



УДК 697.922.564

Давыдов А.П. – кандидат технических наук, доцент

Кодылев А.В. – ассистент

E-mail: kodilev@rambler.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ

АННОТАЦИЯ

Ряд гидравлических сетей работают с изменением расхода во времени.

На разработанной экспериментальной установке проведены эксперименты с определением коэффициента гидравлического сопротивления трения в квазистационарных режимах течения жидкости по трубопроводам различных диаметров (от DN 15 до DN 32 мм). Частота изменения расхода от 1 до 5 Гц. Режим работы сети задавался прибором частоты импульсов собственной конструкции. Прибор задачи частоты импульсов представляет собой клапан специального сечения, перемещающийся в горизонтальном направлении. Перемещение клапана прибора частоты импульсов осуществлялось посредством электродвигателя. Показания данных, полученных на экспериментальной установке, поступали на ПК, где и обрабатывались.

В результате проведенных экспериментов были получены зависимости коэффициента гидравлического сопротивления трения для квазистационарных режимов течения жидкости для стальных стандартных трубопроводов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидравлические режимы, квазистационарная работа, пульсации, переменный расход.

Davydov A.P. – candidate of technical sciences, associate professor

Kodylev A.V. – assistant

Kazan State University of Architecture and Engineering

MODELLING QUASI-STATIONARY PROCESSES OF FLUID FLOW

ABSTRACT

A number of hydraulic networks operate with a change in consumption over time.

On the developed experimental setup experiments with the definition of hydraulic resistance coefficient of friction in quasi-stationary regimes of fluid flow through pipelines of various diameters (from DN 15 to DN 32 mm) were taken. The frequency change rate of 1 to 5 Hz. Mode of operation of the network device was set the pulse frequency of its own design. The device is the problem of impulse frequency is a valve of a special section moving in a horizontal direction. Moving the valve unit pulse frequency was carried out by means of an electric motor. Reading data obtained in the experimental setup were fed to a PC and cultivated.

The experiments were obtained depending on the coefficient of hydraulic resistance of friction for the quasi-fluid flow regime for the standard steel pipes.

KEYWORDS: hydraulic regimes, a quasi-stationary operation, pulsation, variable flow.

Введение

Ряд гидравлических сетей работают в квазистационарном режиме. Для изучения основных характеристик работы таких сетей была разработана и смонтирована экспериментальная установка.

Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка была выполнена из стальных и полипропиленовых труб. Стальные трубы являются исследуемыми трубами, а обвязка – полипропиленовые (рис. 1).

Длина стальных труб 10 метров (трубы стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-75*). Из стального бака вода забиралась насосом и подавалась по исследуемым участкам. Для снижения влияния пульсаций, создаваемых рабочим колесом насоса, в системе был предусмотрен бак гидравлический аккумулятор (емкостью 150 л). Для стабилизации давления после бака гидравлического аккумулятора установлен регулятор давления. В процессе эксперимента использовались насосы с различными характеристиками.

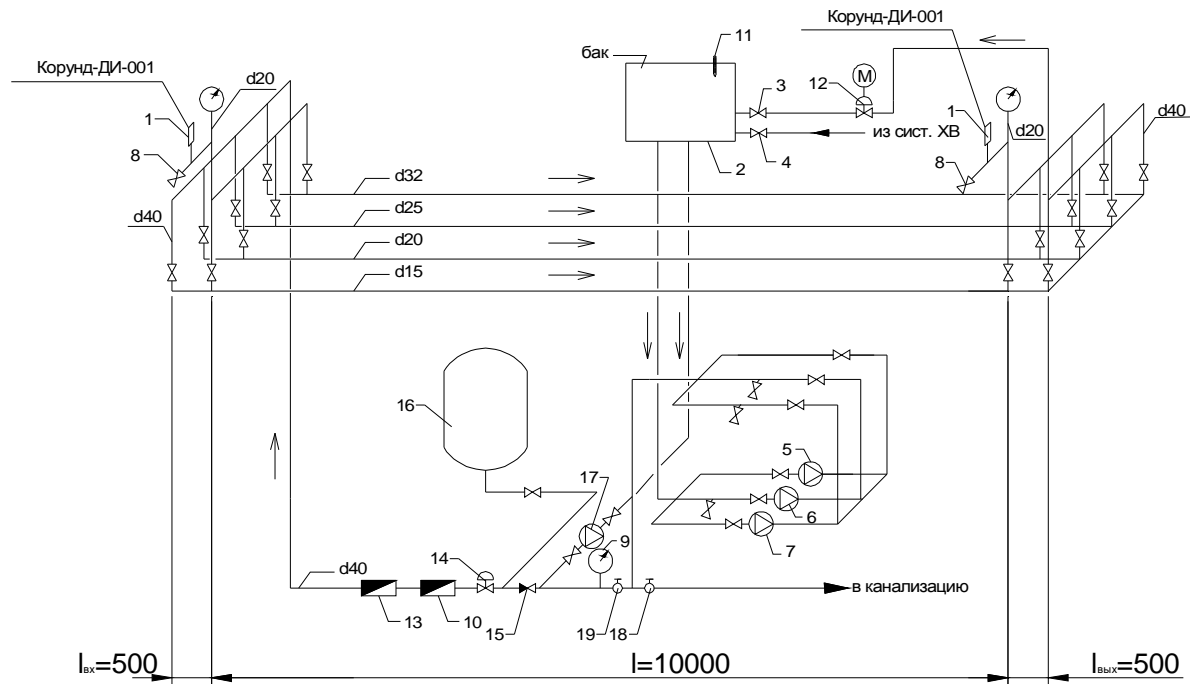


Рис. 1. Гидравлическая схема установки:

- 1 – датчик давления «Корунд-ДИ-001»; 2 – бак оборотной воды; 3 – вентиль ручной регулировки;
- 4 – вентиль заполнения бака (системы); 5 – насос $H=3,4$ м (синий);
- 6 – насос $H=0,9$ м (белый); 7 – насос (украли); 8 – выпуск воздуха из манометров;
- 9 – манометр на подаче; 10 – расходомер электронный; 11 – термометр;
- 12 – клапан пульсационный с эл. приводом; 13 – расходомер импульсный (самодельный);
- 14 – регулятор давления ручной 0,5-9,5 атм.; 15 – обратный клапан; 16 – пневмобак 150 л;
- 17 – насос $H=0,9$ м; $Q=100$ л/мин. (большой); 18 – вентиль слива в канализацию (опорожнения);
- 19 – вентиль запорный

Экспериментальные данные снимались как для стационарного режима, так и для квазистационарного режима. После снятия характеристик при стационарной работе было произведено сравнение их с уже известными кривыми графиков [1]. Полученные значения дали хорошую сходимость с имеющимися данными в литературе [1].

При квазистационарной работе регистрация показаний осуществлялась ПК с частотой регистрации 1 Гц датчиками давлений и расхода. Частота пульсаций в трубопроводах менялась во времени от 1 до 5 Гц.

В начале и конце исследуемых участков были установлены датчики давления «Корунд-ДИ-001». Полученный сигнал от датчиков давления поступал на 2-канальный измеритель типа – ТРМ-200 и на преобразователь интерфейса RS-485. Преобразованный сигнал с интерфейса поступал на ПК, где проходила его дальнейшая обработка.

Расход жидкости в трубопроводах замерялся расходомером собственной конструкции с импульсным выходом. Сигнал с расходомера через счетчик импульсов СИ-8 поступал на ПК.

Частота выработки импульса расходов задавалась клапаном поз. 12 (рис. 1). Привод к прибору частоты импульсов осуществляется от электродвигателя с частотным регулированием (рис. 2).

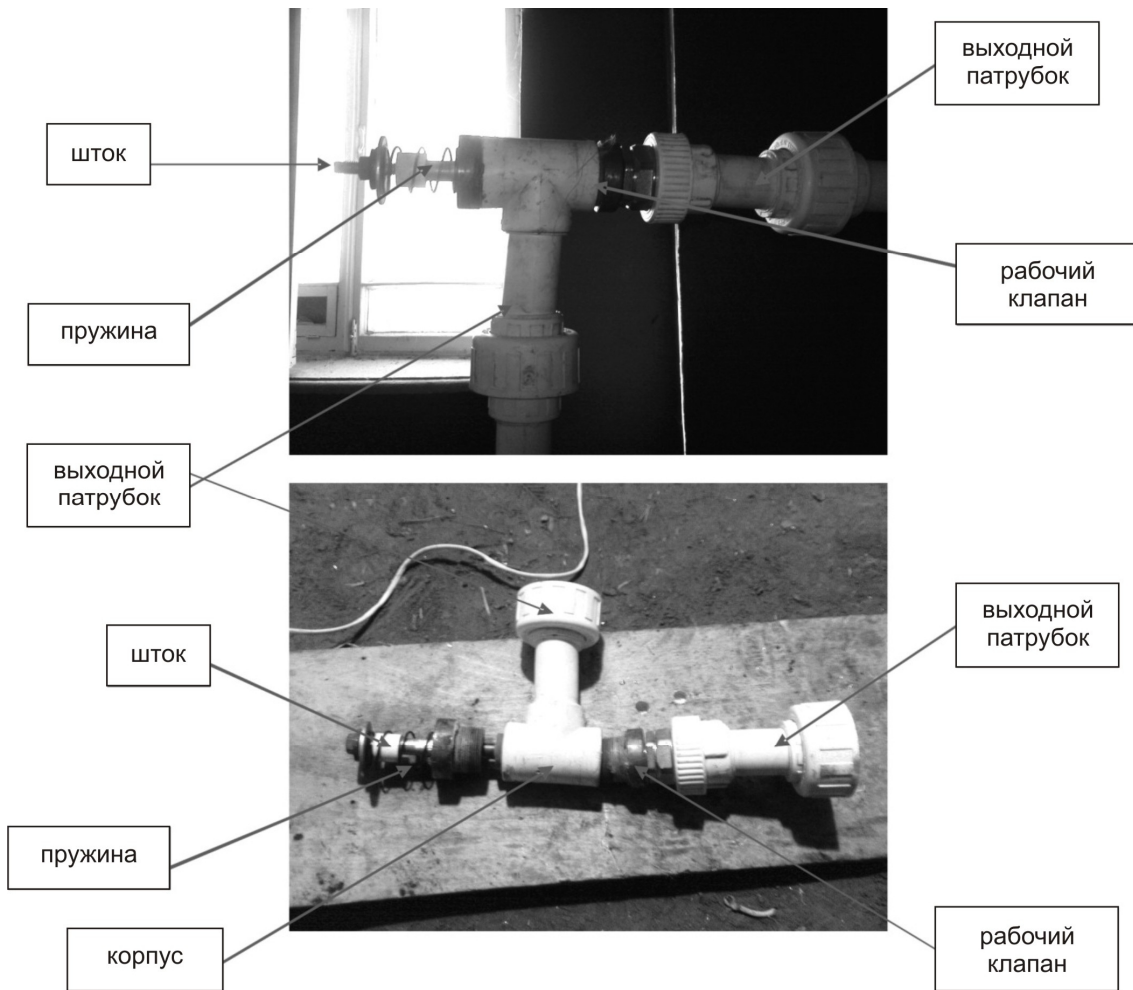


Рис. 2. Клапан, задатчик пульсаций

Замеры давлений и расходов производились на трубопроводах различных диаметров (15, 20, 25 и 32 мм). Эксперимент проводили на указанных трубопроводах при пульсационном расходе.

Данные эксперимента

Из данных эксперимента были получены мгновенные численные значения критерия числа Рейнольдса и соответствующих значений коэффициента гидравлического сопротивления трения λ .

На рис. 3 представлены значения изменения давления при квазистационарном режиме работы сети, на экспериментальной установке для Ду 15 мм.

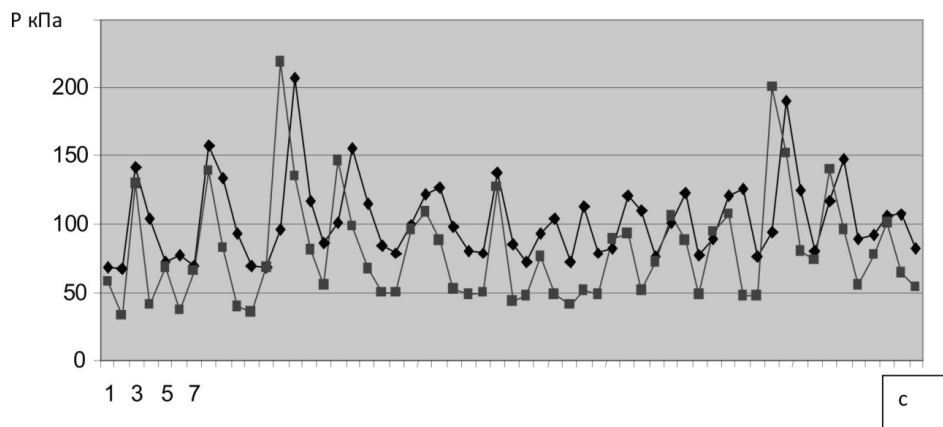


Рис. 3. График изменения давления в трубопроводе Ду 15

На рис. 4 приведен график зависимости коэффициентов гидравлического сопротивления трения от мгновенных значений критерия Re для квазистационарного режима работы трубопровода Ду 15 мм.

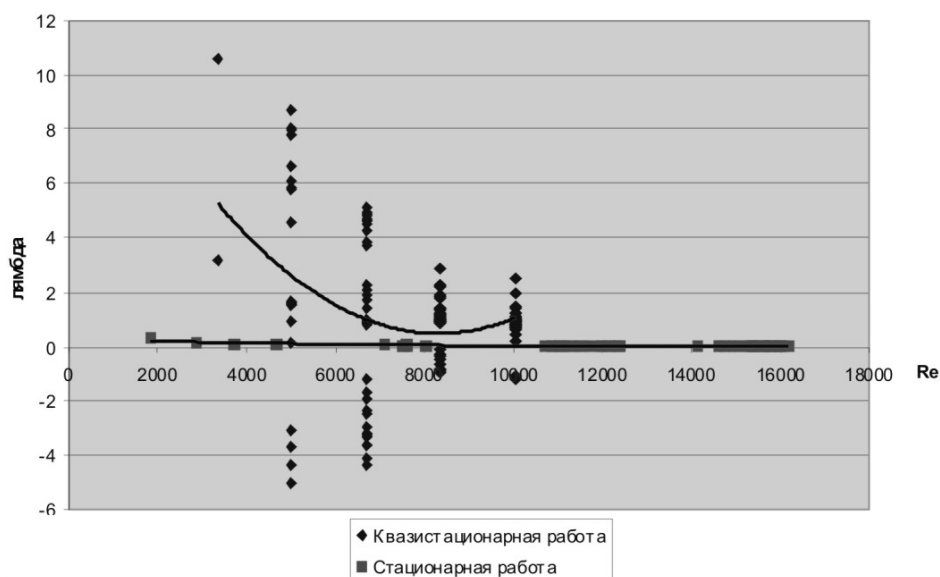


Рис. 4. График изменения значений λ при стационарном и квазистационарном режиме

Из полученных экспериментальных данных видно, что при пульсационном движении жидкости необходимы большие затраты энергии, чем при обычном стационарном режиме движения жидкости ($100 < Re < 10000$).

Выводы

Полученные экспериментальные данные показали, что в нестационарном режиме от 1 до 5 Гц требуются дополнительные затраты энергии на преодоление потерь на трение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтшуль А.Д. Гидравлические потери на трение в трубопроводах. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 256 с.
2. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. Учебное пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1975. – 323 с.
3. Синицын И.Н. Определение поправочных коэффициентов при измерении артериального давления и частоты пульса // Материалы XV международной молодежной конференции «Туполевские чтения». – Казань: Изд-во Казан. гос. тех. универ-та, 2007. – С. 380-381.
4. Соико А.И., Каратаев Р.Н., Синицын И.Н., Скурлатова Л.В. Колебательный контур для исследования динамических параметров потока жидкости // Материалы международной научно-практической конференции «Авиакосмические технологии и оборудование». Т. 2. – Казань: Изд-во Казан. гос. тех. универ-та, 2008. – С. 135-138.

REFERENCES

1. Altchul A.D. Hydraulic friction loss in pipes. – M.-L.: Gosenergoizdat, 1963. – 256 p.
2. Altchul A.D., Kiselev P.G. Hydraulics and Aerodynamics. Textbook for university. – M: Stroiizdat, 1975. – 323 p.
3. Sinitsyn I.N. Determination of correction factors when measuring blood pressure and heart rate. // Proceedings XV International Youth Conference «Tupolev reading». – Kazan: Publishers Kazan State Technical University, 2007. – P. 380-381.
4. Soiko A.I., Karataev R.N., Sinitsyn I.N., Skurlatova L.V. Oscillatory circuit for studying the dynamic fluid flow // Proceedings of the international scientific-practical conference «Aerospace Technologies and Equipment». T.2. – Kazan: Publishers Kazan State Technical University, 2008. – P. 135-138.