



УДК 622.279

**JUSTIFICATION FOR STABLE OPERATION OF GAS WELLS
ВСТАНОВЛЕННЯ СТАБІЛЬНОЇ РОБОТИ ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН****Hrytsanchuk A.V. / Грицанчук А.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-9894-0911

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Karpatska 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Карпатська 15***Sabotazh K.V. / Саботаж К.В.***student / студент**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Karpatska 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Карпатська 15***Hrytsanchuk V.V. / Грицанчук В.В.***colonel / полковник**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Karpatska 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Карпатська 15*

Анотація. У статті проаналізовано проблеми накопичення рідини, конденсату і пластової води на вибої і в стовбурі газової свердловини. Запропоновано спосіб стабільної експлуатації газового пласта, який обводнюється за рахунок подачі газу з нижнього продуктивного газового пласта, що знаходиться в цій же свердловині і володіє більшою пластовою енергією, ніж верхній продуктивний газовий пласт. Даний спосіб може бути використаний для стабільної експлуатації газового пласта, який обводнюється у разі, коли енергії продуктивного пласта недостатньо для стабільного виносу рідини разом з потоком газу. Розглянуті аналітичні залежності для визначення мінімально необхідного дебіту газу та мінімальної швидкості для повного виносу рідини в газорідинному потоці.

Ключові слова: газова свердловина, винесення рідини, стабільна експлуатація, мінімально необхідний дебіт.

Вступ. В газових свердловинах досить часто спостерігається явище конденсації пароподібної води з газу і надходження води на вибій свердловини з окремих пластів, що створює великі проблеми для стабільної експлуатації.

Для вирішення цієї проблеми запропоновано спосіб стабільної експлуатації газового пласта, що обводнюється який заснований на використанні пластової енергії нижнього газового пласта, забезпечення роботи якого в одній і тій же свердловині призводить до підвищення сумарного дебіту газу.

При теоретичних дослідженнях досліджуваної проблеми розроблено патент (RU 2413838), в якому розглянуто можливість стабільної експлуатації верхнього продуктивного газового пласта, що обводнюється за рахунок подачі газу з нижнього продуктивного газового пласта, що знаходиться в цій же свердловині і володіє більшою пластовою енергією, ніж верхній продуктивний газовий пласт. Це збільшує швидкість сумарного потоку газу в ліфтовій колоні над верхнім продуктивним газовим пластом [1].

На рис. 1 наведена схема свердловини з газовим пластом, що обводнюється, де: 1 - верхній газовий пласт, що обводнюється; 2 - нижній газовий пласт; 3 - експлуатаційна колона; 4 - цементний міст; 5 - пакер; 6 -



ліфтова колона; 7 - надпакерний клапан.

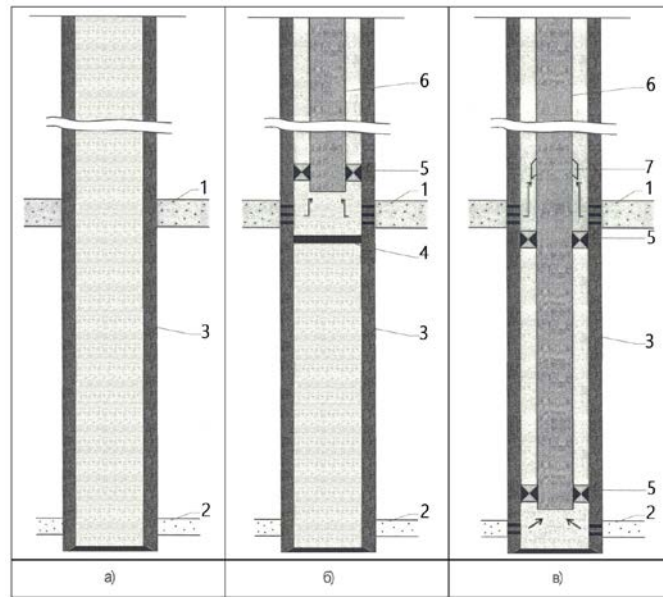


Рис. 1 – Схема свердловини з обводнюється газовим пластом, до якої застосовано спосіб стабільної експлуатації

Запропонований спосіб реалізують наступним чином:

1) газову свердловину спочатку бурять на всю товщину газового пласта, що обводнюється (1) та газового пласта (2), потім спускають експлуатаційну колону (3) і цементують її (рис. 1 а);

2) нижче газового пласта, що обводнюється (1) встановлюють цементний міст (4), створюючи тим самим штучний вибій. Проводять перфорацію на рівні пласта (1), потім спускають ліфтову колону (6) з установкою пакера (5) і експлуатують цей пласт (рис. 1 б);

3) у разі накопичення рідини на штучному вибої, коли пластової енергії недостатньо для повного виносу рідини на поверхню, спеціальним розчином проводять штучну кольматацію (наприклад, закачування крейдового розчину) газового пласта, що обводнюється (1). Піднімають із свердловини ліфтову колону (6) і пакер (5). Пробурюють цементний міст (4) і проводять перфорацію на рівні нижнього газового пласта (2). Спускають ліфтову колону до нижнього газового пласта з надпакерним клапаном (7), який встановлюють на 10...20 м вище покрівлі верхнього пласта (1). (рис. 1 в).

Спосіб заснований на використанні пластової енергії нижнього газового пласта, забезпечення роботи якого в одній і тій же свердловині призводить до підвищення сумарного дебіту газу. В результаті швидкість руху потоку газу в свердловині зростає, що забезпечує рівномірний та стійке винесення рідини.

У промисловій практиці як критерій стійкої роботи обводнених свердловин найчастіше використовують мінімально необхідний дебіт газу. Запропоновано ряд залежностей для його визначення:

1. Формула ПівнКавНІІГаз:

$$q_{м.н} = 2,076 \cdot 10^6 \cdot \frac{d_{вн}^2}{z_{виб} \cdot T_{виб}} \cdot \sqrt{P_{виб}}, \quad (1)$$



де $q_{м.н}$ - мінімально необхідний дебіт газу, тис.м³ / добу; $d_{вн}$ - внутрішній діаметр ліфтових труб, м; $z_{виб}$ - коефіцієнт стисливості газу при $T_{виб}$ і $P_{виб}$; $T_{виб}$ - температура на вході в башмак ліфтових труб, К; $P_{виб}$ - тиск на вході в башмак ліфтових труб, МПа.

2. Формула ВНІГаз (втрати тиску в стовбурі свердловини мінімальні):

$$q_{м.н} = 8480 \cdot d_{вн}^{2.5} \cdot \sqrt{\frac{P_{виб} \cdot \rho_p}{\rho_{г} \cdot z_{виб} \cdot T_{виб}}}, \quad (2)$$

де ρ_p - густина рідини, кг / м³; $\rho_{г}$ - відносна густина газу.

3. Формула ІФНТУНГ, отримана за даними Оренбурзького газоконденсатного родовища:

$$q_{м.н} = 2213 \cdot d_{вн}^{1.94} \cdot q_p^{0.22} \cdot \sqrt{\frac{P_{виб} \cdot \rho_p}{\rho_{г} \cdot z_{виб} \cdot T_{виб}}}, \quad (3)$$

де q_p - дебіт рідини, м³ / добу.

4. В ІФНТУНГ Кондратом О.Р. за результатами теоретичних досліджень отримана аналітична залежність мінімально необхідного дебіту газу для винесення рідини із свердловини [2]:

$$q_{м.н} = 5,572 \cdot \frac{d_{вн}^2 \cdot P_{виб}}{z_{виб} \cdot T_{виб}} \cdot \sqrt{\frac{P_{виб} \cdot \rho_p}{\rho_{г} \cdot z_{виб} \cdot T_{виб}}} \cdot \sqrt[4]{\frac{\rho_p - 3485,34 \cdot \frac{\rho_{г} \cdot P_{виб}}{z_{виб} \cdot T_{виб}}}{\left(3485,34 \cdot \frac{\rho_{г} \cdot P_{виб}}{z_{виб} \cdot T_{виб}}\right)^2}}, \quad (4)$$

Розрахунки проведено на базі гіпотетичного газового родовища результати зводимо у загальну таблицю 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку мінімально-необхідних дебітів

| ПівнКавНІГаз, тис. м ³ /доб | ВНІГаз, тис. м ³ /доб | ІФНТУНГ, тис. м ³ /доб | Кондрат О.Р., тис. м ³ /доб |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 410,969 | 541,606 | 436,774 | 604,0 |

Відхилення результатів обчислення вказує на те, що для кожного конкретного родовища необхідно враховувати властиві тільки йому фактори, такі як швидкість падіння тиску, зміна властивостей і витрати рідини, вплив параметрів пласта і шлейфу і т.п. і на підставі цього вводити поправочні коефіцієнти. Отримані результати дозволяють визначити мінімальні витрати пластової енергії для стійкої роботи обводнених газових свердловин. Слід зазначити, що для повного видалення рідини, забезпечення стабільної та безаварійної експлуатації газових свердловин в умовах обводнення рекомендується їх експлуатувати при дебіту, що перевищує значення мінімально необхідних.

Висновки.

Запропоновано спосіб видалення рідини з газових свердловин, який має індивідуальний характер і безпосередньо пов'язано з геолого-промисловою



характеристикою родовища. Даний спосіб може бути використаний протягом усього періоду розробки верхнього газового пласта. За результатами аналізу гіпотетичного родовища розраховані оціночні значення мінімально необхідного дебіту газу і мінімальної швидкості газу для повного виносу рідини з вибою свердловини в газорідинному потоці. Порівняльний розрахунок показав, що величини дещо відрізняються між собою. Це можна пояснити тим, що на швидкість руху флюїду впливають різні чинники, не враховані в розглянутих формулах.

Надалі слід провести експериментальні дослідження для визначення можливості застосування розглянутих формул для різних родовищ.

Література.

1. Пат. 2413838 RU, МПК E21B43/14. Способ стабильной эксплуатации обводняющегося газового пласта / Н.В. Серегина, В.С. Смирнов, Р.Г. Темиргалеев; владелец открытое акционерное общество "Газпром"; опубл. 27.12.2009.

2. Кондрат, О. Р., & Гедзык, Н. М. (2012). Підвищення ефективності експлуатації свердловин та роботи системи збору і підготовки свердловинної продукції зі значним вмістом рідини. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ, (4(45), 164-178.

References.

1. Pat. 2413838 RU, MPK E21B43/14. Sposob stabil'noy éksplyuatatsyy obvodnyayushchegosya hazovoho plasta / N.V. Serehyna, V.S. Smyrnov, R.H. Temyrhaleev; vladelets otkrytoe aktsyonernoé obshchestvo "Hazprom"; opubl. 27.12.2009. [In Russian]

2. Kondrat, O. R., & Hedzyk, N. M. (2012). Pidvyshchennya efektyvnosti ekspluatatsiyi sverdlovyn ta roboty systemy zboru i pidhotovky sverdlovynnoyi produktsiyi zi znachnym vmistom ridyny. Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch, (4(45), 164-178. [In Ukrainian]

Abstract. The article analyses the problems of liquid, condensate and formation water accumulation in the bottomhole and the wellbore of a gas well. A way to maintain stable production from a watered-out gas reservoir by means of injecting gas from a lower producing layer with higher internal formation energy in the same well was proposed. The method proposed can be used for stable production from a watered-out gas reservoir when the internal formation energy is not enough to ensure that the gas flow removes the excess liquid. The analytical dependence for calculating the required gas production rate and its critical velocity for removing the excess liquid in the gas-liquid flow are discussed.

Key words: gas well, liquid removal, stable operation, minimal required gas production rate