

2. Новая технология создания гравийных фильтров буровых скважин / С. М. Сушко, А. Д. Бегун, А. А. Кожевников, А. К. Судаков // Горный журнал Казахстана. – 2011. – № 10. – С. 4–8.
3. Гаврилко В. М., Алексеев В. С. Фильтры буровых скважин. – М.: Недра, 1976. – 345 с.
4. Кожевников А. А., Судаков А. К., Диденко Ю. Г. Конструкции и изготовление гравийных фильтров, эксплуатация и ремонт буровых скважин. – Днепропетровск: ЛізуновПрес, 2012. – 355 с.
5. Лыков А. В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
6. Павлов А. Р., Пермяков П. П. Математическая модель и алгоритм расчета на ЭВМ тепло- и массопереноса в мерзлых грунтах // ИФЖ. – 1983. – Т. 44. – № 2. – С. 311–316.
7. Исследование явлений тепло- и влагопереноса во время фазовых переходов жидкость – твердое тело в многослойных объектах / О. В. Лебедев, О. Н. Будадин, М. Н. Слитков, и др. // Дефектоскопия. – 2006. – № 10. – С. 81–94.

Поступила 20.06.13

УДК 622.248.63

Л. І. Романишин, канд. техн. наук¹; В. В. Гладун², Т. Л. Романишин¹

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

²ДП «Полтавське управління геофізичних робіт», Україна

ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ МАГНІТНИХ ЛОВИЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Обґрунтовано доцільність застосування магнітних ловильних пристроїв для очищення вибоїв свердловин від металу. Описано конструкції пристроїв з нерухомою та рухомою магнітними системами. Подано результати дослідно-промислових випробувань розроблених пристроїв на постійних магнітах.

Ключові слова: свердловина, ловильний пристрій, постійний магніт, промислові випробування.

В процесі буріння та експлуатації, а також під час проведення підземного і капітального ремонту нафтових і газових свердловин виникають аварії. В результаті аварій з породоруйнівним інструментом, падінням у свердловину сторонніх предметів, геофізичних або інших приладів на вибої залишаються різні за формою та масою металеві уламки. Загалом дані аварії складають близько 10% від загальної кількості. Насправді, випадки аварій та ускладнень часто не опубліковуються або приховуються, тому кількість аварій та витрати часу і коштів на їх ліквідацію значно більші за офіційні дані.

Для вилучення із свердловин аварійних предметів без їх попереднього руйнування застосовують різноманітні ловильні інструменти, проте найефективнішими із них є магнітні ловильні пристрої.

Магнітні ловильні пристрої застосовують для вилучення цілих та зруйнованих доліт, шарошок, лап із шарошками, лопатей, тіл кочення, втраченого озброєння доліт, в тому числі і твердосплавного, а також розширювачів, пневмоударників, допоміжного інструменту та сторонніх предметів, що залишилися у свердловині. Крім того, вибій свердловини слід періодично очищувати від дрібних металевих предметів, щоб зменшити ймовірність аварій з породоруйнівним інструментом та підвищити техніко-економічні показники буріння [1].

Різноманіття аварій та, як наслідок, аварійних металевих предметів на вибоях свердловин зумовлює широке використання магнітних пристроїв, незважаючи на існуючі недоліки. Основний із них – необхідність проведення декількох рейсів для вилучення металевих уламків через невисоку вантажопідйомну силу. Пристрої на литих магнітах мають властивість до саморозмагнічування, що ускладнює їхню експлуатацію [2]. На ефективність роботи магнітних пристроїв у глибоких та надглибоких свердловинах можуть впливати: температура на вибої, гідростатичний тиск, обважнена промивна рідина та інші чинники.

Проведений аналітичний огляд ловильних пристроїв на постійних магнітах [2; 3] дозволив встановити, що відомі пристрої не дозволяють якісно очищувати вибій свердловин під час ліквідації аварій в процесі буріння та аварійно-відновлювальних робіт. Тому, актуальною є задача вдосконалення магнітних ловильних пристроїв та визначення їх працездатності в умовах експлуатації.

В Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу (ІФНТУНГ) розроблені пристрої магнітні ловильні (ПМЛ) з нерухомою та фрезери-уловлювачі магнітні (ФУМ) з рухомою системами на основі магнітів із рідкоземельних матеріалів [4; 5].

Особливістю фрезера-уловлювача з рухомою системою є наявність допоміжної магнітної системи, призначеної для утримання основної у будь-якому положенні в корпусі [3]. Під дією осьового зусилля відбувається переміщення основної магнітної системи і, як наслідок, звільнення простору в корпусі для захоплення зруйнованого металу. Магнітне поле допоміжної магнітної системи взаємодіє із корпусом, завдяки чому основна система з уловленим металом утримується в корпусі у припіднятому положенні. Використання пропонованого фрезера-уловлювача завдяки збільшенню робочої зони забезпечує повне очищення вибою свердловини від феромагнітних уламків і надійне утримання уловлених довгих предметів під час підйому на поверхню.

Пристрій магнітний ловильний з нерухомою магнітною системою (рис. 1) складається з корпусу 2, всередині якого розміщена магнітна система 3, перехідника 1, призначеного для з'єднання із колоною бурильних труб та коронки 4. Пристрої ПМЛ та ФУМ в залежності від зовнішнього діаметра можуть оснащуватися магнітними системами броньового типу на постійних рідкоземельних магнітах 2 сплаву неодим–залізо–бор (рис. 2). Центральний магнітопровід 1 у формі трикутної або чотирикутної призми має полярність, протилежну сегментним магнітопроводам 3, окрім схеми рис. 2, в, де центральний і сегментні магнітопроводи намагнічені протилежно проміжним магнітопроводам 5. Всі елементи магнітної системи поміщені в кожух 4. У центральному магнітопроводі виконаний канал круглої або прямокутної форми, по якому на вибій свердловини подається промивна рідина. Вибір конфігурації магнітної системи, співвідношень геометричних розмірів її елементів здійснювався на основі теоретичних досліджень та двовимірного моделювання методом скінченних елементів в середовищі програми ELCUT 5.10 [2].

З метою визначення працездатності розроблених ловильних пристроїв з нерухомою (ПМЛ) та рухомою (ФУМ) магнітними системами, а також оцінки технічного рівня, проведено дослідно-промислове випробування у свердловинах.

Для випробувань підприємствами ТзОВ НТФ «Інтербур» та ГПУ «Полтавагазвидобування» були виготовлені експериментальні зразки магнітних ловильних пристроїв зовнішнім діаметром 88, 112, 115, 136, 146, 195 та 270 мм.

В ході дослідно-промислових випробувань ставились наступні задачі:

1. Встановити ефективність розроблених пристроїв при ліквідації аварій в бурінні та аварійно-відновлювальних роботах при ремонті свердловини.

2. Визначити вплив експлуатаційних чинників: промивної рідини, температури, гідростатичного тиску, вібрації, ударів на силові характеристики магнітних систем.

3. Підтвердити здатність магнітних ловильних пристроїв уловлювати твердосплавні елементи породоруйнівного інструмента.

4. Провести порівняльні випробування розроблених пристроїв на постійних магнітах із рідкоземельних матеріалів та пристроїв для очищення свердловин (УОЗ) із феритовими магнітами.

5. Визначити економічну ефективність від використання розроблених пристроїв.

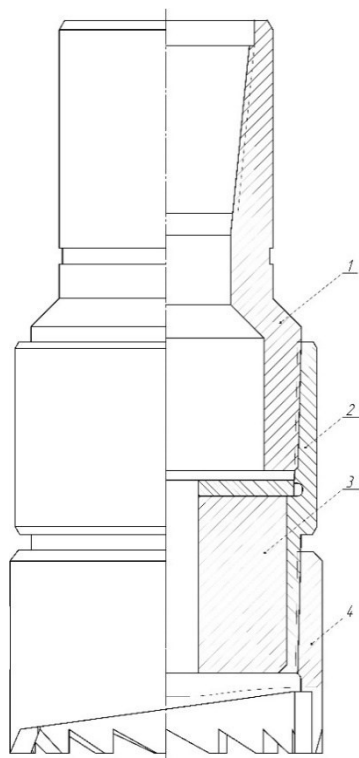


Рис. 1. Схема ловильного пристрою з нерухою магнітною системою

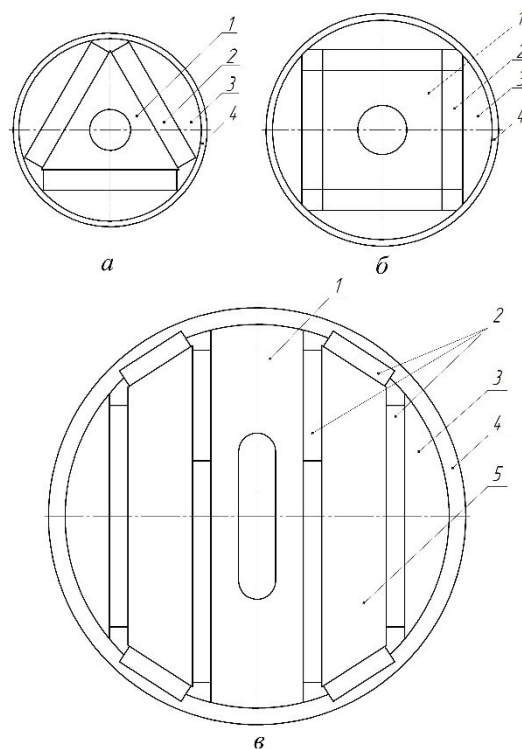


Рис. 2. Схеми магнітних систем: а – з трикутним центральним магнітопроводом; б – з чотирикутним центральним магнітопроводом; в – з магнітопроводами у формі пластин

Випробування проводилися з 2012 по 2013 роки на бурових, нафтогазопромислових та геофізичних підприємствах України та Литви. Тривалий період випробувань у свердловинах різного призначення дозволив зібрати та проаналізувати інформацію про роботу магнітних ловильних пристроїв (табл. 1).

Умови випробувань: глибина свердловин – від 59 м до 4898 м; стовбур свердловини – відкритий, обсаджений; умовний діаметр стовбура – від 108 мм до 296 мм; температура на вибої – до 118 °С; пластовий тиск – від 0,5 МПа до 58 МПа; промивальна рідина – технічна вода, буровий розчин з густиною до 1240 кг/м³; спуско-підйомні операції (СПО) – на бурильних трубах, геофізичному кабелі при швидкості до 1,3 м/с.

свердловині, вилучалися переважно за одну СПО. Так, при бурінні свердловини № 53 Свєридівської площі, на глибині 4123 м внаслідок поломки долота III-295,3 REED R15A залишилися шарошка та тіла кочення опори. За один рейс пристроєм ПМЛ-270 був очищений вибій свердловини від металу, причому шарошка, армована твердосплавними зубками, була захоплена магнітною системою за вершину. Для вилучення зруйнованого долота діаметром 122 мм знадобилось 4 рейси пристрою ПМЛ-88 на геофізичному кабелі для підняття трьох шарошок із свердловини № 57 Скоробагатівського ГКР. Ловильні роботи проводилися без промивання та обертання пристрою.

Таблиця 1. Результати дослідно-промислових випробувань магнітних ловильних пристроїв

Місце випробування	Площа (родовище), свердловина	Характеристика свердловини			Температура на вибої, °С	Мета опускання ловильного пристрою	Результати випробування		
		Глибина вибою, м	Умовний діаметр свердловини, мм	Пластовий тиск, МПа			Ловильний пристрій	Кількість СПО	Маса піднятого металу, кг
ТОВ "Бурінгтехсервіс", Україна	Свирідівська, № 53	4123	295,3	51	102	Вилучення шарошки і елементів опор долота III 295,3 REED R15A	ПМЛІ-270	1	9,2
		2121	108	20,2	56	Вилучення металу після фрезерування труб	ПМЛІ-88	3	5,2
LOTOS Geonafta, Литва	Genčiai-14	3961	168	34,6	112	-//-	УОЗ-136 ФУМ-136	1 1	3,2 6,8
		4898	146	15	117,5	-//-	ФУМ-112	1	8,2
ГПУ "Полтавагазвидобування", Україна	Матвіївське ГКР, № 60 Західно-Солохівське ГКР, № 100	3510	146	35,5	86	-//-	ПМЛІ-115	4 (на кабелі)	8,5
		3657	146	37,0	91	-//-	ПМЛІ-115	7 (на кабелі)	13,6
ДП "Полтавське управління геофізичних робіт", Україна	Луганківська, № 1 Скоробагатівське ГКР, № 57 Козівське НГКР, № 21	59	168	0,5	-	Вилучення клина ротора і кільця	ПМЛІ-115	2 (на кабелі)	12
		4091	122	42,0	102	Вилучення шарошок долота	ПМЛІ-88	4 (на кабелі)	3,0
		2505	146	25,5	64	Вилучення аварійного предмету (пластина)	ПМЛІ-115	1 (на кабелі)	2,5
	Шкурупіївська, № 1	3403	146	35,0	75	Вилучення частин долота, твердого сплаву	ПМЛІ-88	5 (на кабелі)	10,3

У ході випробувань частини зруйнованих бурових доліт, аварійні металеві феромагнітні предмети та твердосплавні елементи, незалежно від форми та розміщення у

У більшості випадків очищення вибою проводилося після фрезерування залишених у свердловинах елементів низу бурильної колони та обірваних насосно-компресорних труб (НКТ). Під час аварійних робіт кільцевими та торцевими фрезерами на верхній частині аварійних бурильних труб та НКТ накопичувалися невинесені промивною рідиною металеві уламки. Продукти фрезерування, що перешкоджали подальшому проведенню аварійно-відновлювальних робіт, вилучалися із свердловин періодично в міру їх накопичення.

Аналіз результатів порівняльних випробувань пристроїв ПМЛ, ФУМ діаметром 136 мм та аналога УОЗ-136 у свердловинах № 60 Матвіївського ГКР та № 100 Західно-Солохівського ГКР показав, що розроблені пристрої за один рейс здатні витягувати в два рази більше металу, ніж УОЗ, а пристрої з рухомою системою ефективні при вилученні довгих металевих предметів.

Таким чином, дослідно-промислові випробування розроблених на постійних рідкоземельних магнітах ловильних пристроїв типу ПМЛ та ФУМ підтвердили ефективність роботи при очищенні свердловин від фрезерованих предметів різної форми і маси та здатність уловлювати твердосплавні елементи, стабільність магнітних і силових параметрів в складних умовах експлуатації, а також значну перевагу перед аналогічними пристроями на феритових магнітах.

Економічний ефект від проведення аварійно-відновлювальних робіт розробленими пристроями склав близько 1,1 млн. грн.

Обоснована целесообразность применения магнитных ловильных устройств для очистки забоев скважин от металла. Дано описание конструкций с неподвижной и подвижной магнитными системами. Приведены результаты опытно-промышленных испытаний разработанных устройств на постоянных магнитах.

Ключевые слова: скважина, ловильное устройство, постоянный магнит, промышленные испытания.

Applicability of magnetic fishing tools for bottom hole cleaning from metals is validated. The constructions of the devices with immobile and mobile magnetic systems are described. The results of industrial testing of the developed magnetic fishing tools are given.

Key words: borehole, fishing tool, permanent magnet, industrial testing.

Література

1. Магнитные устройства для очистки скважин / Ю. А. Курников, И. Ф. Концур, М. Т. Кобылянский, Л. И. Романишин; под. ред. Ю. А. Курникова. – Львов: Вища школа, 1988. – 108 с.
2. Романишин Т. Л. Обгрунтування вибору матеріалів постійних магнітів для ловильних пристроїв // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 1 (46). – С. 143–152.
3. Романишин Л. І., Романишин Т. Л. Розроблення фрезера-уловлювача з рухомою магнітною системою // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2011. – Вип. 14. – С. 125–129.
4. Пат. 99790 Україна, МПК Е 21В 31/06. Уловлювач магнітний / Є. І. Крижанівський, Л. І. Романишин, Т. Л. Романишин. – Заявл. 26.07.2011; Опубл. 25.09.2012; Бюл. № 18.
5. Пат. 100087 Україна, МПК Е 21В 31/06. Фрезер-уловлювач з рухомою магнітною системою / Л. І. Романишин, Т. Л. Романишин, І. С. Атаманчук, Є. В. Діброва, Я. С. Білецький, М. С. Білецький. – Заявл. 14.07.2011; Опубл. 12.11.2012; Бюл. № 21.

Надійшла 13.06.13