

Розрахунок процесу освоєння свердловин з неповним рівнем рідини

Брагуца В.А.- студент
НТУ «ХП».

Керівник - к.т.н. Римчук Д.В.

Азот – це інертний газ з низькою хімічною активністю, який у поєднанні із газоподібними та рідкими вуглеводнями не утворює вибухонебезпечних сумішей, а тому, широко використовується в нафтогазовій галузі для освоєння свердловин.

Процес освоєння свердловини з неповним рівнем рідини зобразимо графічно (рис. 1): в момент А рідина врівноважена та знаходиться на статичному рівні. В момент Б рідина витіснена в затрубний простір та починає виходити зі свердловини. При цьому вибійний тиск буде рівний сумарному тиску стовпа рідини та тиску азоту під рідиною. Для визначення вибійного тиску необхідно розрахувати об'єм рідини, що знаходиться в свердловині та висоту стовпа, яку вона займе під час освоєння. Важливим моментом є те, що перетікатиме лише та рідина, яка знаходиться вище башмака НКТ.

Максимальний вибійний тиск під час освоєння свердловини з неповним рівнем рідини буде в момент, коли рідина глушіння підніметься по затрубному простору і почне виходити зі свердловини.

Загальний об'єм рідини, що приймає участь в освоєнні визначаємо за формулою:

$$V_{\text{рід}} = \left(\frac{\pi \times d_{\text{вн ЕК}}^2}{4} - \frac{\pi \times d_{\text{зовн НКТ}}^2}{4} + \frac{\pi \times d_{\text{вн НКТ}}^2}{4} \right) \times (L_{\text{НКТ}} - L_{\text{рід}}), \text{ м}^3,$$

де $V_{\text{рід}}$ – загальний об'єм рідини, що приймає участь в освоєнні, м^3 ;

$d_{\text{вн ЕК}}$ – внутрішній діаметр експлуатаційної колони, м;

$d_{\text{зовн НКТ}}$ – зовнішній діаметр НКТ, м;

$d_{\text{вн НКТ}}$ – внутрішній діаметр НКТ, м;

$L_{\text{НКТ}}$ – глибина спуску НКТ, м;

$L_{\text{рід}}$ – рівень рідини в свердловині, м.

Висоту стовпа, що займатиме рідина в затрубному просторі знаходимо за формулою:

$$H_{\text{рід}} = \frac{V_{\text{рід}}}{\left(\frac{\pi \times d_{\text{вн ЕК}}^2}{4} - \frac{\pi \times d_{\text{зовн НКТ}}^2}{4}\right)}, \text{ м,}$$

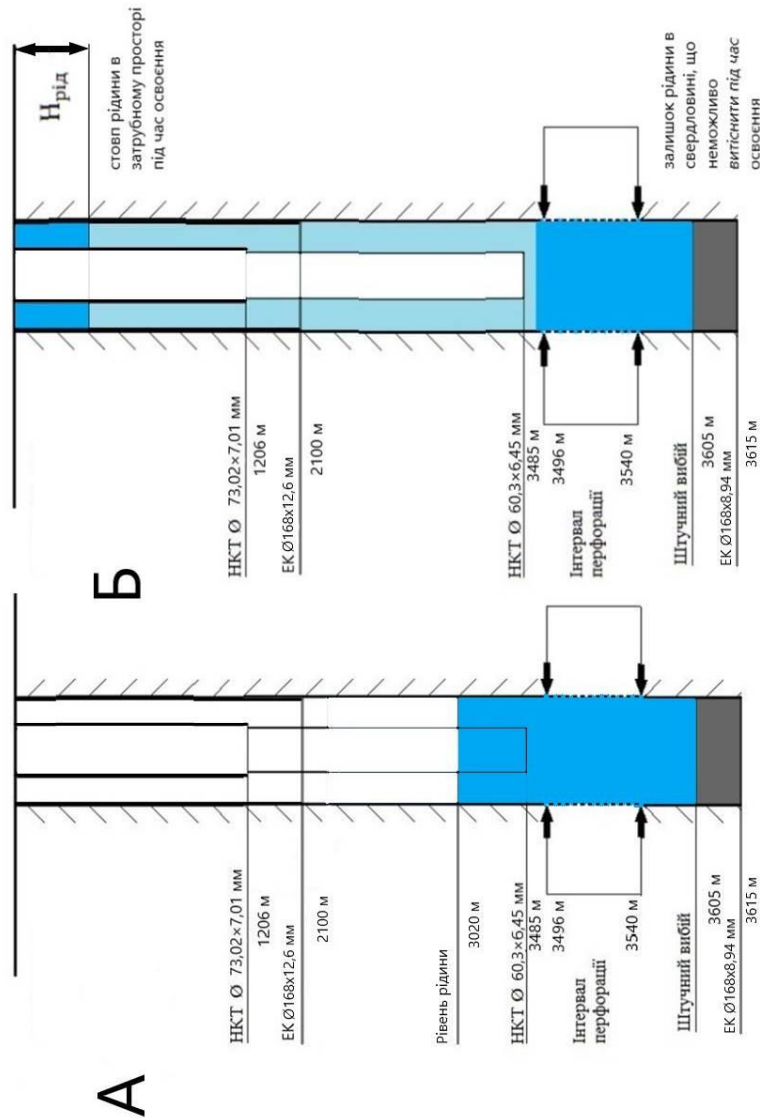


Рисунок 1 – Освоєння свердловин з неповним рівнем рідини

де $H_{\text{рід}}$ – висота стовпа, що займатиме рідина в затрубному просторі, м;

$V_{\text{рід}}$ – загальний об'єм рідини, що приймає участь в освоєнні, м^3 ;

$d_{\text{вн ек}}$ – внутрішній діаметр експлуатаційної колони, м;

$d_{\text{зовн НКТ}}$ – зовнішній діаметр НКТ, м.

Гідростатичний тиск стовпа рідини визначаємо за формулою:

$$P_{\text{гст}} = \rho_p \times g \times H_{\text{рід}}, \text{ Па},$$

де $P_{\text{гст}}$ – гідростатичний тиск стовпа рідини, Па;

ρ_p – густина рідини, якою заповнена свердловина, кг/м^3 ;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$H_{\text{рід}}$ – висота стовпа, що займатиме рідина в затрубному просторі, м.

Тиск азоту під стовпом рідини знаходимо за формулою:

$$P_{\text{виб}} = \frac{P_{\text{гст}}}{e^{(1,2 \times 10^{-4} \times (-h) \times \rho_{\text{аз}})}}, \text{ МПа},$$

де $P_{\text{виб}}$ – тиск азоту під стовпом рідини, Па;

$P_{\text{гст}}$ – гідростатичний тиск стовпа рідини, Па;

e – число Ейлера; $e \approx 2,72$;

L – висота газового стовпа під рідиною, м;

$\rho_{\text{аз}}$ – відносна густина азоту за повітрям.

Висоту газового стовпа під рідиною знаходимо за формулою:

$$L = L_{\text{НКТ}} - H_{\text{рід}}, \text{ м},$$

де L – висота газового стовпа під рідиною, м;

$L_{\text{НКТ}}$ – глибина спуску НКТ, м;

$H_{\text{рід}}$ – висота стовпа, що займатиме рідина в затрубному просторі, м.

Відносну густина азоту за повітрям визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{аз}} = \frac{M_{N_2}}{M_{\text{повітря}}},$$

де $\rho_{\text{аз}}$ – відносна густина азоту за повітрям;

M_{N_2} – молярна маса азоту, г/моль;

$M_{\text{повітря}}$ – молярна маса повітря, г/моль; $M_{\text{повітря}} = 29 \text{ г/моль}$.

Розраховуємо необхідний тиск азоту на гирлі свердловини для освоєння за формулою:

$$P_{\text{гир}} = P_{\text{виб}} \times e^{(1,2 \times 10^{-4} \times (-L) \times \rho_{\text{аз}})}, \text{ МПа},$$

- де $P_{\text{гир}}$ – необхідний мінімальний тиск закачування азоту, МПа;
 $P_{\text{виб}}$ – тиск на вибої свердловини (на рівні башмака НКТ), МПа;
 e – число Ейлера; $e \approx 2,72$;
 L – глибина спуску НКТ, м.
 $\rho_{\text{аз}}$ – відносна густина азоту за повітрям.

Середній тиск азоту по стволу свердловини за формулою:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{гир}} + P_{\text{виб}}}{2}, \text{ МПа},$$

- де $P_{\text{ср}}$ – середній тиск азоту по стволу свердловини, МПа;
 $P_{\text{гир}}$ – необхідний мінімальний тиск закачування азоту, МПа;
 $P_{\text{виб}}$ – тиск азоту під стовпом рідини, МПа;

Оскільки простір свердловини нижче башмака НКТ в освоєнні участі не приймає, то робочий об'єм свердловини визначаємо як суму трубного та затрубного просторів до глибини спуску НКТ:

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi \times d_{\text{вн НКТ}}^2}{4} \times L, \text{ м}^3,$$

- де $V_{\text{тр}}$ – об'єм трубного простору до глибини спуску НКТ, м³ ;
 $d_{\text{вн НКТ}}$ – внутрішній діаметр НКТ, м;
 L – глибина спуску НКТ, м.

$$V_{\text{зтр}} = \left(\frac{\pi \times d_{\text{вн ЕК}}^2}{4} - \frac{\pi \times d_{\text{зовн НКТ}}^2}{4} \right) \times L, \text{ м}^3,$$

- де $V_{\text{зтр}}$ – об'єм затрубного простору до глибини спуску НКТ, м³ ;
 $d_{\text{вн ЕК}}$ – внутрішній діаметр експлуатаційної колони, м;
 $d_{\text{зовн НКТ}}$ – зовнішній діаметр НКТ, м;
 L – глибина спуску НКТ, м.

$$V_{\text{св}} = V_{\text{тр}} + V_{\text{зтр}}, \text{ м}^3,$$

- де $V_{\text{св}}$ – робочий об'єм свердловини, м^3 ;
 $V_{\text{тр}}$ – об'єм трубного простору до глибини спуску НКТ, м^3 ;
 $V_{\text{зтр}}$ – об'єм затрубного простору до глибини спуску НКТ, м^3 .

Розраховуємо необхідний об'єм азоту за формулою:

$$V_{\text{аз}} = \frac{P_{\text{ср}} \times V_{\text{св}}}{P_{\text{атм}}}, \text{м}^3,$$

- де $V_{\text{аз}}$ – необхідний об'єм азоту при нормальних умовах, м^3 ;
 $P_{\text{ср}}$ – середній тиск азоту по стволу свердловини, МПа;
 $V_{\text{св}}$ – робочий об'єм свердловини, м^3 ;
 $P_{\text{атм}}$ – атмосферний тиск при нормальних умовах, МПа.

Кількість азоту в тонах визначаємо за формулою:

$$M_{\text{аз}} = \frac{V_{\text{аз}}}{n} \times \rho_{\text{зр.аз.}} \times 10^{-3}, \text{т},$$

- де $M_{\text{аз}}$ – маса необхідної кількості азоту, т;
 n – перевідний коефіцієнт, що вказує на співвідношення об'єму азоту при нормальних умовах та у зрідженому стані, приймається рівним $n = 696$;

$$\rho_{\text{зр.аз.}} - \text{густина зрідженого азоту, } \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \rho_{\text{зр.аз.}} = 808 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

За запропонованою методикою визначено необхідну кількість азоту та максимальний тиск закачування азоту для осушення свердловини з неповним рівнем рідини в трубний простір з наступними вихідними даними (рис. 1):

Штучний вибій - 3605 м. ЕК двосекційна: перша секція $\text{Ø}168 \times 12,6$ мм, друга секція $\text{Ø}168 \times 8,94$ мм. Стик секцій на глибині 2100 м. НКТ двосекційні: $\text{Ø}73,02 \times 7,01$ мм спущені в інтервалі 0-1206 м, $\text{Ø}60,3 \times 6,45$ мм спущені в інтервалі 1206-3485 м. Інтервал перфорації – 3496-3540 м.

Верхня секція ЕК опресована буровим розчином густиною 1335 кг/м^3 на тиск 33,5 МПа. Нижня секція опресована пластовою водою густиною 1060 кг/м^3 на тиск 25 МПа.

Свердловина частково заглушена рідиною глушіння густиною 1010 кг/м³. Рівень рідини на глибині 3020 м.

За результатами розрахунків для освоєння свердловини необхідно 3,794 тон азоту, а тиск закачування азоту на гирлі під час освоєння складатиме 4,851МПа.

Висновок: запропонована методика розрахунку процесу освоєння свердловин з неповним рівнем рідини рекомендується до практичного використання нафтогазовидобувними та сервісними компаніями.

Список використаних джерел:

- 1. Римчук Д.В. Іноваційні методи інтенсифікації нафто-газових свердловин [Курс лекцій] / Д.В.Римчук, Т.Г.Загорулько, З.Г.Козирець – Х: НТУ(ХПІ), 2022, – 551с.*
- 2. Катеринчук П.О. Освоєння, інтенсифікація та ремонт свердловин / П.О. Катеринчук, Д.В. Римчук, С.В. Цибулько, О.Л. Шудрик – Х.: Пром-Арт, 2018. – 608 с.*
- 3. Розрахунковий практикум навчальної дисципліни «Дослідження та підземний ремонт свердловин» / Римчук Д.В., Козирець С.Г. - Х: ХНАДУ, 2020 – 260 с.*

СПОСОБИ ЗАПОБІГАННЯ ВИПАДІННЮ КОНДЕНСАТУ У ПЛАСТІ

**Леонтєва Н.В.-студент
НТУ «ХПІ».**

Керівник-д.т.н. Фик І.М.

Анотація: В даній роботі було розглянуто запобігання випадінню конденсату у пласті, що є важливою задачею при розробці газоконденсатних родовищ. Існує кілька способів для досягнення цієї мети.

Ключові слова: конденсат, сайклінг-процес, коефіцієнт охоплення, тиск, температура.

Постановка проблеми в загальному вигляді

Проблема випадіння конденсату у пласті виникає в газових чи газово-конденсатних родовищах під час видобутку природного газу чи нафти.