

Література:

1. <http://referatbox.com.ua/1608-ventilyaciya-trebovaniya-klassifikaciya-vidy-2.html>
2. *СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование/* Госстрой СССР – М.: АПП ЦИТП, 1992 – 64 с.

УДК 621.671:622.276.53

Технічні науки

АДАПТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСА «PVT-WELL-PUMP»
ДО ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРОВІДЦЕНТРОВОГО
НАСОСА ПРИ ВИДОБУТКУ НАФТИ

*Іващенко В.Ю. , Колачова А.М.,
студенти інституту механічної інженерії та транспорту*

*Шевченко Н.Г.,
к.т.н., доцент кафедри «Гідравлічні машини»
ім. Проскури Г.Ф.*

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна*

У нафтовидобувній промисловості досить значну роль відіграють установки відцентрових насосів середньої швидкохідності, які при середніх і великих відборах рідини (80–200 м³/доб та більше) є найбільш ефективним і менш трудомістким видом устаткування. В останні роки значно ускладнилися умови експлуатації заглибного насосного обладнання: збільшилася глибина установки насоса до 3000 м; розширився діапазон в'язкості пластової рідини до 100 мПа·с; збільшилися об'ємні частки води, газу в продукції. Склад і властивості середовищ, що перекачуються, істотно впливають на робочу характеристику насосів, приводять до підвищення енергетичних витрат на підйом продукції, зриву подачі, зношування елементів насоса, вібраціям та іншим технічним проблемам. Правильний вибір режиму роботи насоса до умов експлуатації свердловини гарантує надійність і ефективність роботи усієї

установки. Таким чином, рішення задачі прогнозування енергетичних характеристик заглибного відцентрового насоса з урахуванням сумісної роботи у свердловині на основі методів математичного моделювання, є актуальною.

Мета роботи – адаптувати програмний комплекс до прогнозування режиму роботи системи «свердловина – насос» при видобутку нафти з урахуванням реальних умов експлуатації нафтогазової свердловини. У даній роботі використовуються теоретичні методи дослідження, що засновані на промислових даних для розрахунків параметрів газорідинної суміші та характеристик ЕВН [1–4], а також комплекс програм «*PVT-Well-Pump*» [5–7], що створено на кафедрі «Гідравлічні машини» ім. Г.Ф. Проскури НТУ «ХПІ».

У роботі розглядається експлуатація нафтових свердловин за допомогою установки глибинного електровідцентрового насоса (ЕВН). Через обмеження габаритних діаметральних розмірів свердловин, напір одного ступеня відцентрового насоса становить близько 4–6 м. Тому для забезпечення необхідного напору кількість ступенів ЕВН досягає 200–400 одиниць. У реальних умовах експлуатації ЕВН продукцією, що перекачується, є суміш пластової нафти, води та газу – газорідинна суміш (ГРС). На рис. 1 показана схема виділення бульбашок газу з продукції; динамічний рівень рідини $H_{\text{дин}}$, а також глибина установки насоса $H_{\text{сп}}$; тиск на прийомі насоса $P_{\text{пр.}}$, $P_{\text{зат.}}$ – затрубний тиск. Також на рис. 1 представлено залежності розподілу тиску $P(H)$ уздовж свердловини та насосно-компресорних труб (НКТ), а також залежність об’ємної доли вільного газу в рідині від тиску $\beta_r(P)$.

Рух продукції у багатоступеневих відцентрових насосах характеризується безперервним зростанням тиску й температури. У комплексі програм «*PVT-Well-Pump*» при розрахунках реальних характеристик ЕВН, що перекачує нафтову продукцію з газом, враховується, що в міру збільшення тиску уздовж насоса зменшується зміст вільного газу у нафті, змінюються состав та властивості продукції.

При адаптуванні програмного комплексу для розрахунків характеристик ЕВН, дотримувалось поступеневе (кожні 10) перерахування зміни тиску та

характеристик ГРС. Прийнято, що процес розчинення газу в нафті аналогічний процесу розгазуванню, та розрахуємо його за методикою П.Д. Ляпкова [4]. Для заданих умов експлуатації ЕВН у свердловині підготовлені вихідні дані на прийманні насоса. Методика визначення характеристик ЕВН реалізована за допомогою програмних блоків. **Блок 1.** Розрахунки залежностей зміни кількості газу розчиненого в нафті й у вільному стані, щільності і в'язкості ГРС від тиску. **Блок 2.** Визначення тиску, що створює кожна ступень на задані умови експлуатації. Побудова залежності зміни тиску від ступеня до ступеня ($Q=const$). **Блок 3.** Визначення напірної $H=f(Q)$ та енергетичних $\eta=f(Q)$, $N=f(Q)$ характеристик насоса за умовами експлуатації.

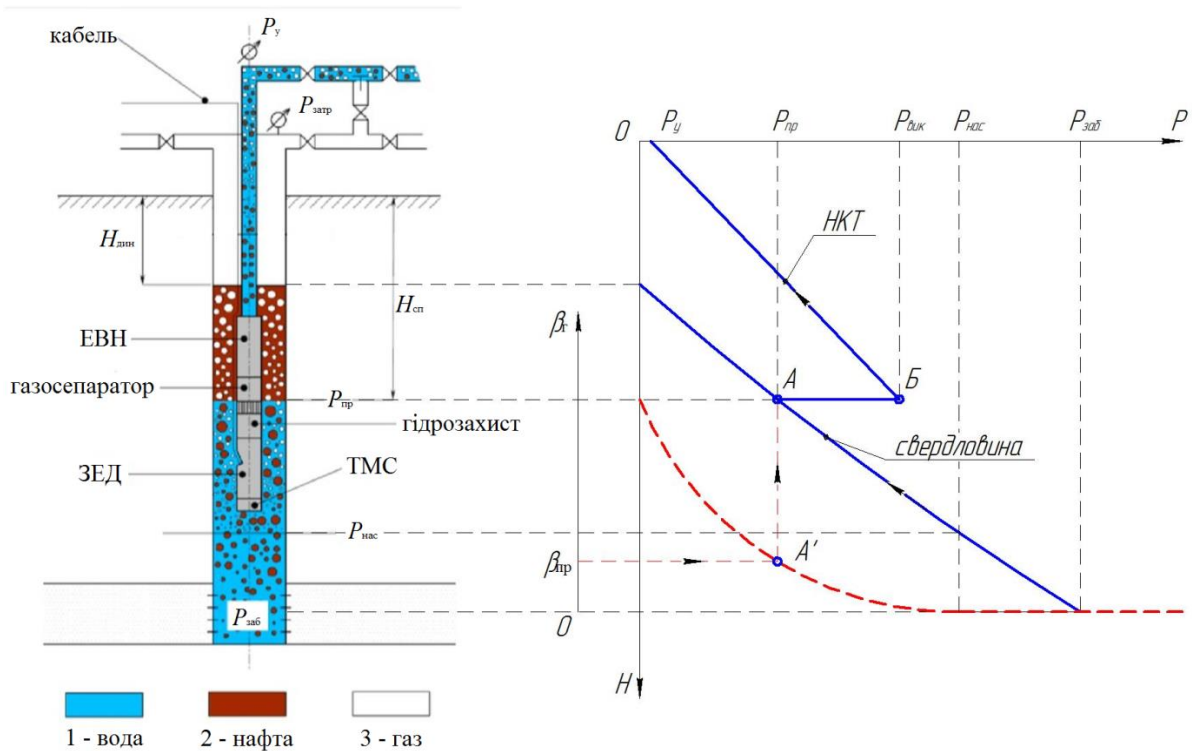


Рисунок 1 – Схема розподілу тиску и газовмісту β у свердловині та НКТ:

A – місце установки насоса; A' – значення допустимого газовмісту;

B – тиск на викиді насоса

У роботі було проведено порівняння розрахункових гідродинамічних параметрів за програмою «PVT-Well-Pump» з промисловими даними Бугреватського родовища НГВУ "Охтирканафтогаз". Аналіз розрахункових і промислових значень показав, що з достатньою точністю, за розробленим

пакетом програм «PVT-Well-Pump», можна прогнозувати параметри продукції, розподіл тиску.

У роботі проведено порівняльні розрахунки при виборі глибини установки насоса та його режиму роботи у свердловині за допомогою пакета програм «PVT-Well-Pump». На рис. 2 представлено результати розрахунків характеристик насоса ЕВН5-80 ($z = 370$) та їх накладення на характеристики свердловини при газовмісті на прийомі у насос $\beta_r = 20\%$ і 5% (глибина спуска 2060 м та 2672 м, відповідно) для реальних умов експлуатації. Встановлено, що для перекачування в'язкої рідини доцільно на прийомі насоса газовміст збільшити до 20% .

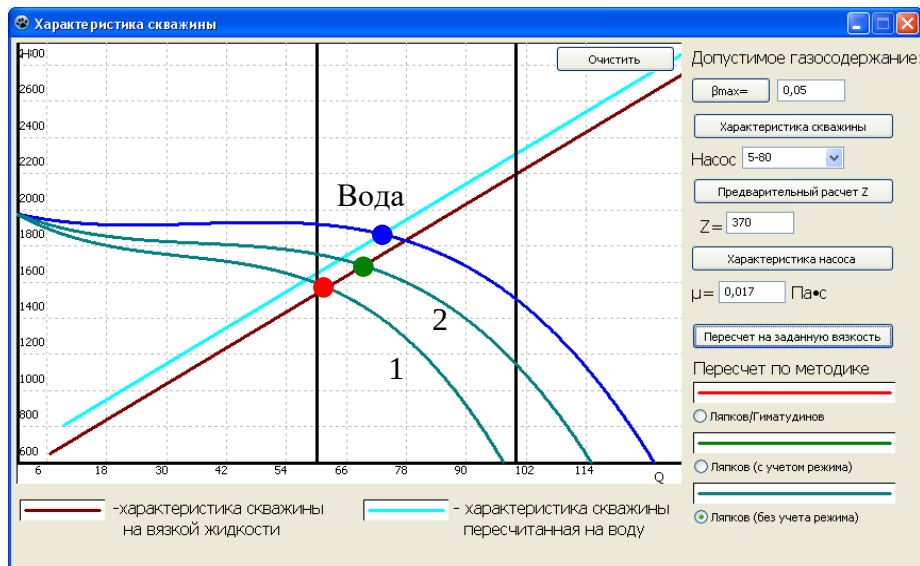


Рисунок 2 – Интерфейс і результати роботи модуля
«Характеристика скважини»:

- 1 – насос ЕВН5-80 ($z=370$), $(\beta_r)_{пр} = 5\%$ (глибина спуска 2672м)
- 2 – насос ЕВН5-80 ($z=370$), $(\beta_r)_{пр} = 20\%$ (глибина спуска 2061м)

Висновки. Для підвищення ефективності експлуатації насосів ЕВН необхідно враховувати багато факторів: глибину установки насоса, тиск та властивості нафтової продукції на прийомі насоса (состав продукції, PVT характеристики, щільність, в'язкість) та робочий режим роботи ЕВН – напір і подача для заданих умов експлуатації. З цією метою використовуються математичні моделі, які реалізовані у вигляді програмних продуктів.

Програма «*PVT-Well-Pump*» дозволяє підвищити ефективність проектних робіт з вибору оптимального режиму роботи насосного обладнання у свердловині з урахуванням реальних умов експлуатації та фізичних властивостей газорідної суміші, оптимізувати компоновку насоса.

Література:

1. Агеев Ш. Р. Установки лопастных насосов для добычи нефти и их применение. Энциклопедический справочник. / Ш. Р. Агеев, Е. Е. Григорян, Г. П. Макиенко. – Пермь: ООО «Пресс-Мастер». – 2007. – 645 с.

2. Бойко В.С. Методика проектування електровідцентровоносної експлуатації нафтових свердловин / В.С. Бойко, Л.М. Кеба // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2013. – №2(47). – С. 106-116.

3. Дунюшкин И.И. Расчеты физико-химических свойств пластовой и промысловой нефти и воды: Учебное пособие для вузов / И. И. Дунюшкин, И. Т. Мищенко, Е. И. Елисеева. – М. : РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. – 448 с.

4. Ляпков П.Д. Подбор установки погружного центробежного насоса к скважине. Учебное пособие / П. Д. Ляпков – М. : МИНГ, 1987. – 71 с.

5. Шевченко Н.Г. Програмний модуль прогнозування гідродинамічних характеристик газорідної суміш свердловини при механізованому видобутку нафти / Н.Г. Шевченко, О.Л. Шудрик // Вісник НТУ «ХПІ». Сер.: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Х. НТУ «ХПІ». – 2014. – № 39 (1082) – С. 190 – 197.

6. Шевченко Н.Г. Комп'ютерна програма «Програма моделювання сумісної роботи заглибного відцентрового насоса (ЕВН) та свердловини при видобутку нафти» («*PVT-Well-Pump*») / Н.Г. Шевченко, О.Л. Шудрик // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №74077, Україна. Дата реєстрації 09.10.2017.

7. Шевченко Н.Г. Особенности расчета характеристики погружного центробежного насоса с учетом изменения параметров газожидкостной смеси

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ НА ДИСКОВОЕ ТРЕНИЯ НЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ.

Коваль Е.С., Косоруков А.В.

Аспіранты

*Национальный Технический Университет
«Харьковский Политехнический Институт»*

м. Харьков, Украина

Экономичность работы насоса определяется его к. п. д. и зависит от баланса энергии внутри машины, т.е. от распределения потерь энергии в ней. Потери энергии в центробежных насосах делятся на три вида: гидравлические, механические и объемные

Суммарные механические потерн можно представить в виде:

$$N_{\text{м}} = N_{\text{дс}} + N_{\text{у.п}} + N_{\text{з.т}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{дс}}$ —дисковые потери; $N_{\text{у.п}}$ – потери в уплотнениях и подшипниках; $N_{\text{з.т}}$ — мощность гидравлического торможения.

В целом влияние механических потерь на баланс энергии в насосе оценивается механическим к. п. д.:

$$\eta_{\text{м}} = \frac{N_{\text{м}}}{N} = \frac{Q_{\text{м}} H_{\text{м}} \rho}{N} = \frac{N_{\text{м}}}{N_{\text{м}} + N_{\text{м}}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{м}}$ — теоретическая мощность насоса, передаваемая колесом жидкости; $Q_{\text{м}}$ — теоретическая подача насоса.

В отличие от гидравлических и объемных потерь, которые влияют на напорную характеристику, механические потери увеличивают затрачиваемую мощность и приводят к увеличению температуры элементов насоса, что