

Решение задачи: «Расчет забойного давления фонтанирования и КПД процесса» в GNU Octave (Matlab)

Цель работы: ознакомление с средствами и методическими приемами выполнения научных расчетов в средах научного программирования (на примере GNU Octave (Matlab)) для фонтанной эксплуатации месторождения.

Задача: Рассчитать забойное давление фонтанирования за счет гидростатического напора пласта и КПД процесса.

Условия задачи:

- дебит скважины $Q = 100 \text{ м}^3/\text{сут}$;
- глубина скважины $L = H = 870 \text{ м}$;
- давления насыщения $P_{\text{нас}} = 2,5 \text{ МПа}$;
- средняя плотность нефти в скважине $\rho_n = 850 \text{ кг/м}^3$;
- средняя вязкость $= 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;
- внутренний диаметр НКТ $d = 0,0503 \text{ м}$.

Программное обеспечение. Для выполнения настоящей работы используется бесплатная программа GNU Octave (<http://www.octave.org>), имеющая существенную совместимость с Matlab. Для работы программы обработки изображений в Octave, требуется скачать модуль *image* (по [ссылке](#)), а затем установить его с помощью консольной команды Octave:

```
pkg install C:\my_folder\image-2.4.1.tar.gz
```

Здесь `C:\my_folder\` – папка, в которой находится скачанный архив с модулем *image*, `image-2.4.1.tar.gz` – имя файла архива.

После установки необходимо перезапустить программу. Загрузка модулей не автоматизирована и требует ввода консольной команды:

```
pkg load all
```

Методика выполнения

Режим движения жидкости в НКТ описывается с помощью числа Рейнольдса, находимого по формуле:

$$Re = \frac{4Q}{\pi d v \cdot 86400}$$

В случае если $Re > 2320$, режим течения жидкости – турбулентный, иначе он рассматривается как ламинарный.

В программе Octave это необходимо рассмотреть как условие *if else ... end*; т.к. ход решения будет определяться режимом течения жидкости, как станет понятно ниже.

Коэффициент гидравлического сопротивления λ :

$$\lambda = A \cdot \frac{v^a \cdot d^a}{Q^a}$$

где A — числовой коэффициент, зависящий от режима движения жидкости:

$A = 50,235$ — для ламинарного движения; $A = 0,297$ — для турбулентного движения; v — средняя вязкость жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$; a — показатель степени ($a = 1$ — для ламинарного режима; $a = 0,25$ — для турбулентного режима).

Забойное давление фонтанирования:

$$p_{\text{заб}} = \rho_{\text{ж}} g H + 0,811 \lambda \rho_{\text{ж}} \frac{Q^2 H}{d^5} + p_{\text{нас}}$$

, где ρ – плотность жидкости (нефти) при средних давлении и температуре, кг/м³; H – глубина спуска НКТ, равная глубине скважины, м; λ – коэффициент гидравлического сопротивления; Q — объемный дебит скважины, м³/с; d — диаметр НКТ, м.

КПД процесса фонтанирования:

$$\eta = \frac{1}{1 + A_1 \frac{v^a \cdot Q^{2-a}}{d^{5-a}}}$$

, где $A_1 = 0,811 \text{ A/g}$.

При этом потери на трение вычисляются как $\Delta\eta = 100 - \eta$.

Рекомендации по выполнению

При выполнении работы следовать указаниям:

- 1) Продумать структуру программы;
- 2) Задать переменные, отвечающие входным параметрам задачи;
- 3) Предусмотреть условие определения режима течения;

Контрольные результаты

Некоторые результаты выполнения программы $Re=9770$; $\lambda=0,03174$, $p_{\text{заб}}=9,834$.

Самостоятельно

Определить, как измениться КПД при уменьшении дебита скважины до 80м³/сут. Обосновать ответ графиком Q/η с шагом $\Delta Q=1\text{м}^3/\text{сут}$.

Требования к отчету

Файл программы Octave/Matlab, содержащий все необходимые комментарии и выполняющий автоматизированные расчеты по заданию.

Рекомендуемая литература

1. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB / М.:, 2003. 593 с.
2. Алексеев Е.Р. , Чеснокова О.В. Введение в Octave для инженеров и математиков: / Е.Р. Алексеев, О.В.Чеснокова М.: ALT Linux, 2012. 368 с.
3. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes // [Электронный ресурс]:

Математический сайт Exponenta.ru. Веб-сайт. URL:
<http://matlab.exponenta.ru/index.php> (Дата обращения: 05.11.2015)

