Практическое занятие №1

«Простые расчёты гидравлических сопротивлений»

**Обзор водонефтяных эмульсий**

Нефтяная эмульсия - система нефть-вода, в которой одна из жидкостей диспергирована в другую в виде мелких капель (глобул). Образуется при добыче обводнённых нефтей в скважинах, промысловых трубопроводах, а также в аппаратах вследствие интенсивного перемешивания водонефтяной смеси.

Существуют три основных типа эмульсий:

Первый тип – прямые эмульсии, когда капли нефти, являются дисперсной фазой и распределены в воде – дисперсионной среде. Такие эмульсии называются «нефть в воде» и обозначаются Н/В.

Второй тип – обратные эмульсии, когда капельки воды – дисперсная фаза – размещены в нефти, являющейся дисперсионной средой. Такие эмульсии называются «вода в нефти» и обозначаются В/Н.

Множественная эмульсия – это такая система, когда в сравнительно крупных каплях воды могут находиться мелкие глобулы нефти, или в крупных каплях нефти находятся мелкие глобулы воды. Дисперсная фаза сама является эмульсией, и может быть как прямого, так и обратного типа.

Свойства нефтяных эмульсий влияют на технологические процессы добычи нефти, внутрипромыслового транспорта, сепарации, предварительного обезвоживания, деэмульсации, очистки и подготовки нефтепромысловых сточных вод.

В промысловых условиях о количестве воды в эмульсиях судят обычно по их цвету: эмульсии, содержащие до 10% воды, по цвету не отличаются от безводной нефти; эмульсии, содержащие 15-20% воды, имеют цвет от коричневого до желтого; эмульсии содержащие более 25% воды, – желтые.

При возрастании обводненность появляется точка, в которой происходит инверсия фаз, и вода становится непрерывной фазой. Эта критическая обводненность фазовой инверсии называется также граничной обводненностью. Общепринятое значение инверсии фаз находится между 55% и 70% обводненности, но данные значения не всегда применимы к нефтям месторождений Башкирии. Например, скважинная продукция Cтул+боб+рад Арланского месторождения, зачастую образует стойкие эмульсии с точкой инверсии фаз выше 90 %.

Для описания и прогнозирования вязкостных характеристик существуют множество корреляций: Woelflin, Brinkman, Vand, Richardson и Leviton & Leighton и т.д. Каждая корреляция имеет свои границы применимости и основана на экспериментальных исследования на нефти конкретных месторождений.

При перекачке в трубопроводе присутствуют так называемые диспергаторы в виде насосов, арматуры, поворотов и иных местных сопротивлений, которые приводят к образованию мелкодисперсных частиц воды. При этом содержание воды в данном случае является второстепенным фактором, так как способность эмульгирования в первую очередь зависит от содержания природных эмульгаторов – смол и асфальтенов и их поверхностной активности.

Источник

* Инструкция Pipesim
* Поведение нефтяных эмульсий в процессе их перекачки. А.В. Шарифуллин, Р.Р. Хуснуллин, В.Н. Шарифуллин, Л.Р. Байбекова

**Методика расчета перепада давления с помощью корреляций эмульсий**

Определение перепада давления по простому участку трубопровода, без учета рельефа местности, с постоянным расходом по всей длине трубопровода (утечки и врезки отсутствуют) осуществляется по следующему формуле Дарси-Вейсбаха (1).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где - коэффициент гидравлического трения,

- длина трубопровода, [м];

- внутренний диаметр трубопровода, [м];

- скорость течения жидкости, [м/с];

- плотность, [кг/м3].

Алгоритм определения перепада давления описан ниже.

Во-первых, определим скорость течения жидкости, которая рассчитывается по формуле (2)

|  |  |
| --- | --- |
| , | (2) |

где - расход жидкости, [м3/сек];

- площадь сечения трубы, [м2].

Вычислим число Рейнольдса по формуле (3)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где - скорость течения жидкости, [м/с].

- кинематическая вязкость, [м2/с] определяется по формулам 10-16;

- гидравлический радиус, который вычисляется по формуле (4) [м].

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

где - внутренний диаметр трубы, [м].

Определим режим течения и выберем формулу для определения коэффициента гидравлического трения λ.

Для ламинарного течения Re<2000 используется формула Пуазеля:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Для переходного режима 2000<Re<4000 зависимость:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

Для турбулетного режима Re>4000 универсальная формула Альтшуля:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

где , - абсолютная эквивалентная шероховатость, [м].

Определив все необходимые параметры, мы можем вычислить потери давления по длине трубопровода используя формулу (1).

*Определение кинематической вязкости*

Вязкость (кинематическая, динамическая) характеризует силу трения, возникающую между двумя смежными слоями внутри жидкости или газа на единицу поверхности при их взаимном перемещении.

Для гидравлических расчетов используют кинематическую вязкость – свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одной части жидкости относительно другой с учетом силы тяжести:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10) |

где – динамическая вязкость [Пз или Па⋅с],

Динамическая вязкость определяется путем лабораторных исследований или на основе корреляционных зависимостей эмульсии (Woelflin, Brinkman, Vand, Richardson и Leviton & Leighton и т.д.). В рамках данной методики рассмотрим две корреляции: Woelfin и Brinkman.

* **Woelfin**

Корреляции Woelflin предполагают, что при обводненности, меньшей или равной граничной, тип эмульсии воды в нефти, а также вязкость эмульсии определяются корреляцией Woelflin. При обводненности выше граничной, вязкость жидкости принимается равной вязкости воды.

Woelflin описывает 3 типа эмульсий воды в нефти, которые он назвал несвязанная, средняя и связанная. Корреляция представляет таблицу коэффициентов умножения вязкости в зависимости от обводненности.

Вязкость всех трех типов эмульсий возрастает при возрастании обводненности до определенного граничного значения, после которого вязкость убывает и предполагается равным вязкости воды. Необходимо отметить, что все три типа эмульсий могут иметь вязкости, в несколько раз превышающие вязкости нефти. В случае связанной эмульсии, можно легко получить возрастание вязкости в 100 раз. В своих экспериментах со связанным типом эмульсии, Woelflin определил, что вязкость при 60% обводненности не может быть определена, потому что смесь была слишком вязкой.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

где - вязкость эмульсии, [Пз или Па⋅с]

- вязкость дегазированной нефти, которая определяется по формулам 14-16;

- обводненность, %

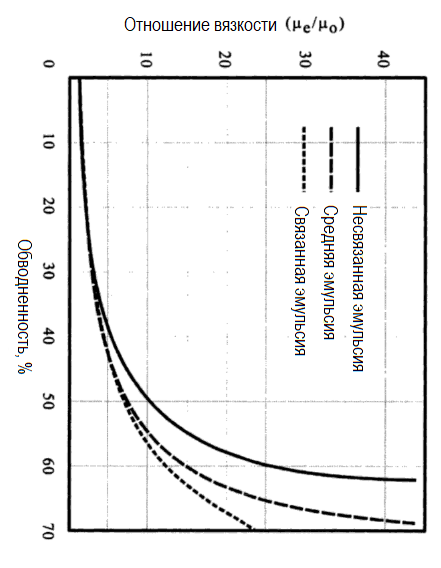
**

Рисунок 1 – График зависимости отношений вязкостей от обводненности по Woeflin

По графику на рисунке 1 определяется соответствующее значение коэффициента отношений вязкостей, соответствующая вашей обводненности. На основе данного коэффициента и зная вязкость дегазированной нефти, определяется вязкость эмульсии.

* **Brinkman**

Корреляция Brinkman рассчитывает вязкость эмульсии, используя формулу

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

где - вязкость дегазированной нефти, которая определяется по формулам 14-16;

- обводненность, [д.ед]

Корреляция Brinkman имеет ограничение и может быть использована для эмульсий с граничной обводненностью менее 70%.

*Определение динамической вязкости* *дегазированной нефти*

Корреляции определения вязкости дегазированной нефти, представленные в данной методичке, имеют ряд ограничений, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ограничения корреляций определения вязкости дегазированной нефти

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Условное обозначение | Диапазон значений |
| Температура | T | 21,25-146,9°С  (70-295 °F) |
| Плотность | API | 746-959кг/м3  (16-58 °API) |

Плотность в градусах API – единица измерения плотности нефти, разработанная Американским институтом нефти. Измерения в градусах API позволяют определить относительную плотность нефти по отношению к плотности воды при той же температуре.

Плотность в градусах API и относительная плотность нефти при базовой температуре 60°F (15.6°C) связаны четким арифметическим уравнением и могут быть легко преобразованы друг в друга.

Плотности в градусах API из относительной плотности можно рассчитать по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13) |

где – относительная плотность,

Определение вязкости дегазированной нефти возможно, также как и вязкость эмульсии, т.е. при помощи лабораторных исследований или используя корреляционные зависимости.

* **Glaso**

Вязкость дегазированной нефти рассчитывается по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (14) |

где ,

,

* **Kartoadmodjo & Schmidt**

Вязкость дегазированной нефти рассчитывается по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (15) |

где ,

,

* **Elsharkawy & Alikhan**

Корреляция работает в пределах API от 20 до 48 (от 788,3 кг/м3 до 934 кг/м3). Вязкость дегазированной нефти рассчитывается по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (16) |

где ,

y.

**Задачи**

Дано: трубопровод 114х6мм, длина 100м, шероховатость 0,01мм, расход жидкости 50 м3/сут.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Плотность | Температура | Дин. вязкость нефти, сП | Дин. вязкость эмульсии, сП | Обводненность, % |
| 1 | 860 | 25 | 9 | 55 | 50 |
| 2 | 890 | 15 | 61 | 295 | 40 |
| 3 | 905 | 5 | 106 | 268 | 30 |
| 4 | 850 | 10 | 11 | 109 | 55 |
| 5 | 860 | 5 | 33 | 221 | 38 |
| 6 | 885 | 10 | 49 | 194 | 45 |

Определить: какая из методик определения динамической вязкости дегазированной нефти имеет наименьшее расхождение с результатами лабораторных исследований.

Определить: какая из методик определения динамической вязкости эмульсии наиболее имеет наименьшее расхождение с результатами лабораторных исследований.

Определить: перепад давления на участке трубопровода