

УДК 622.23.05

Ю.А. Глушко, Шевчук С.П.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, м. Київ, Україна

### **Віброімпульсний генератор коливань тиску для підвищення дебіту нафтових свердловин**

**Анотація.** Запропоновані результати дослідження віброімпульсного генератора коливань тиску рідини на нафтову свердловину з параметрами, що забезпечують ультразвукову кавітацію. Це викликає збільшення проникливості колектора і сприяє підвищенню продуктивності нафтової свердловини.

**Аннотация.** Предложенные результаты исследования виброимпульсного генератора колебаний давления жидкости на нефтяную скважину с параметрами, которые обеспечивают ультразвуковую кавитацию. Это вызывает увеличение проницаемости коллектора и способствует повышению производительности нефтяной скважины.

**Summary.** Results of research vibroimpulsnoho oscillator fluid pressure in an oil well with parameters that provide ultrasonic cavitation. This causes increased permeability of the collector and improves productivity of oil wells.

**Вступ.** Поступове погіршення структури розвіданих запасів, вироблення і виснаження приводять до неухильного зменшення видобутку нафти. Тому проблема інтенсифікації видобутку нафти стає дуже актуальним завданням.

Відомі методи видобутку дозволяють вилучити з надр від 25 до 50% вуглеводневої сировини. Таким чином, понад 50% вуглеводнів залишаються в землі. Науковою проблемою є пошук нових методів та способів збільшення нафтовіддачі пластів. снуючі методи відновлення та підвищення фільтраційно-емнісних характеристик продуктивних пластів у привибійній зоні свердловин (ПЗС) такі як: гідророзрив пласта, дія на продуктивні пласти хімічними реагентами, вибухові технології, поряд з високою ефективністю, мають цілий ряд суттєвих недоліків.

**Об'єкт дослідження:** - процес віброімпульсної дії на нафтоносний пласт з метою покращення колекторних властивостей привибійної зони пласта.

**Предмет дослідження:** - структура, параметри та характеристики віброімпульсного генератора коливань тиску рідини для підвищення дебіту нафтових свердловин.

**Мета дослідження:** - розробка структури, обґрунтування параметрів генератора встановлення характеристик та закономірностей раціонального функціонування віброімпульсного генератора коливань тиску рідини для підвищення продуктивності нафтових свердловин. Проведення відповідних розрахунків і дослідів, що виявлять можливість і доцільність вирішення даної проблеми.

**Методи дослідження** – моделювання процесу віброімпульсного впливу генератора на пласт в межах його домінантних частот, статистичний аналіз даних, аналітичні дослідження на ЕОМ, комп'ютерне моделювання за допомогою програм AutoCAD, Borland C++, MathCAD, Solid Works.

#### **Наукова новизна:**

- 1. Вперше розроблено** структуру та визначені характеристики генератора коливань для підвищення дебіту нафтових свердловин.
- 2. Встановлені** раціональні параметри функціонування генератора.
- 3. Встановлені** робочі частоти генератора.
- 4. Вперше** адаптовано розроблений пристрій для створення ультразвукового капілярного ефекту в умовах нафтової свердловини.

## 5. Встановлені параметри кавітаційної бульбашки.

### А також:

1. **Встановлені** закономірності функціонування розробленого генератора коливань для підвищення продуктивності нафтової свердловини.
2. **Розроблено** програмне забезпечення мовою Сі аналізу процесу віброімпульсного впливу генератора на пластове середовище.
3. Аналітичними дослідженнями на ЕОМ **вперше досліджено** процес віброімпульсного впливу генератора на пласт в межах його домінуючих частот та проведена обробка даних методами математичної статистики.

**Наукова ідея роботи** полягає в утворенні складних коливань за рахунок появи відбитих хвиль і явищ інтерференції, а також отримання акустичної кавітації від ультразвукових коливань, синергічна дія яких сприяє руйнуванню і диспергуванню твердих тіл, викликання і прискорювання хімічних реакцій, емульгування рідин, очищення привибійної зони пласта від асфальто-смолисто-парафінових відкладень.

**Технічний результат** полягає в зменшенні часу обробки привибійної зони свердловини при періодичному відкритті радіальних отворів ствола віброімпульсного генератора коливань тиску рідини та ультразвукових коливань пакету п'єзокерамічних пластин, спрощено демонтаж віброімпульсного генератора коливань тиску рідини, висока надійність і простота конструкції не вимагає додаткових витрат або спеціальних технологій, підвищує ефективність обробки, за рахунок раціонального розподілу енергії гідроудару.

Результати досліджень можуть бути використані на об'єктах нафтогазовидобувної промисловості.

**Публікації:** Лістовщик Л.К, Глушко Ю.А. патент "Віброімпульсний генератор коливань".

**Матеріал і результати дослідження:** віброімпульсний генератор коливань тиску рідини (рис.1) складається з корпусу 1, який має вигляд стакана з щілинними прорізами на утворюючій циліндра. В корпусі вільно обертається золотник 2, який має також щілинні отвори на утворюючій. Прорізи в золотнику виконані під деяким кутом до утворюючої, але в протилежному напрямі до отворів в стволі. Утворюється турбінний пристрій, в якого направляючим апаратом є корпус з косими прорізами, а робочим колесом є золотник з направленими під кутом прорізами.

Золотник встановлюється на підшипникових опорах в верхній частині зажимається кільцем, а в нижній - на підшипниках, через муфту 3 кріпиться вал тахогенератора 4, напруга з якого живить пакет п'єзокерамічних пластин 5.

Рідина проходить через отвори в золотнику 2 і попадає в отвори в корпусі 1. Так як ці отвори розташовані під кутом, золотник починає обертатися під дією реакції струменю. Обертаючись, він періодично перекриває отвори в корпусі, в результаті чого проходить гідравлічний удар.

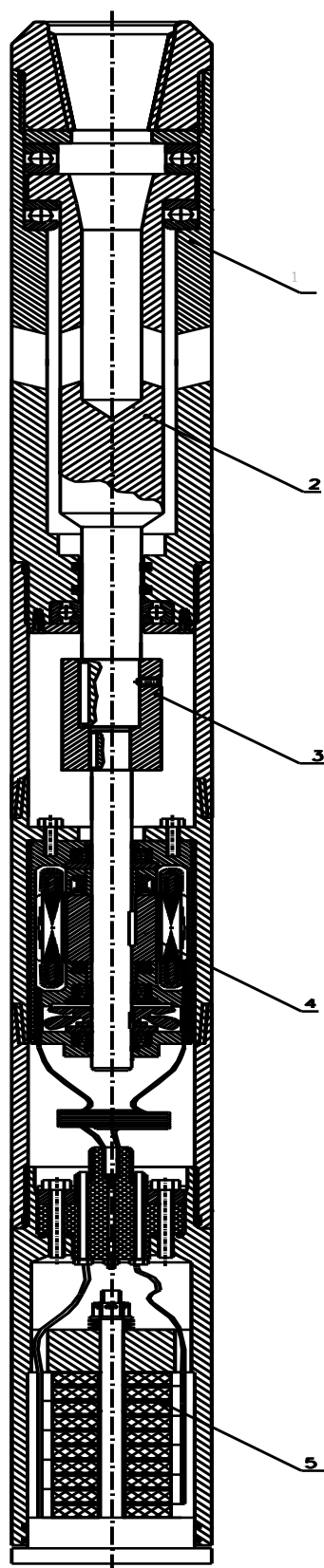


Рисунок 1-Віброімпульсний генератор коливань тиску рідини

Резонансна частота віброімпульсного генератора коливань тиску рідини[1]:

$$f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{Q^2}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{Dnp \cdot S}{Me}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{5^2}{(5,5 \cdot 10^{-2})^2} \cdot \sqrt{\frac{41,9 \cdot 0,78 \cdot 10^{-4}}{0,076}} = 25107 \text{ Гц} = 25,107 \text{ КГц},$$

де  $Me$  – еквівалентна маса,  $S$ - площа випромінюючого екрану,  $Dnp$ - приведена наближена жорсткість,  $a$ -діаметр п'єзопластини.

Отримуємо акустичну кавітацію:  
Статичний тиску у зоні кавітації.

$$P_{stat} = \rho \cdot g \cdot h = 987 \cdot 9,81 \cdot 3000 = 29 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

де  $h$  - глибина свердловини (приймаємо  $h=3000\text{м}$ ),  $\rho$  - щільність води.  
Значення критичного радіуса бульбашки[2]:

$$R_{кр} = \sqrt{3} R_0 \sqrt{(R_0/2\sigma) (P_{cm} - P_{п} + 2\sigma/R_0)} = \\ = \sqrt{3} \cdot 8 \cdot 10^{-6} \sqrt{(8 \cdot 10^{-6}/2 \cdot 72,8 \cdot 10^{-3}) (2,9 \cdot 10^7 - 149 + 2 \cdot 72,8 \cdot 10^{-3}/8 \cdot 10^{-6})} = 4,02 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

де

$R_0 = 15 \cdot 10^{-9}$  м – початковий радіус бульбашки,  $\sigma = 72,8 \cdot 10^{-3} \frac{H}{м}$  - поверхневий натяг рідини,

$P_{п} = 149$  Па – тиск пароутворення

Виконані дослідження показують, що ультразвук є ефективним засобом прискорення просочення. Це досягається за рахунок ультразвукового капілярного ефекту, прискорення дифузії, зменшення в'язкості й поверхневого натягу, а також у результаті зменшення розмірів молекул і часток у робочій рідині (оборотна деполімеризація та диспергування).

## Висновки.

При використанні віброімпульсного генератора коливань тиску рідини можна: підвищити ефективність обробок свердловин за рахунок збільшення амплітуди імпульсів гідродинамічного тиску і отримання акустичної кавітації для руйнування і диспергування твердих тіл, викликання і прискорювання хімічних реакцій, емульгування рідин, очищення привибійної зони пласта від асфальто-смоло-парафінових відкладень.

## Перелік посилань:

1. Гадиев С.М. Использование вибрации в добыче нефти. - М.: Недра, 1977, с. 49-51.
2. Архангельский М.Е., Сергеева К.Я. О роли акустической кавитации в снижении вязкости гидравлических жидкостей.- Акустический журнал, 1964, т. 10, вып. 1, с. 111.