



Підігрів робочого потоку при постійній його витраті лінійно збільшує його тиск перед пальником відповідно до рівняння стану газу.

Проведені дослідження дозволяють оцінити зміну надійності роботи запально-чергової пальника при використанні низькокалорійного паливного газу в умовах зміни температури повітря, що ежектирується.

#### Літературні джерела

1 Григорьев А.А., Кологривов М.М. Эффективность использования оригинальной запально-дежурной горелки для факельных установок. Энергосбережение, Энергетика, Энергоаудит. – 2016. - №2 – С. 2-13

2 Григор'єв О.А., Газовий пальник Патент України на корисну модель №103475 UA МПК F23D 14/24, опубл. бюл. №21, 2015 р.. Зареєстровано в державному реєстрі патентів 25.12.2015.

**УДК 622.244:504.61**

## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОМИСЛОВИХ ВИПРОБОВУВАНЬ ПІНОГЕНЕРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ**

***В.М. Савик<sup>1</sup>, Л.Є. Шкіца<sup>2</sup>, Т.М. Яцишин<sup>2</sup>, П.О.Молчанов<sup>1</sup>, М.М. Лях<sup>2</sup>***

*1Полтавський національний технічний університет імені Ю.  
Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, Україна,  
36011, e-mail: savicrpntu@rambler.ru*

*2 Івано-Франківський національний технічний університет нафти і  
газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, e-  
mail: no@nung.edu.ua*

При бурінні з промиванням вибою пінами порівняно з буровими розчинами збільшується механічна швидкість буріння в твердих породах (приблизно в 4 рази), є можливість запобігання поглинанню в пористих та тріщинних породах і кольматації проникних пластів. При розкритті та освоєнні продуктивних горизонтів продуктивність свердловини зростає в 1,5 – 2 рази з одночасним скороченням термінів освоєння в 4–5 разів [1, 2].

Так в склад рецептур пінних розчинів входять піноутворювачі поверхнево активні речовини (ПАР) (натрієві і калієві солі насичених і ненасичених вищих жирних кислот, алкілсульфати, алкіларилсульфонати) і оксилетильовані вищі жирні спирти. При потраплянні в навколишнє природне середовище ПАР є надзвичайно небезпечними. Відомо, що деякі ПАР уже при концентрації 10-3 кг/м<sup>3</sup> знижують на 15 % швидкість розчинення кисню у воді в порівнянні з аналогічним процесом у чистої воді, а при біологічному розкладі ПАР



відбувається поглинання розчиненого у воді кисню [3, 4]. Тому в процесі випробування піногенеруючого пристрою значна увага приділялась і екологічній безпеці.

Провівши аналіз конструкцій піногенеруючих пристроїв, структурний аналіз, враховуючи результати теоретичних і комп'ютерних досліджень можна зробити висновок, що проєктований піногенеруючий пристрій буде мати таку конструкцію (рис. 1) яка б дала можливість змінювати окремі його геометричні параметри і режими роботи в залежності від технологічних потреб. В корпусі 1 циліндричної форми розміщено багатосоплову вставку 2 із змінними соплами 3, ежекційну вставку 4, канали 5 для підводу повітря або газу із заглушками 6, камери ежекційні попереднього змішування із дифузорних дисків 7 різної довжини, розташованих співвісно соплам, камера кавітаційна проміжного змішування із розпірних кілець загального дифузора 8 різної довжини, завихрювач пінної суміші 9, дифузор 10 з камерою турбулентного змішування. За допомогою перевідників 11 і 12 та хвостовиків швидкозйомних 13 здійснюється монтаж пристрою в об'язку бурового насоса чи насосного агрегату.

Піногенеруючий багатосопловий пристрій [5], якому присвоїли марку ПГП-100x25-5 працює наступним чином. Промивальна рідина поступає в корпус 1 пристрою і далі через вставку багатосоплову 2 із змінними соплами 3 в ежекційну вставку 4, де за рахунок ефекту ежекції захоплює повітря, яке підводиться по каналах 5, в камерах попереднього змішування із дифузорних дисків 7 різної довжини частково змішується повітря з рідиною, далі суміш поступає в камеру кавітаційного проміжного змішування із розпірних кілець загального дифузора 8 різної довжини, яка знаходиться на початку дифузора 10, де за рахунок змішування багатьох струменів утворюється кавітація, яка сприяє диспергуванню та інтенсивному перемішуванню повітря або газу з рідиною, далі проходить через завихрювач пінної суміші 9, який сприяє якісному змішуванню і утворенню пінної суміші в камері змішування, яка розміщена в дифузорі 10, де рідина рухається у турбулентному режимі і закріплюється ефект насичення промивальної рідини газом та якісним дрібнодисперсним піноутворенням.

Основні промислові випробування піногенеруючого пристрою відбувалися на свердловині № 172 Котелевської площі. Призначення свердловини – оціночно-експлуатаційна: розробка покладів вуглеводнів горизонтів С-5 верхньосерпухівського під'ярусу нижнього карбону. Геологічні умови – ускладнені. Проектний горизонт – верхньосерпухівський під'ярус нижнього карбону (С1 s2). Проектна глибина – 4700 м. Бурова установка – Уралмаш 4Е-76.

Конструкція свердловини: кондуктор діаметром 426 мм – 0...300 м; перша проміжна колона діаметром 324 мм – 0...2330 м; друга



проміжна колона діаметром 245 мм – 0...3600 м; експлуатаційна колона: діаметром 168 мм – 0...4350 м; діаметром 140 мм – 4350...4700 м.

Проектний геологічний розріз свердловини характеризується ускладненими гірничо-геологічними умовами буріння. При бурінні розкривалися відклади антропогену, неогену, палеогену, крейди, юри, тріасу, нижньої пермі, верхнього, середнього та нижнього карбону, в яких можливі осипання та обвали порід, часткові поглинання промивальної рідини, звуження та викривлення ствола свердловини, утворення сальників, каверн, жолобів і виступів, а також газопроявлення з глибини 4450 м.

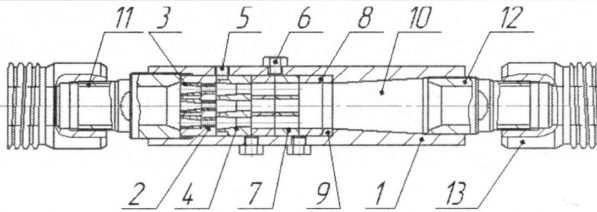
Випробовування піногенеруючого пристрою на свердловині проводились в процесі освоєння свердловини за ініціативою Полтавського ВБР у зв'язку з виробничою необхідністю. Свердловина пробурена до проектної глибини 4700 м.

Для створення пінистого розчину і закачування його в свердловину на бурову доставлено агрегат 4АН-700, а для подавання стиснутого повітря – компресорну станцію КС-250. Піногенеруючий пристрій в об'язку циркуляційної системи був змонтований з використанням швидкорозбірних з'єднань та трубопроводів, якими оснащений агрегат. Для створення пінистого розчину використовувалась поверхнево-активна речовина – сульфанол, концентрація якого змінювалась в процесі дослідження.

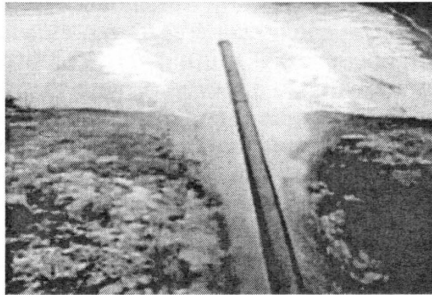
На лінії від компресорної станції встановлювався зворотній клапан для запобігання проникненню рідини до компресора. В процесі підготовки до промислових досліджень було проведено опресовку піногенеруючого пристрою і усунуено виявлені неполадки (розгерметизація з'єднань). Випробовування проводились при різних параметрах і режимах роботи піногенеруючого пристрою при спуску колони насосно-компресорних труб на глибину 4590 м. Спущена в свердловину колона НКТ двохступінчаста із діаметрами труб 73 і 60 мм.

Так як дослідження проводились в зимовий період, то немає потреби використання піногасячих хімічних речовин та спеціального технічного устаткування для підготування розчину для повторної подачі у свердловину у зв'язку з можливістю використання значного перепаду температур для ліквідації піни, що спостерігається на рис. 2 – зливання пінистого розчину в амбар.

Основною метою проведення промислових випробувань є підтвердження ефективності роботи піногенеруючого пристрою ППП-100х25-5 при приготуванні пінистого розчину. Для цього розроблені програма і методика промислових випробувань піногенеруючого пристрою ППП-100х25-5.



**Рисунок 1 – Схема піногенеруючого багатосоплового пристрою**



**Рисунок 2 – Викид піни із свердловини в амбар та ліквідація піни для повторного використання рідини**

В процесі проведення промислових досліджень і випробувань піногенеруючого пристрою на свердловинах №201 Гадяцької площі та №172 Котелівської площі Полтавського ВБР встановлено, що:

- запропоновані схеми обв'язки циркуляційної системи при бурінні з промиванням свердловин піною є практичними і раціональними;

- розроблений піногенеруючий пристрій є зручний при встановленні його в існуючу насосно-циркуляційну систему або в додаткову обв'язку для промивання свердловин агрегатами, за рахунок використання швидкокорозбірного різьбового з'єднання;

- розроблений багатосопловий піногенеруючий пристрій дає можливість змінювати ступінь аерації піни за рахунок можливості регулювання подачі рідини і повітря;

- у випробуваному піногенеруючому пристрої є можливість зміни діаметрів сопел, довжини камери змішування, а також, при необхідності, виводити з дії (заглушуванням) одне або декілька сопел;

- використання піногенеруючого пристрою ПГП-100x25-5 дає можливість зменшення використання ПАР на 15...25%;

- піна, створена піногенеруючим пристроєм ПГП-100x25-5, зберігає необхідні властивості на шляху від піногенеруючого пристрою до виходу зі свердловини глибиною 4700 м;



– в зимовий період немає потреби використання піногасячих хімічних речовин та спеціального технічного устаткування у зв'язку з можливістю використання значного перепаду температур для ліквідації піни;

– розроблений багатосопловий піногенеруючий пристрій є високоєфективний і безпечний при експлуатації в промислових умовах;

– після випробувань і досліджень в піногенеруючому пристрої дефектів та пошкоджень не виявлено і він може використовуватись в подальшому на свердловинах, які промиваються пінами.

На основі проведених досліджень важливо відмітити шкідливу дію ПАР, що входять в рецептури пінних бурових розчинів, а також використання піногенеруючих пристроїв буде відбуватись і в теплий період року (весна, літо, осінь), коли інтенсивність надходження в повітря шкідливих речовин за рахунок випаровування зростає в кілька разів, порівняно із зимовим періодом. Тому пропонується розробити комплекс герметичного устаткування для очищення пінистого розчину від твердої фази та підготовки виділеної рідини і газової суміші для повторного використання. При цьому рідка фаза, насичена ПАР та газоподібна фракція будуть багато разів застосовуватись по герметичній замкненій циркуляції з мінімальним використанням додаткових ПАР. Такі технічні рішення дадуть можливість значно покращити екологічний стан при використанні пінистих розчинів.

#### Літературні джерела

1 Булатов А.И. Освоение скважин: справочное пособие / А.И. Булатов, Ю. Д. Качмар, П.П. Макаренко, Р.С. Яремийчук – М.: Недра-Бизнесцентр, - 1999 – 472 с.

2 Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин: підручник для студентів вищ. навч. Закладів проф. Спрямування „Буріння” / Я.С. Коцкулич, О.В. Тищенко . – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 366с.

3 Шкіца Л.Є. Стан екологічної безпеки території бурової установки в залежності від інтенсивності випаровування бурового розчину/ [Л.Є. Шкіца, Т.М. Яцишин]// Моделювання та інформаційні технології. – 2012. - №65. – с.10-16.

4 Яковлев А.М. Буреные скважин с пеной на твёрдые полезные ископаемые. / А.М. Яковлев, В.И. Коваленко// . – Л.: Недра. – 1987. – 128с.

5 Пат. 77955 України, МПК (2012) E21. Піногенеруючий пристрій багатосопловий / Савик В.М., Лях М.М., Михайлюк В.В.; заявл. 03.05.2012; опубл. 11.03.2012, Бюл. 5/2013 – 6 с.