

Оптимальная по расходу форма трубы при ламинарном двухфазном стратифицированном потоке в ней вязкой жидкости**Научный руководитель – Егоров Андрей Геннадьевич*****Носулько Ксения Юрьевна****Аспирант*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия

E-mail: ksusha164@mail.ru

В данной работе рассматривается простейший режим двухфазного установившегося течения — ламинарный стратифицированный поток [1, 4] жидкости в горизонтальной трубе, при котором в нижней части трубы течет более тяжелая фаза (вода), в верхней — легкая (нефть). Для труб круглого поперечного сечения этот режим рассматривался во многих работах [2, 3, 5], основной задачей которых было вычисление при фиксированном перепаде давления объемных расходов воды Q_v и нефти Q_n в зависимости от отношения $m = \mu_n/\mu_v > 1$ вязкостей фаз и доли воды в потоке s . В данных работах было установлено, что зависимость $Q_n(s)$ немонотонна. Следствием немонотонности $Q_n(s)$ является принципиальная возможность повышения эффективности перекачки вязкой нефти в круглых трубах за счет добавления в поток некоторого количества воды, выполняющей роль жидкой смазки.

В настоящей работе был определен максимальный выигрыш по расходу нефти в трубе $Q_n(s_{\text{опт}})$ с оптимальным количеством воды в потоке $s_{\text{опт}}$ относительно расхода $Q_n(0)$ в трубе, полностью заполненной нефтью, при различных заданных значениях m для труб круглого поперечного сечения. Наряду с вышеописанным способом в представленной работе предложена еще одна возможность повышения расхода нефти $Q_n(s_{\text{опт}})$ за счет оптимизации формы поперечного сечения трубы заданного периметра. Главный интерес также состоял в том, чтобы выяснить степень выигрыша по расходу нефти при использовании оптимальной трубы относительно трубы круглого поперечного сечения.

В результате была найдена форма и площадь нового поперечного сечения оптимальной трубы при различных заданных значениях m . Для обоих случаев круглого и произвольного поперечного сечения представлен ряд характеристик течения, при которых достигнут максимум расхода по нефти, при заданных значениях m : доля воды в потоке; угол, определяющий положение границы раздела фаз; длина границы области, занятой водой; площадь сечения, занятого водой. Проведен их сравнительный анализ. Решение поставленных оптимизационных задач осуществлялось численными методами при помощи пакета Matlab.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

Источники и литература

- 1) Angeli P. and Hewitt G.F. Flow structure in horizontal oil-water flow // International Journal Multiphase Flow, Vol. 26. 2000. No. 7. Pp. 1117-1140.
- 2) Ng T.S., Lawrence C.J., Hewitt G.F. Laminar stratified pipeflow // International Journal Multiphase Flow, Vol. 28. 2002. No. 6. Pp. 963-996.
- 3) Bentwich M. Two-phase axial flow in pipe // Trans. of the ASME, Vol. D 84 1964. No. 4. Pp. 669-672.

- 4) Brauner N. and Moalem Maron D. Flow pattern transitions in two phase liquid-liquid horizontal tubes // International Journal of Multiphase Flow, Vol. 18. 1992. No. 1. Pp. 123-140.
- 5) Brauner N., Rovinsky J. and Moalem Maron D. Analytical solution for laminar-laminar two-phase stratified flow in circular conduits // Chemical Engineering Communications, Vols. 141-142. 1996. Pp. 103-143.