**Самостоятельная работа № 5**

**Выполнение расчетов по специальности в Excel**

**Практическая работа**

**Гидравлический расчёт нефтепровода**

***1. Цель работы***

Научиться рассчитывать пропускную способность выкидной линии

***2. Обеспечивающие средства***

2.1. Методические указания;

2.2. ПК, электронные таблицы Excel.

***3. Литература***

Лутошкин Г.С., Дунюшкин И.И. Сборник задач по сбору и подготовке нефти газа и воды на промыслах: Учебное пособие для вузов.- М.: ОООИД «Альянс», 2007. -135 с.

***4. Задание***

4.1. Разобрать решение примера, приведенного в п.5;

4.2. Организовать расчет в Excel пропускной способности выкидной линии, используя исходные данные к задаче таблица 2, согласно своему варианту;

4.3. Построить график зависимости напора от объемного расхода;

4.4. Построить график зависимости объемного расходаот полной (суммарной) потери напора.

***5. Пояснения к работе***

При течении жидкости по трубам ей приходится затрачивать энергию на преодоление сил внешнего и внутреннего трения. В прямых участках труб эти силы сопротивления действуют по всей длине потока и общая потеря энергии на их преодоление прямо пропорциональна длине трубы. Такие сопротивления называются линейными. Их величина (потеря давления) зависит от плотности и вязкости жидкости, а также от диаметра трубы (чем меньше диаметр, тем больше сопротивление), скорости течения (увеличение скорости увеличивает потери) и чистоты внутренней поверхности трубы (чем больше шероховатость стенок, тем больше сопротивление).

Режимы течения жидкости.

В практике наблюдаются два характерных режима течения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

При ламинарном режиме элементарные струйки потока текут параллельно, не перемешиваясь. Если в такой поток ввести струйку окрашенной жидкости, то она будет продолжать свое течение в виде тонкой нити среди потока неокрашенной жидкости, не размываясь. Такой режим течения возможен при очень малых скоростях потока. С увеличением скорости выше определенного предела течение становится турбулентным, вихреобразным, при котором жидкость в пределах поперечного сечения трубопровода интенсивно перемешивается.

При гидравлическом расчете трубопровода обычно решается одна из двух задач: определение необходимого перепада давлений (напора) для пропуска данного расхода жидкости или определение расхода жидкости в системе при заданном перепаде давлений. В любом случае должна быть определена полная потеря напора в системе.

**Пример**

На устье фонтанной скважины поддерживают напор *H* = 85 м, (давление 0,67МПа). Нефть плотностью *ρ* = 800 кг/м3, динамической вязкостью *μ* = 20 мПа∙с транспортируется в однофазном состоянии по выкидной линии длиной *l* = 3000 м, диаметром *d* = 100мм к «Спутнику», находящемуся выше устья скважины на расстоянии *Z* = 30м (*Z* - определяет высоту положения различных точек линии тока над плоскостью сравнения, геометрический напор, разность геодезических отметок, м). Определить пропускную способность выкидной линии.

**Решение:**

Последовательно задаем ряд произвольных значений объемного расхода жидкости *Q,* м3/с, представлены в таблице 1. Выполним расчет для *Q*1.

1. Определяем линейную скорость:

; ; (1)

2. Определяем тип движения жидкости по числу Рейнольдса.

Re – это безразмерный комплекс, который называется числом (или критерием) Рейнольдса в честь английского физика Осборна Рейнольдса, в конце прошлого века экспериментально наблюдавшего наличие двух режимов течения. Малые значения чисел Рейнольдса соответствуют ламинарному течению. Большие значения соответствуют режиму течения.

Re < 2320, тип движения ламинарный.

Re > 2320, тип движения турбулентный.

Если дана динамическая вязкость *μ*

(2)



Если дана кинематическая вязкость (сопротивление жидкости движению под действием гравитации) *v*

 ; (3)

Согласно условиям задачи дана динамическая вязкость, следовательно используем формулу (2):

(4)

Тип движения жидкости ламинарный.

4. Определяем коэффициент линейного сопротивления λ, зависящий от числа Рейнольдса:

 при ламинарном движении жидкости; ;

 при турбулентном движении жидкости.

5. Определяем потерю напора (на трение по длине):

(5)

 

6. Определяем полную потерю напора в системе:

;  (6)

7. Определяем полный потребный напор

 (7)

Таблица 1 – Рекомендованные объемные расходы и полученные расчетные величины

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Qi, м3/с** | **ωi, м/с** | **Rei** | **λi** | **hтi, м** | **Hzi, м** | **Hi, м** |
| 0,001 | 0,127 | 509,554 | 0,126 | 3,117 | 33,117 | 118,117 |
| 0,003 | 0,382 | 1528,662 | 0,042 | 9,350 | 39,350 | 124,350 |
| 0,006 | 0,764 | 3057,325 | 0,043 | 38,009 | 68,009 | 153,009 |
| 0,008 | 1,019 | 4076,433 | 0,040 | 62,882 | 92,882 | 177,882 |
| 0,012 | 1,529 | 6114,650 | 0,036 | 127,847 | 157,847 | 242,847 |

По рассчитанным данным можно построить кривую потребного напора в зависимости от расхода, рис. 1. Пользуясь графиком, по заданному перепаду напора находим искомую производительность выкидной линии.

Рисунок 1 – Зависимость напора от объемного расхода

Чем больше расход Q, который необходимо обеспечить в трубопроводе, тем больше требуется потребный напор Н. При ламинарном течении эта кривая изображается прямой линией, при турбулентном – параболой. Крутизна кривых потребного напора зависит от сопротивления трубопровода и возрастает с увеличением длины трубопровода и уменьшением диаметра, а также с увеличением местных гидравлических сопротивлений.

Величина статического (геометрического) напора Z положительна в том случае, когда жидкость движется вверх или в полость с повышенным давлением, и отрицательна при опускании жидкости или движении в полость с пониженным давлением. Точка пересечения кривой потребного напора с осью абсцисс (если такая возникает) определяет расход при движении жидкости самотеком. Потребный напор в этом случае равен нулю.

Иногда вместо кривых потребного напора удобнее пользоваться характеристиками трубопровода. Характеристикой трубопровода называется зависимость суммарной потери напора (или давления) в трубопроводе от расхода, рис. 2.

Рисунок 2 – Зависимость расхода от потерь

Образец организации расчетов в электронных таблицах представлен в Приложении 1.

Задание для самостоятельного выполнения по вариантам – в Приложении 2.

Приложение 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Исходные данные** | **0 вар** |  | Диаграммы строятся аналогично, представленным на рис.1, 2 |  |
|  |  |  |  |
| Напор, м | 85 |  | **Данные для построения диаграмм** |
| Длина, м | 3000 |  |  |  |  |
| Диаметр, м | 0,1 |  | **Полный потребный напор, м** | **Полная потеря напора, м** | **Объемные расходы, м3/с** |
| Разность геодезических отметок, м | 30 |  | **118,12** | **33,12** | **0,001** |
| Плотность нефти, кг/м3 | 800 |  | **124,35** | **39,35** | **0,003** |
| Динамическая вязкость нефти, Па | 0,02 |  | **153,01** | **68,01** | **0,006** |
| **Объемные расходы, м3/с** |   |  | **177,88** | **92,88** | **0,008** |
| Q1 | 0,001 |  | **242,85** | **157,85** | **0,012** |
| Q2 | 0,003 |  |  |  |  |
| Q3 | 0,006 |  | В ячейках, где определяется тип движения, следует вставить подобную формулу =ЕСЛИ(B18>2320;"Турбулентный";"Ламинарный") |  |
| Q4 | 0,008 |  |  |  |  |
| Q5 | 0,012 |  |  |  |  |
| **Расчетные величины** | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 |
| Линейная скорость, м/с | 0,127 | 0,382 | 0,764 | 1,019 | 1,529 |
| число Re | 509,554 | 1528,662 | 3057,325 | 4076,433 | 6114,650 |
| Тип движения | Ламинарный | Ламинарный | Турбулентный | Турбулентный | Турбулентный |
| λ | 0,126 | 0,042 | 0,043 | 0,040 | 0,036 |
| Потеря напора, м | 3,117 | 9,350 | 38,009 | 62,882 | 127,847 |
| Полная потеря напора, м | 33,117 | 39,350 | 68,009 | 92,882 | 157,847 |
| Полный потребный напор, м | 118,117 | 124,350 | 153,009 | 177,882 | 242,847 |

Приложение 2

**Задание для самостоятельного выполнения**

Определить пропускную способность сборного коллектора, если известен начальный напор, длина коллектора, его внутренний диаметр, разность геодезических отметок, плотность и кинематическая вязкость перекачиваемой нефти.

Таблица 2 – [Исходные данные](#_Задания_для_самостоятельной_работы _5)

|  |  |
| --- | --- |
| Исходныеданные | Варианты |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Напор, м | 160 | 120 | 110 | 90 | 105 | 115 | 175 | 180 | 110 | 106 |
| Длина, м | 2000 | 2500 | 2000 | 1000 | 1500 | 2000 | 1800 | 2000 | 1200 | 10000 |
| Диаметр, мм | 95 | 110 | 146 | 95 | 113 | 100 | 90 | 109 | 100 | 311 |
| Разность геодезических отметок, м | 15 | 9 | -9 | -13 | -15 | 20 | 10 | -5 | 18 | 12 |
| Плотность нефти, кг/м3 | 840 | 823 | 823 | 840 | 823 | 800 | 880 | 870 | 800 | 849 |
| Кинематическая вязкость нефти\*10-3, м2/с | 0,076 | 0,2 | 0,2 | 0,076 | 0,2 | 0,25 | 1 | 0,59 | 0,25 | 0,1376 |
| **Объемные расходы, м3/с** |  |
| Q1 | 0,018 | 0,018 | 0,02 | 0,025 | 0,030 | 0,012 | 0,013 | 0,016 | 0,012 | 0,10 |
| Q2 | 0,016 | 0,016 | 0,025 | 0,022 | 0,025 | 0,013 | 0,014 | 0,018 | 0,014 | 0,12 |
| Q3 | 0,014 | 0,014 | 0,03 | 0,020 | 0,022 | 0,014 | 0,015 | 0,019 | 0,016 | 0,14 |
| Q4 | 0,012 | 0,012 | 0,04 | 0,018 | 0,020 | 0,015 | 0,016 | 0,020 | 0,018 | 0,16 |
| Q5 | 0,010 | 0,010 | 0,05 | 0,016 | 0,018 | 0,016 | 0,017 | 0,022 | 0,020 | 0,18 |