

На практике во многих технических приложениях встречаются течения жидкостей в кольцевых каналах. Примером таких конструкций являются каналы теплообменных аппаратов, буровые колонны, подшипники скольжения, некоторые виды миксеров и др. Большой практический интерес представляют особенности течений в кольцевых каналах с неконцентрично расположенными цилиндрическими вращающимися поверхностями. Наиболее распространенным и важным примером таких течений является течение бурового раствора в нефтяных скважинах, которые можно описать кольцевым каналом с вращающейся внутренней трубой. В большинстве случаев буровые растворы являются неньютоновскими вязкопластическими жидкостями (типа бингамовских пластиков либо псевдопластиков), что сильно осложняет описание такого сорта течений. Несмотря на огромное количество теоретических, расчетных и экспериментальных исследований по ламинарным течениям в кольцевых зазорах, имеющийся материал не может в полной мере дать необходимую информацию о всех параметрах течения в требуемом широком диапазоне параметров буровой колонны и реологических свойств жидкости. Для эффективного и надежного управления процессом бурения критически важно иметь информацию о гидравлическом сопротивлении и структуре течения в скважине непосредственно в процессе бурения. В связи с этим необходимо иметь инструмент, способный с хорошей точностью в очень широком диапазоне параметров предсказывать эти характеристики.

Целью данной работы являлось численное моделирование течений жидкостей в скважине при колонковом бурении. Для достижения этой цели был создан численный алгоритм, основанный на методах вычислительной гидродинамики.

Для тестирования численного алгоритма была создана экспериментальная установка. Схема установки показана на рис. 1.

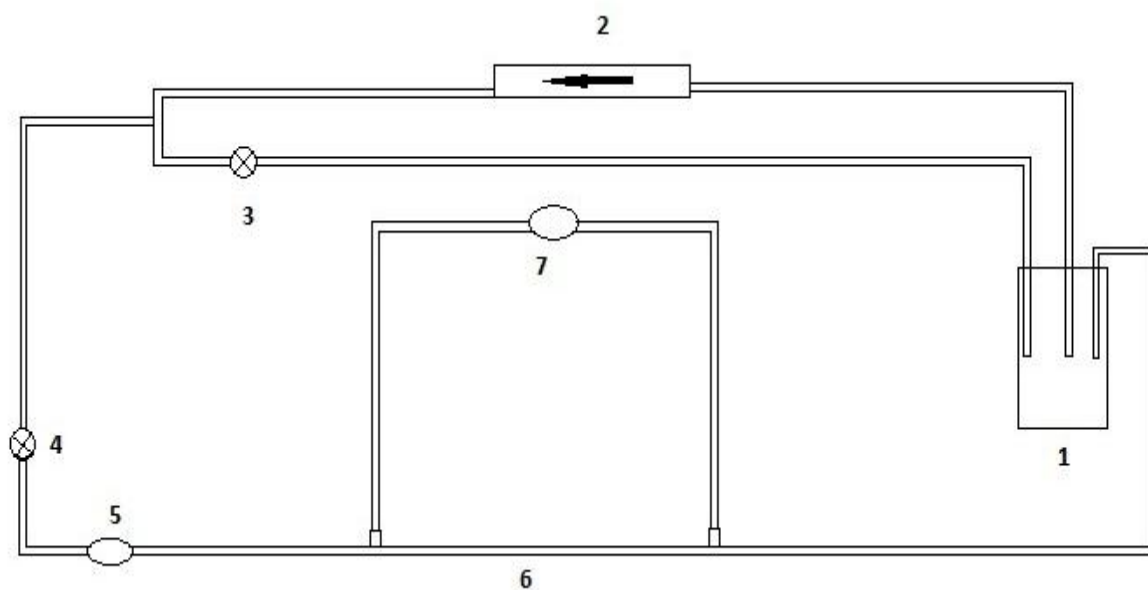


Рис 1. Экспериментальная установка

Экспериментальный стенд представлял собой замкнутый контур (Рис. 1). В рабочий участок подавалась жидкость из бака 1 при помощи центробежного насоса 2.

Расход жидкости регулировался вентилями 3 и 4 контролировался при помощи расходомера 5. Далее жидкость попадала в рабочий участок 6 – трубу внутренним диаметром 0.46 см. из органического стекла, длина, которой составляла 34,5 см. Измерения перепада давления на участке трубы проводились манометрическим методом 7. К концам трубки были подведены шланги, соединенные с воздушным манометром. Путем изменения расхода мы измеряли перепады давления в зависимости от расхода в широком диапазоне от 0.01 л/мин до 2 л/мин.

Рабочая жидкость представляла собой два раствора на основе органического полимера с различными показателями  $n$  и  $k$ . Где  $n$  и  $k$  приведены в таблице 1.

Таблица 1. Реологические свойства экспериментальных растворов

	$n$	$k$
Первый раствор	0,4193	0,4538
Второй раствор	0,3838	0,6408

Был проведен эксперимент, а впоследствии и численный расчет по измерению перепада давления в трубе для жидкостей с разными показателями  $n$  и  $k$ . С целью изучения влияния показателей  $n$  и  $k$  на гидродинамику течения жидкости в трубе. С помощью манометрического метода измерены перепады давления на трубке для различных значений расхода и для различных жидкостей. Результаты этого исследования использовались для сопоставления с результатами расчетов.

### Результаты расчетов

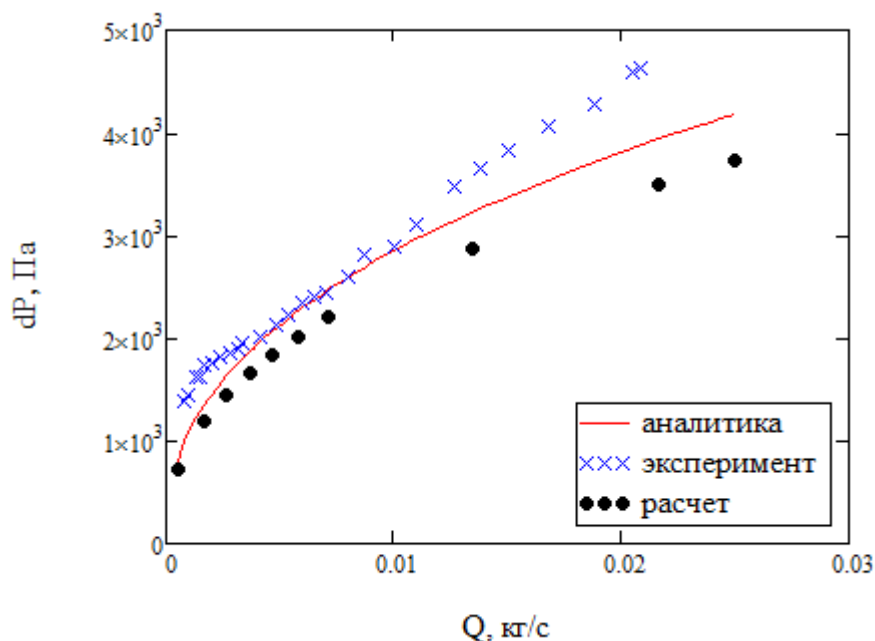


Рис.2. Зависимость перепада давление от расхода для первого раствора

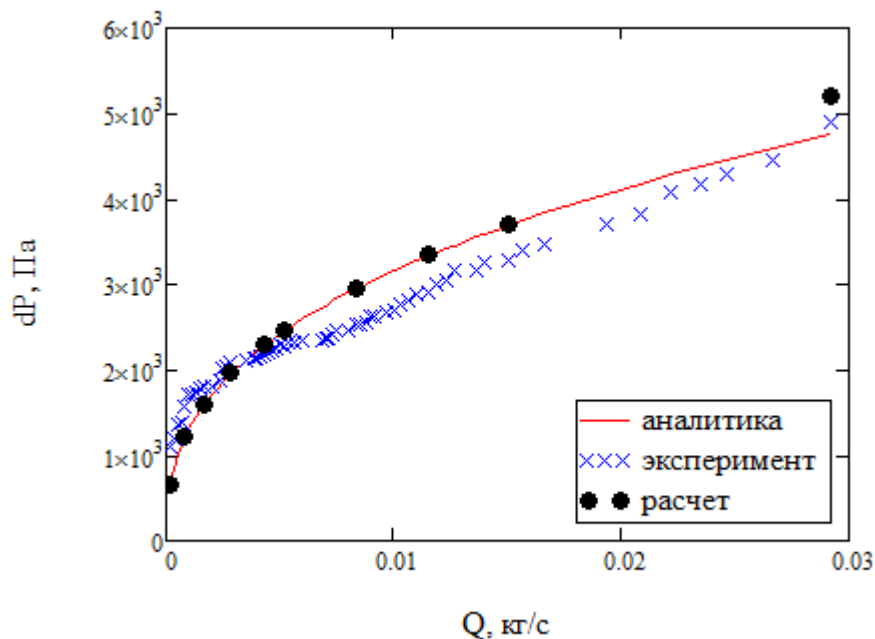


Рис.3. Зависимость перепада давления от расхода для второго раствора

На рисунках 2 и 3 представлены полученные графики зависимости перепада давления от расхода для двух типов раствора с различными показателями  $n$  и  $k$ . Полученные зависимости показывают хорошее сопоставление расчетных данных с экспериментальными значениями и аналитическим расчетом. Данное исследование показало допустимость применения расчетного алгоритма для проведения расчетов перепада давления при бурении скважины колонковым способом.

#### Список используемой литературы :

1. Ooms G., Kampman-Reinhartz B. E. Influence of drill pipe rotation and eccentricity on pressure drop over borehole during drilling // SPE Drill & Completion. 2000. V. 15, N 4. P. 249–253.
2. Escudier M. P., Gouldson I. W., Oliveira P. J., Pinho F. T. Effects of inner cylinder rotation on laminar flow of a Newtonian fluid through an eccentric annulus // Internat. J. Heat and Fluid Flow. 2000. V. 21. P. 92–103