

УДК 622.24.065

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ВІБРОРАМИ ВІБРОСИТА

**Лях М.М., Федоляк Н.В., Михайлів В.В.**

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 72-71-01,

e-mail: [no@nung.edu.ua](mailto:no@nung.edu.ua)

Однією з найважливіших конструктивних ознак віброрита є форма траєкторії руху точок віброрами, що суттєво впливає на ефективність очищення промивального розчину від вибуреної породи. В залежності від фізичних властивостей промивального розчину, що очищується на ситополотні віброрита, будуть змінюватись характеристики руху точок віброрами. Для різних типів віброрита цей вплив може бути різним і суттєво впливати на якісні показники роботи. Тому проведення дослідження чинників, що впливають на форму траєкторії руху віброрами є доцільним.

Бурові віброрита генерують колову, лінійну, незбалансовано або збалансовано еліптичну траєкторію руху точок віброрами в залежності від конструктивних особливостей їх виконання. Вигляди траєкторій руху віброрами існуючих віброрита відповідають фігурам Ліссажу з співвідношеннями між періодами частот коливань (власної та вимушеної)  $\omega_0 : \omega = 1:1$  [1]. Траєкторія руху віброрами має вигляд кола (при зсуві фаз  $\psi = \pi/2$ ), еліпса (при  $\psi = \pi/4$  та  $\psi = 3\pi/4$ ). При зсуві фаз  $\psi = 0$  чи  $\psi = \pi$  рух віброрами буде лінійним. В [1] теоретично доведено, що дані твердження мають місце лише в ідеальних випадках, а в реальних умовах роботи форма траєкторії руху точок віброрами є складною просторовою фігурою, яка має вигляд квазіатрактора.

Для практичного доведення даного теоретичного твердження проводились експериментальні дослідження на свердловині Веснянка-112 Хрестищенського ВБР, циркуляційна система якої обладнана двома віброритами ВС-1 з незбалансовано-еліптичною траєкторією руху. В результаті досліджень отримано криві траєкторій переміщення точок віброрами (рис. 1).

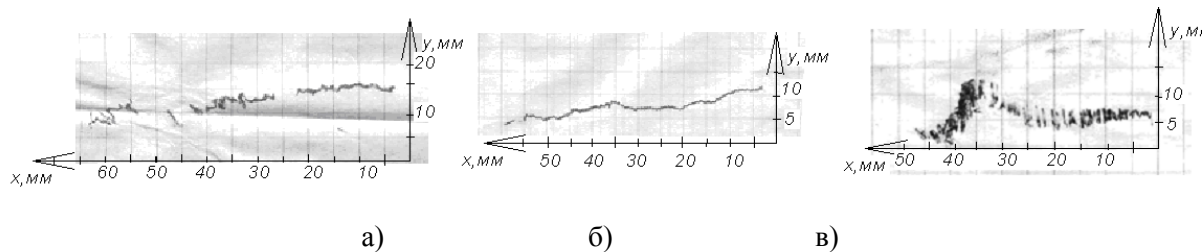


Рисунок 1 – Графічна реєстрація кривих траєкторій переміщення точок віброрами на свердловині Веснянка-112 Хрестищенського ВБР:

а – в зоні задньої пружинної віброопори; б – середина віброрами; в – в зоні передньої пружинної віброопори

При детальному розгляді графіка (рис.1, в) можемо спостерігати нечіткість ліній, що свідчить про наявність горизонтальних відхилень від площини реєстрації. Тому можемо відмітити, що реєстрована траєкторія не є плоскою, як фігури Ліссажу, а об'ємною, як і стверджувалось у теоретичних дослідженнях.

До того ж, бачимо, що над віброопорми амплітуда коливань віброрами значно вища, ніж посередині віброрами (20 см від центру мас). Це пояснюється впливом жорсткості пружин на траєкторію руху точок, і, відповідно, на амплітуду коливань.

Також в результаті теоретичних досліджень було виведено рівняння траєкторії руху віброрами, яке має вигляд:

$$\left( m_p + \sum_{i=1}^n m_{ci} + m_n \right) \cdot \ddot{y}_p + b \cdot \dot{y}_p + c \cdot y_p = P \cdot \cos(\omega \cdot t + \psi) - \cos(\alpha) \cdot g \cdot (m_p + \sum_{i=1}^n m_{ci} + m_n),$$

де  $y_p$  - вертикальна складова переміщення центру мас віброрами;  $\ddot{y}_p$  - друга похідна вертикальної складової переміщення центру мас віброрами, що відраховується від положення статичної рівноваги (вертикальна складова вектора прискорення  $a$ );  $\dot{y}_p$  - перша похідна вертикальної складової переміщення центру мас віброрами (вертикальна складова вектора швидкості  $v$ );  $P$  - рушійне зусилля, створюване електродвигунами,  $b$  - коефіцієнт опору переміщенню;  $c$  - жорсткість пружних опор віброрами;  $\alpha$  - кут нахилу ситополотна до горизонталі,  $m_p$  - маса віброрами;  $m_n$  - маса рідкої фази разом з піском та глиною, що рухаються без підкидування;  $m_{ci}$  - маса твердої частинки (шламу), що рухається з підкидуванням;  $n$  - кількість частинок, що знаходяться на ситополотні в певний момент часу;  $\omega$  - частота коливань віброрами.

Дане рівняння відрізняється від класичного тим, що воно враховує вплив на траєкторію руху кількості промивальної рідини, яка знаходиться в певний момент часу на ситополотні. Оскільки вона є змінною в часі та залежить від багатьох технологічних факторів, тому в рівняння було введено дві величини, які є змінні в часі -  $m_n$  та  $m_{ci}$ . Таке твердження випливає з того, що промивальна рідина є сукупністю трьох фаз, дві з яких рухаються без відриву від ситополотна (рідина та глина), а тверда фаза (шлам та зкоагульована глина) - з відривом від ситополотна.

Для підтвердження даних теоретичних міркувань на діючій буровій було проведено дві експериментальні реєстрації траєкторій руху віброрами вібростата ЛВС-5 Сумського заводу „Укрнефтьзапчасть”. Перша - на вібростаті, яке коливалось без наявності промивальної рідини на ситополотні, друга - при наявності на ситополотні промивальної рідини. Результати графічної реєстрації представлені на рис. 2. Доречно відмітити, що експеримент проводився тоді, коли нове вібростато було змонтоване, яке ще не було в експлуатації, оскільки зношеність робочих вузлів могла б вплинути на результати досліджень. Дослідження ж при наявності промивальної рідини реєструвались на максимальній подачі бурових насосів в умовах спорудження даної свердловини (на початку буріння подача насосів повинна бути максимальною для забезпечення технологічних умов буріння, а тиск - мінімальним). При таких умовах в результаті експерименту можна візуально краще побачити зміни амплітуди коливань при наявності на ситополотні промивальної рідини та вплив її ваги на зміну траєкторії руху точок віброрами.

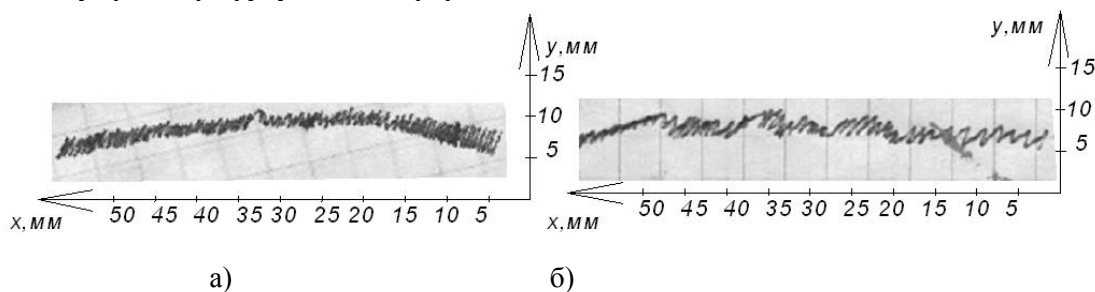


Рисунок 2 – Графічна реєстрація кривих траєкторій переміщення точок віброрами бурового вібростата ЛВС -5 над передньою лівою пружинною віброопорою: а – при незавантаженому ситополотні; б – при наявності промивальної рідини на ситополотні.

Аналізуючи зображення, наведені на рис. 2, спостерігається рівномірність руху незавантаженої віброрами (рис. 2,а) – амплітуда в часі змінюється незначно, її величина залишається майже незмінною на протязі всієї реєстрації. Зміни амплітуди незначні та можуть бути пов’язані з стрибками напруги в мережі, яка живить вібратори. На рис.2,б бачимо стрибки ліній графічного зображення, що свідчить про зміну амплітуди протягом часу реєстрації траєкторії руху точок віброрами. На основі даного експерименту можемо стверджувати про те, що відбувається вплив промивної рідини, яка потрапляє на ситополотно, причому цей вплив не є системним, про що свідчить нерівномірність стрибків кривих реєстрації.

Також проаналізувавши рисунки 1 та 2 можемо підтвердити, що вібростато ВС-1 (рис.1) має збалансовано-еліптичну траєкторію руху (вершини кривих реєстрації заокруглені при вершинах), а вібростато ЛВС-5 - лінійну (вершини його кривих реєстрації гострі, що свідчить про різку зміну напрямку руху віброрами, що є характерним для лінійного руху).

Отже, в результаті експериментальних досліджень вібростат на реальних діючих бурових установках було доведено, що сукупність траєкторій руху точок віброрами є просторовими

фігурами, про що відмічалось в експериментальних дослідженнях, наведених в [1]. При проведенні реєстрації кривих траєкторій переміщення відмічено вплив жорсткості пружинних віброопор на амплітуду коливань, що в значній мірі впливає на її форму. В результаті експерименту відмічено вплив зміни кількості промивальної рідини, яка знаходиться в досліджуваній момент часу на ситополотні, на амплітуду коливань, а також і на ефективність очищення промивальної рідини.

1 Лях М.М. Дослідження впливу змінних параметрів на траєкторію руху віброрами бурового віброшита // М.М. Лях, Н.В. Федоляк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2016. - № 3 (60). - С. 71-78/

УДК 622.242.6

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРОМИВАННЯ СВЕРДЛОВИН АЕРОВАНИМИ РОЗЧИНАМИ**

**Лях М.М., Савик В.М., Молчанов П.О. Сидоренко О.І.**

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 72-71-01,  
e-mail: [no@nung.edu.ua](mailto:no@nung.edu.ua)

Кінцева мета буріння нафтових і газових свердловин – отримання швидкого припливу нафти та газу. Величина припливу і тривалість освоєння свердловин залежить від якості промивального розчину, який використовувався під час розбурювання продуктивного пласта.

Тривалі промислові спостереження і спеціальні дослідження показали, що промивальний розчин може суттєво вплинути на термін освоєння свердловини і величину припливу нафти та газу. Існує багато прикладів, коли свердловини, пробурені на неякісному розчині, не давали припливу нафти або газу, хоча сусідні свердловини, пробурені з промиванням іншими розчинами, працювали з достатньо високими дебітами.

Оскільки головним фактором, який сприяє проникненню промивальної рідини та її фільтрату у продуктивний пласт, є надлишковий тиск у свердловині, необхідно при розкритті підтримувати рівновагу між тисками у свердловині і пласті. Тому густина промивального розчину повинна бути такою, щоб статичний тиск її стовпа у свердловині дорівнював пластовому у тій точці пласта, де коефіцієнт аномальності найбільший. Це ж стосується і свердловин із аномально низькими пластовими тисками (АНПТ), які пробурені на перспективних площах.

Для визначення стану фаз в газорідинній системі використовується показник степені аерації рідини  $a$ , який представляє собою відношення об'ємних витрат газу  $Q_g$  і рідини  $Q_p$  при атмосферному тиску, тобто

$$a = \frac{Q_g}{Q_p} \cdot \quad (1)$$

При  $a < 60$  дисперсна система газ – рідина представляє собою аеровану рідину, при  $a = 60 \dots 300$  – піну, а при  $a > 300$  – туман.

Кратність піни  $K_n$  оцінюється відношенням об'єму піни  $V_n$  до об'єму рідини  $V_p$ , яка містить піноутворювач, тобто

$$K_n = \frac{V_n}{V_p} \cdot \quad (2)$$

Даний показник змінюється в залежності від властивостей використовуваних поверхнево-активних речовин (ПАР), їх концентрації в розчині і способу отримання піни. До піни відноситься газорідинна система з кратністю  $K_n \geq 3,8$ ; при  $K_n < 3,8$  повітряно-рідинна суміш вважається емульсією газу в рідині.

Будь-яка аерація дозволяє в широких межах регулювати густину промивальної рідини і тим самим зменшувати або збільшувати гідростатичний тиск на вибій.