

3. Патент Україна 50920 А, МПК E21B10/26. Опорно-центруючий пристрій / Є. І. Крижанівський, І. В. Воевідко, Т. Р. Шандровський, І. І. Чудик – Опубл. 15. 11. 2002, Бюл. №11.
4. І. І. Чудик, А. Р. Юрич, А. А. Козлов. Врахування каверно- і жолобоутворень при проектуванні неорієнтованих КНБК // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2007. – № 2 (23). – С. 45–50.
5. Модельовання компоновок низу бурильної колони з опорно-центруючими елементами (ОЦЕ) в похило-скерованому стовбурі свердловини / А. Р. Юрич, І. І. Чудик, В. В. Гриців, [та ін]// Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ. – 2008. – №2 (27). – С.51–55.

Надійшла 31.05.10

УДК 622. 244.4

Л. І. Романишин, канд. техн. наук, **Т. Л. Романишин**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЇВ НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВИБОЇВ СВЕРДЛОВИН ВІД МЕТАЛУ ПРИ БУРІННІ

The factors which influence power and magnetic characteristics of magnetic systems are in the focus of attention. The given results of theoretical and experimental research has become the basis for streamline system construction of magnetic tools for bottom hole cleaning on the base of highly powered magnets.

Забезпечення високих темпів розвитку нафтової та газової галузей промисловості залежить насамперед від прискорення технічного переозброєння, подальшого вдосконалення технології і організації бурових робіт та вжиття профілактичних заходів, спрямованих на попередження аварій при бурінні.

З аналізу багатьох досліджень щодо стану вибою у процесі буріння випливає, що на вибоях будь-яких свердловин наявний металевий скрап різного походження, маси та форми. Особливо багато металевого скрапу залишається у свердловинах після аварійно-відновлювальних робіт. Встановлено, що за рекомендованої швидкості висхідного потоку промивальної рідини густиною 1160 кг/м^3 у свердловині забезпечується очищення вибою від металевих частинок густиною 7850 кг/м^3 та умовного діаметра до 2 мм. Частинки більшого розміру та густини (твердий сплав) за існуючої системи промивання не виносяться потоком промивальної рідини на поверхню, а супроводжують процес руйнування породи і є однією з причин виходу з ладу породоруйнівного інструменту [1].

Одним із важливих чинників підвищення техніко-економічних показників поглиблення свердловини і зниження аварійності є систематичне очищення вибою свердловини від металевих предметів (частинок), що залишаються у свердловинах після аварій та бурінні. Успіх таких профілактичних робіт залежить від правильно вибраного для цього інструменту, його конструктивних особливостей та надійності.

Для очищення вибою свердловин від металу розроблено кілька ловильних інструментів, всі вони передбачають необхідність додаткової спуско-підіймальної операції. Не існує пристроїв для періодичного очищення свердловин від металу, крім шламометалоуловлювачів, які можна включати в компоновку бурильної колони при бурінні чи фрезеруванні, та й ті малоефективні при вилученні металевих частинок.

З метою задоволення потреб бурових організацій у вискоелективних засобах очищення свердловин від металу потрібно створити пристрої на постійних магнітах, здатні забезпечувати якісне очищення вибою свердловини від металу з мінімальними витратами часу

і коштів. Використання енергії поля постійних магнітів – один з перспективних напрямків розвитку ловильних пристроїв.

Для розв'язання поставленого завдання необхідно здійснити аналітичний огляд пристроїв для очищення свердловини від металу, встановити вимоги до конструкцій магнітних уловлювачів, проаналізувати ринок постійних магнітів та розробити ефективну конструкцію ловильного пристрою на базі теоретичних та експериментальних досліджень силових та магнітних характеристик системи.

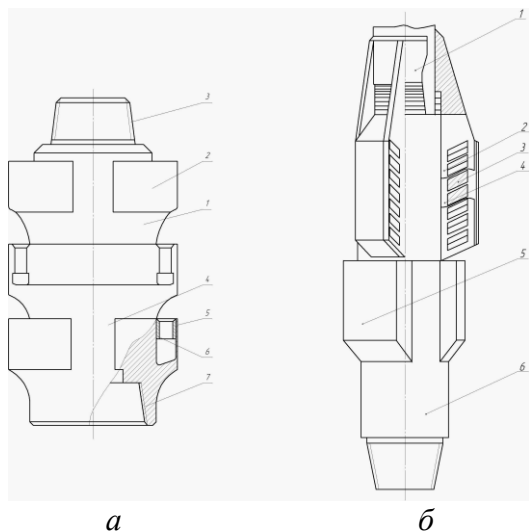


Рис. 1. Схеми магнітних уловлювачів [2;3]

промивальної рідини багаторазово змінює швидкість і напрям, що призводить до випадання частинок металу і породи в пастки; при цьому частинки з феромагнітними властивостями утримуються магнітним полем системи 6.

У процесі роботи пастки кишенькового типу швидко заповнюються шламом, а магнітна система не здатна утримати частинки металу.

Магнітний уловлювач, зображений рис. 1б, складається з корпусу 7 та розміщених на ньому лопатей 5. До нижньої внутрішньої поверхні лопатей прикріплені постійні магніти 4. Під лопатями встановлені камери 6 для збирання вловлених частинок. Над лопатями співвісно корпусу встановлено втулку 1 з пластинами 3, в яких виконані наскрізні отвори, що відповідають за формою розміщенню магнітів на лопатях. Втулка здійснює осьове переміщення відносно корпусу і лопатей, що дає можливість періодично очищувати магніти від уловленого металу. Між втулкою і виступом корпусу може бути встановлена пружина 2, призначена для збільшення амплітуди коливань.

Недолік цього пристрою полягає у швидкому заповненні камер частинками породи, а також недостатній площі контакту магнітної системи з вловлюваними частинками металевго скрапу, що призводить до їх відривання від магніту при підніманні бурильної колони. Наявність пружини і різьбових з'єднань знижує технологічність пристрою.

Магнітний металоуловлювач (рис. 2) складається з корпусу 5 з центральним промивним каналом, пасток 4 кишенькового типу, спіралеподібних каналів 1, перевідників верхнього 9 та нижнього 2, внутрішнього шпинделя 6, екрануючої обойми 8, кільцевого магніту 7 із набору сегментів та ущільнюючих кілець 3. Пастки 4 виконані у вигляді сегментів,

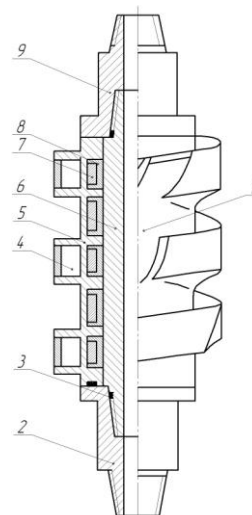


Рис. 2. Схеми магнітного металоуловлювача [4]

розміщених по ходу обертання уловлювача, які утворюють вздовж корпусу в напрямі його обертання спіралеподібні канали.

Недоліком магнітного металоуловлювача є низька ефективність магнітної системи внаслідок замикання магнітних силових ліній на корпус.

До пристроїв гідродинамічної дії належить шламометалоуловлювач (рис. 3), який складається з корпусу 1 з ребрами жорсткості 2, кожуха 3 з донними колосниками 5, закріпленими на ребрах жорсткості, та обтічника 6, закріпленого на корпусі під дном кожуха.

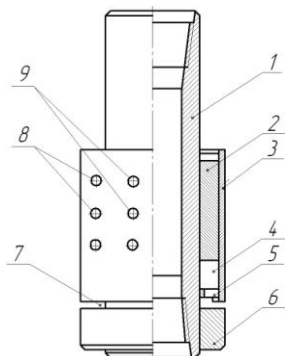


Рис. 3. Схема шламометалоуловлювача [5]

Між обтічником і колосниками є зазор 7 встановленої висоти. У кожусі виконані вертикальні ряди отворів вхідних 8 і вихідних 9. Зовнішня поверхня корпусу і внутрішня поверхня кожуха утворюють накопичувальну ємність 4 у вигляді кільцевих секторів. Зовнішні діаметри обтічника та кожуха однакові.

Недолік шламометалоуловлювача – швидке заповнення камери шламом та обмежена здатність виловлювання твердо-сплавного оснащення долота та великих металевих частинок.

На основі патентного пошуку в Україні, Росії, США, Азербайджані та аналізу науково-технічної інформації доходимо такого висновку:

не розроблені засоби для періодичного очищення вибоїв свердловин від металу магнітної дії;

шламометалоуловлювачі гідродинамічної дії малоефективні при виловлюванні металевих частинок; гідромагнітні шламометалоуловлювачі мають значні недоліки, серійно не виготовляються й відомі тільки як винаходи.

Магнітні ловильні пристрої призначені для роботи у свердловинах за умов високого гідростатичного тиску, температури, вібрації, ударів та агресивного феромагнітного середовища. Складні умови експлуатації пристроїв потребують створення таких конструкцій, які забезпечуватимуть високі силові та магнітні характеристики пристроїв у важких свердловинних умовах та відповідатимуть таким вимогам:

матимуть максимально можливу вантажопідйомну силу, стійкість до дії розмагнічувальних чинників;

будуть високоміцними та корозійно стійкими до дії агресивного середовища, забезпечуватимуть мінімальне розсіювання магнітного поля і запобігатимуть його замиканню на корпус;

будуть якісно та за короткий час очищувати вибір свердловини від феромагнітних предметів незалежно від їх геометричної форми.

Магнітні системи ловильних пристроїв складаються з постійних магнітів та магнітопроводів. Якість систем залежить від схеми їх розміщення, а також магнітотвердого та магнітом'якого матеріалів.

Як магнітотвердий матеріал у магнітних системах застосовують здебільшого керамічні феритобарієві (барієві) постійні магніти. В Україні освоєний серійний випуск високоенергетичних магнітів на основі неодиму, заліза та бору (Nd-Fe-B).

Параметри найпоширеніших у силових магнітних системах керамічних феритобарієвих і високоенергетичних магнітів наведені в таблиці.

Постійні магніти виготовляють з магнітотвердих матеріалів, властивості яких характеризуються кривою розмагнічування – ділянкою петлі гістерезису магніту, розміщеною у другому квадраті координат (напруженість зовнішнього магнітного поля H – магнітна індукція в середньому перерізі магніту B) [6].

Магнітні параметри магнітотвердих матеріалів [6]

Марка матеріалу	B_r , Тл	H_c , кА/м	jH_c , кА/м	W_{max} , кДж/м ³	Марка матеріалу	B_r , Тл	H_c , кА/м	jH_c , кА/м	W_{max} , кДж/м ³
24БА210	0,37	205	210	12,0	НПМ-30КК	1,08	756	2000	223
28БА190	0,39	185	190	14,0	N33UH	1,14	756	2000	247

Результати аналізу кривих розмагнічування магнітів на основі Nd-Fe-B та фериту барію (рис. 4) показують, що ці магніти мають значно вищі характеристики. Так, залишкова індукція цих магнітів у 2,5 рази перевищує залишкову індукцію магнітів на основі фериту барію, коерцитивна сила – у 6 разів. Це дає змогу досягти максимально можливої магнітної індукції на робочій поверхні системи, що наближається до індукції насичення магнітопроводів (2,13 Тл), виготовлених із магнітом'яких матеріалів.

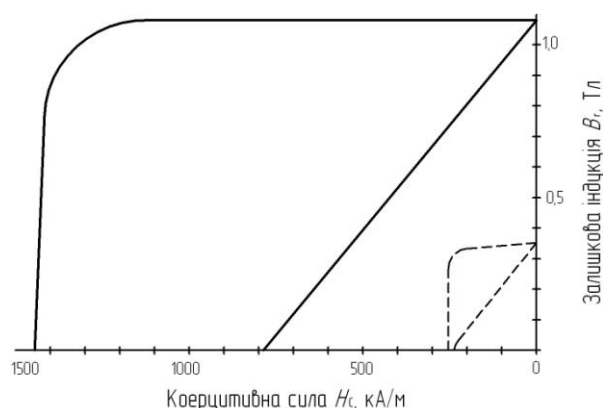


Рис. 4. Криві розмагнічування постійних магнітів [6]:

— — Nd – Fe – В (НПМ – 30 КК); — — — — — ВаО·6Fe₂O₃ (24БА220)

Отже, на основі аналізу характеристик (індукції, напруженості та енергії магнітного поля) постійних керамічних магнітів для систем уловлювачів вибираємо магніти на основі сплаву неодим – залізо – бор (Nd-Fe-B) марки НПМ-30КК [6].

Розроблення ловильного пристрою для періодичного профілактичного очищення вибоїв свердловин від феромагнітних предметів при бурінні та аварійно-відновлювальних роботах передбачало раціональне розміщення систем на базі високоенергетичних магнітів, визначених на основі теоретичних та експериментальних досліджень.

Магнітний ловильний пристрій (рис. 5) складається з корпусу 1 для з'єднання з бурильною колоною та породоруйнівним або ловильним інструментом. До корпусу за допомогою лап 2, стержнів 5 та скоб 6 прикріплені системи з кільцевих магнітопроводів 3 та високоенергетичних магнітів 4, розміщених двома ярусами. Новизна конструкції полягає в тому, що магнітні системи виконані відкритими для обтікання промивальною рідиною та розміщені двома ярусами, причому верхній ярус зміщений відносно нижнього на 45° [7]. Таким чином, створюються умови для ефективного уловлювання феромагнітних частин, позаяк промивальна рідина

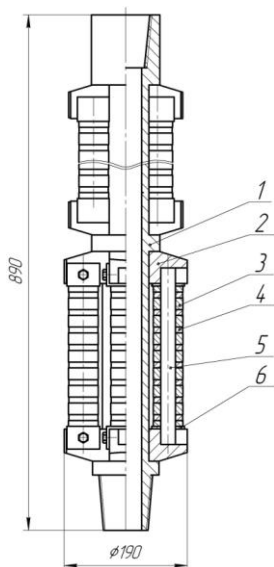


Рис. 5. Схема магнітного ловильного пристрою

постійно омиває магнітні системи.

<u>Технічні характеристики магнітного ловильного пристрою</u>		
Питома вантажопідйомна сила, Н/см ² , не менше	60	
Осьове навантаження, кН, не більше		250
Витрати рідини, м ³ /с, не менше		18·10 ⁻³
Частота обертання, хв ⁻¹		60 – 250
Приєднувальна різь (ГОСТ 5286-75)	3-121	
Габаритні розміри, м:		
довжина	0,89	
діаметр	0,19	

Пристрій працює в такий спосіб. Його встановлюють у нижній частині бурильної колони над породоруйнівним (різальним, ловильним) інструментом, опускають у свердловину, промивають вибій, і починають буріння (фрезерування). При промиванні рідина проходить внутрішнім каналом пристрою, потрапляє до зони руйнування породи (аварійного предмету), де захоплює зруйнований метал та породу і виносить їх у затрубний простір. При цьому рідина омиває магнітні системи, які вилучають із неї феромагнітні частинки. Після завершення буріння або аварійно-відновлювальних робіт пристрій піднімають на поверхню і очищують від уловлених предметів.

Отже, розроблено ловильний пристрій гідромагнітної дії на базі систем із високоенергетичних постійних магнітів для очищення вибоїв свердловин від феромагнітних предметів при бурінні та аварійних роботах, який не має аналогів в Україні. Використання магнітного пристрою дасть змогу поліпшити показники роботи бурових доліт, фрезерів і попереджувати аварії.

Література

1. Ю. А. Курников, И. Ф. Концур, М. Т. Кобылянский, Л. И. Романишин. Магнитные устройства для очистки скважин / – Львов: Выща шк., 1988. – 108 с.
2. А. с. № 2004770 СССР, МКИ Е 21 В 31/06. Ловильное устройство / А. Н. Осколков – Заявл. 18.06.91; Оpubл. 15.12.93, Бюл. № 45 – 46.
3. А. с. № 1131999 СССР, МКИ Е 21 В 31/06. Металлоуловитель / Т. Г. Старцева, Ю. М. Гержберг. – Заявл. 15.07.83; Оpubл. 30.12.84, Бюл. №48.
4. А. с. № 1219784 СССР, МКИ Е 21 В 31/06. Ловильное устройство / М. И. Барабашкин, Т. Ф. Перлов, Я.В.Кунцяк. – Заявл. 21.09.84; Оpubл. 23.03.86, Бюл. № 11.
5. А. с. № 1177447 СССР, МКИ Е 21 В 31/02. Металлоуловитель / В. А. Вареник и др. – Заявл. 05.03.84; Оpubл. 07.09.85, Бюл. №33.
6. Преображенский А. А., Бишард Е. Г. Магнитные материалы и элементы. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 352 с.
7. Пат. № 32318 Україна, Е 21 В 31/06. Металлоуловлювач магнітний / Л. І. Романишин та ін. – Оpubл. 12.05.08, Бюл. № 9.

Надійшла 31.05.10