дозволили встановити значення вантажопідіймальної сили під час уловлення шарошки в різних положеннях. На рис. 1, а зображено типове розташування залишеної в свердловині шарошки. Одна із магнітних систем перебуває в крайньому нижньому положенні, оскільки не контактує з шарошкою, тоді як інші системи відтворюють форму уловлюваного предмету. У цьому випадку, вантажопідіймальна сила складає лише 528 Н, що пояснюється точковим контактом магнітних систем з шарошкою долота. Якщо уловлення відбувається за торець (рис. 1, б) сила притягання зростає до 2016 Н. Це пояснюється суттєвим збільшенням площі контакту магнітопроводів з торцевою поверхнею шарошки.

У разі притягання до тришарошкового долота вантажопідіймальна сила становить 2759 Н. Варто зазначити, що вага досліджуваного долота рівна 880 Н. В досліджуваній моделі контакт відбувається між робочими полюсами магнітопроводів магнітних систем і торцевою поверхнею ніпельної частини долота. Долото утримується чотирма магнітними системами, три інші системи перебувають в крайньому нижньому положенні, контактуючи з уловлюваним

предметом лише боковими поверхнями. Незважаючи на це, зберігається взаємна фіксація всіх систем між собою, а також їх утримання в робочому положенні.

Висновки. Проведені теоретичні дослідження дозволили визначити основні силові параметри магнітного ловильного пристрою під час взаємодії з предметами складної геометричної форми. Встановлено, що вантажопідіймальна сила перевищує вагу шарошки у 6 та 23 рази, залежно від її положення на вибої свердловини. У разі взаємодії з тришарошковим буровим долотом зусилля притягання більш ніж утричі перевищує його вагу. Отримані результати підтверджують здатність розробленого магнітного пристрою вилучати предмети складної геометричної форми незалежно від їхнього розташування на вибої.

ЛІТЕРАТУРА

1. Specialized Tools for Wellbore Debris Recovery / B. Coll, G. Laws, J. Jenpert, M. Sportelli, C. Svoboda, M. Trimble. *Oilfield Review*. 2012. Vol. 24, Issue 4. P. 4-13.
2. DeGeare J. The Guide to Oilwell Fishing Operations: Tools, Techniques, and Rules of Thumb. Gulf Professional Publishing, second ed. 2014. P. 213.
3. Магнітний ловильний пристрій: пат. 117421 Україна, МПК E21B 31/06 / Т. Л. Романишин, Л. І. Романишин, П. Є. Фещенко. № а201704411; заявл. 03.05.2017; опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 5 с.

STUDY OF THE HOISTING CAPACITY OF THE MAGNETIC FISHING TOOLS

Taras Romanyshyn

Abstract. *Accidents which happen during the construction of oil and gas wells causes the widespread use of magnetic fishing tools. One of the main drawbacks of existing tools based on permanent magnets is the flat working surface of the magnetic system, which limits effective interaction with objects of complex geometry and reduces the lifting force. To improve the efficiency of extracting ferromagnetic objects with irregular shapes from wells, a new design of a fishing tool with the moving magnetic systems has been proposed. In order to determine the working capacity of the designed tool, theoretical studies were carried out using the finite element method. The calculated hoisting capacity during interaction between the magnetic systems and both the roller cone bit and the drill bit confirmed the effectiveness of the tool in fishing irregularly shaped objects. The application of the developed fishing tool allows to remove the ferromagnetic objects from the well regardless of their weight and shape.*

Keywords: *fishing tool, magnetic system, permanent magnet, hoisting capacity, drill bit.*

REFERENCE

1. Specialized Tools for Wellbore Debris Recovery / B. Coll, G. Laws, J. Jenpert, M. Sportelli, C. Svoboda, M. Trimble. Oilfield Review. 2012. Vol. 24, Issue 4. P. 4-13.
2. DeGeare J. The Guide to Oilwell Fishing Operations: Tools, Techniques, and Rules of Thumb. Gulf Professional Publishing, second ed. 2014. P. 213.
3. Mahnitnyi lovylnyi prystrii: pat. 117421 Ukraina, MPK E21B 31/06 / T. L. Romanyshyn, L. I. Romanyshyn, P. Ye. Feshchenko. № a201704411; zaiavl. 03.05.2017; opubl. 25.07.2018, Biul. № 14. 5 p. [in Ukrainian]