УДК 532.536

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ДЖОУЛЯ – ТОМСОНА ДЛЯ МАСЛА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

DEFINITION OF THE DEPENDENCE OF THE JOULE-THOMSON COEFFICIENT FOR OIL FROM TEMPERATURE

Мухаматуллин Ильмир Ильгирович
Башкирский государственный университет
ilmir03091993@gmail.com

Пеклаев Сергей Владимирович
Башкирский государственный университет

Аннотация. Одним из основных эффектов, обуславливающих температурное поле в пласте и скважине, является эффект Джоуля-Томсона [1]. Опыт показывает, что эффект Джоуля-Томсона оказывает значительное влияние на распределение температуры и ее аномалий в стволе скважины [2].
В настоящее время малоизученным является определение коэффициента Джоуля-Томсона для многофазных потоков. Моей задачей является определение коэффициентов Джоуля-Томсона для масла при различных температурах.

Ключевые слова: эффект Джоуля-Томсона, коэффициент Джоуля-Томсона, дроссельная ячейка, термостатирование.

Mukhamatullin Ilmir Ilgirovich
Bashkir state university
ilmir03091993@gmail.com

Peklayev Sergey Vladimirovich
Bashkir state university

Annotation. One of the main effects that determine the temperature field in the formation and borehole is the Joule-Thomson effect. Experience shows that the Joule-Thomson effect has a significant effect on the distribution of temperature and its anomalies in the wellbore.
Nowadaysdetermination of the coefficient Joule-Thomsonis not well known. My task is determination Joule-Thomson coefficient for oil at different temperatures.

Keywords: Joule-Thomson effect, Joule-Thomson coefficient, throttle cell, thermostating.

Экспериментальная установка для исследования термодинамических параметров пластовых флюидов «ПИК-ОФП-2-СУ-70-40-1-РР-ФС» производства ЗАО «Геологика» г. Новосибирск (рис. 1) [3].

Рисунок 1 – Экспериментальная установка для исследования термодинамических параметров пластовых флюидов «ПИК-ОФП-2-СУ-70-40-1-РР-ФС»

Ниже представлена гидравлическая схема установки (рис. 2).

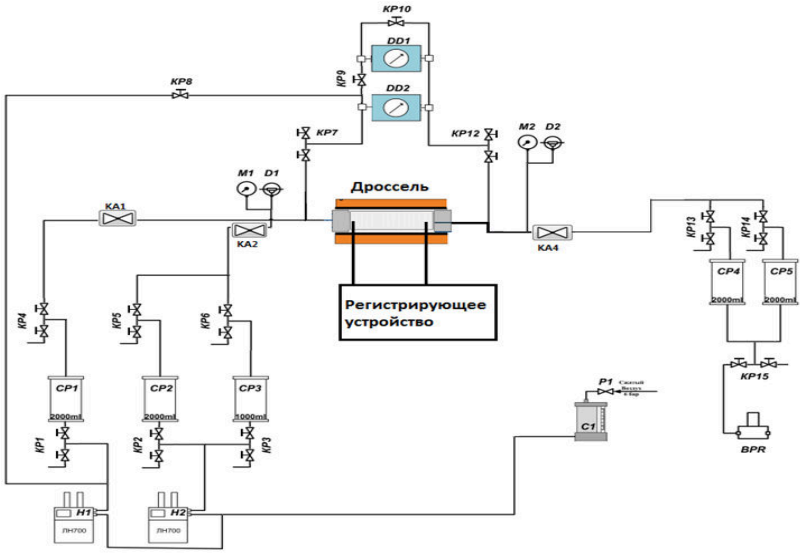

Рисунок 2 – Блок-схема установки для исследования термодинамических параметров пластовых флюидов ПИК-ОФП-2-СУ-70-40-1-РР-ФС

Конструкция дроссельной ячейки, используемой в установке для исследования термодинамических параметров пластовых флюидов ПИК-ОФП-2-СУ-70-40-1-РР-ФС, представлена на рисунке 3.

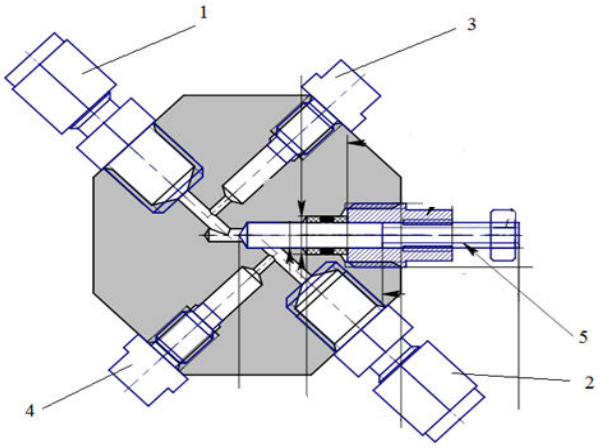

Рисунок: 3 – Конструкция дроссельной ячейки для исследования термодинамических параметров пластовых флюидов:
1 – трубка подающая флюид; 2 – трубка с флюидом на выходе; 3 и 4 – термометрические датчики, измеряющие температуру флюида на входе и на выходе; 5 – шток, регулирующий перепад давления

Для выравнивания температур поступающего флюида и дроссельной ячейки была изготовлена система термостатирования (см. рис. 4).

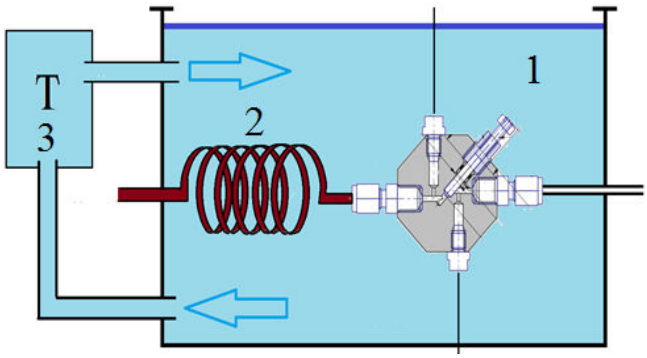

Рисунок 4 – Система термостатирования дроссельной ячейки:
1 – емкость с водой; 2 – медный змеевик; 3 – термостат

Были проведены две серии экспериментов:

1) при температуре дроссельной ячейки в 20 °С, 25 °С, 30 °С;
2) при температуре дроссельной ячейки в 20 °С, 30 °С, 40 °С.

Перепад давлений на дроссельной ячейке составлялпорядка 50 атм (давление на входе P = 95 атм и на выходе P = 45 атм).

В таблице 1 приведены результаты, полученные в ходе эксперимента,

где *Т*1 – температура флюида на входе; *Т*2 – температура флиюда на выходе; *Д*1 – давление на входе; *Д*2 – давление на выходе; ε – расчетный коэффициент Джоуля-Томсона.

Таблица 1 – Фрагмент полученных результатов

Время с запуска	*Т*1 на входе	*Т*2 на выходе	*Т*1–*Т*2	*Д*1 на входе	*Д*2 на выходе	ΔP *Д*1 – *Д*2	ε к. Дж.-Т.
с	°С	°С	°С	атм.	атм.	атм.	°С/атм.
11 : 18 : 57,011268	21,7844	19,85079	1,87357	95,2508	45,44085	49,809995	0,03761
11 : 18 : 58,011325	21,7946	19,83664	1,89799	95,241	45,38808	49,852941	0,03807
11 : 18 : 59,011382	21,7947	19,82179	1,91294	95,2366	45,43242	49,804198	0,03841
11 : 19 : 00,011439	21,7934	19,8541	1,87925	95,235	45,41227	49,822779	0,03772

В качестве примера приведен расчетный график зависимости ε(*t*) и *P*(*t*).

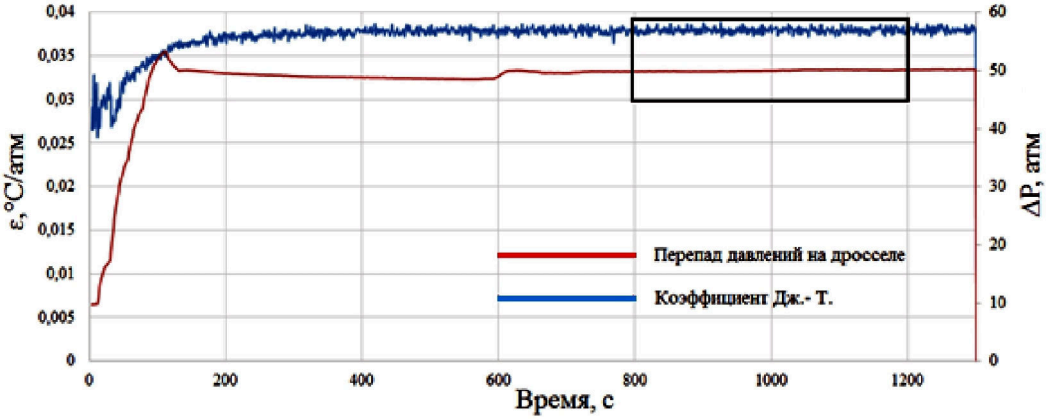

Рисунок 5 – График зависимости коэффициента Джоуля-Томсона и перепада давлений от времени измерений для масла (весь период измерений)

На начальном участке от (0 до 200 с) виден скачок давления, обусловленный тем, что плунжерными насосами проводится регулирование давлений до значений, заданных в программе.

На рисунке 5 показан участок графика с максимально стабильными показаниями перепада давления и температуры на дроссельной ячейке (см. черный контур на рис. 5), где перепад давлений на дроссельной ячейке стабилизировался.

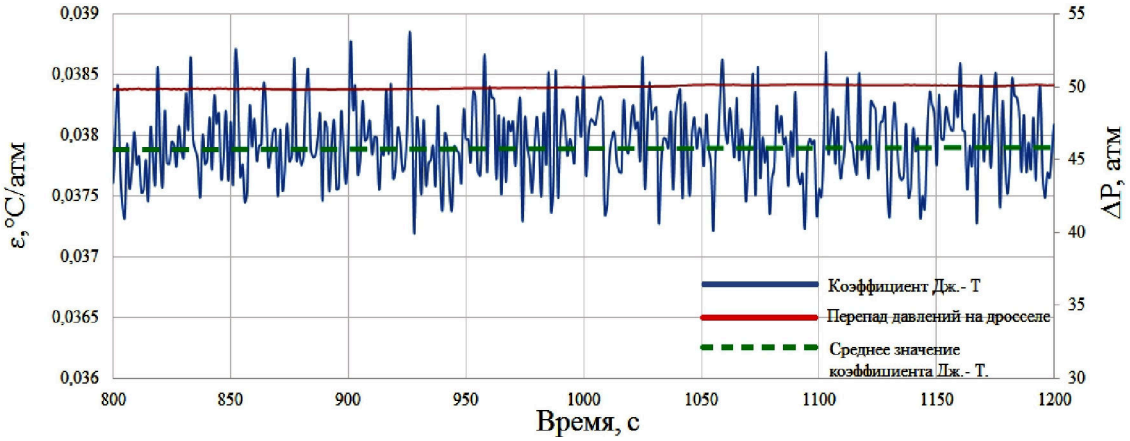

Рисунок 6 – График зависимости коэффициента Джоуля-Томсона и перепада давлений от времени измерений для масла (промежуток времени от 800 до 1200 с)

Среднее значение коэффициента Джоуля-Томсона на данном участке составляет 0,0379 °С/атм. Уровень флуктуаций (шумов) при определении коэффициента Джоуля-Томсона порядка 0,0015 °С/атм., что составляет порядка 4 % от среднего значения.

Результаты определения коэффициента Джоуля-Томсона, полученные при двух сериях экспериментов, приведены на рисунке 7.

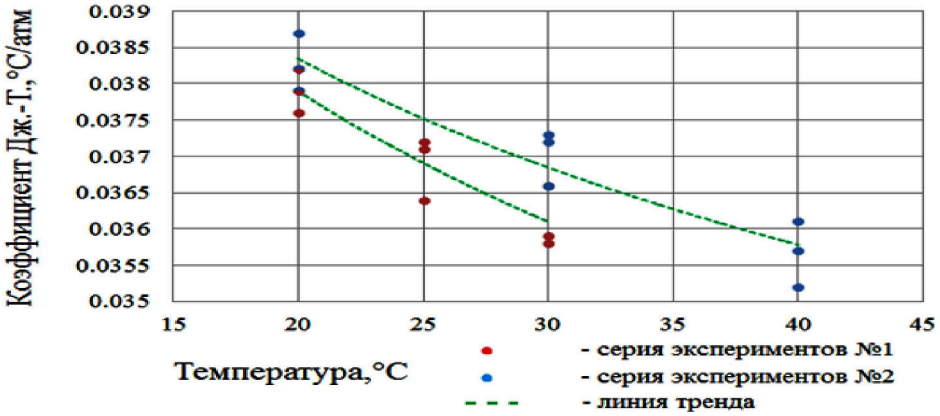

Рисунок 7 – Зависимость коэффициента Джоуля-Томсона от температуры для масла

Из графиков видно, что коэффициент Джоуля-Томсона уменьшается с повышением температуры дросселирующей жидкости. Линии трендов двух серий экспериментов, с учетом погрешности измерений, практически совпадают. Расхождение значений коэффициентов Джоуля-Томсона в двух сериях экспериментов при 20 °С менее 1,5 %, а при 30 °С порядка 2 %.

В будущем планируется определить зависимость коэффициента Джоуля-Томсона от температуры для смесей нефти и воды в различных пропорциях.

Литература:

1. Чекалюк Э.Б. Термодинамика нефтяного пласта. – М. : Недра, 1965. – 240 с.
2. Крутова В.И. Техническая термодинамика. – М. : Высшая школа, 1991. – 384 с.
3. Установка для исследования термодинамических параметров пластовых флюидов ПИК-ОФП-2-СУ-70-40-1-РР-ФС : Руководство по эксплуатации. – Н. : ЗАО «ГеоЛогика», 2014. – 37 с.

References:

1. Chekalyuk E.B. Thermodynamics of oil layer. – M. : Nedra, 1965. – 240 p.
2. Krutova V.I. Technical thermodynamics. – M. : The higher school, 1991. – 384 p.
3. Installation for a research of thermodynamic parameters formation fluids PIK-OFP-2-SU-70-40-1-RR-FS : Operation manual. – N. : CJSC «Geologika», 2014. – 37 p.