

Бальчугов Алексей Валерьевич,

д.т.н., профессор, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: balchug@mail.ru

Кустов Борислав Олегович,

аспирант, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: fresh_33@mail.ru

Кустова Наталья Михайловна,

обучающаяся, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: fresh_33@mail.ru

ИСПЫТАНИЯ ПЛОСКОЛОПАСТНОЙ ГИДРОТУРБИНЫ, ВРАЩАЮЩЕЙ ТЕПЛООБМЕННУЮ ТРУБУ

Balchugov A.V., Kustov B.O., Kustova N.M.

TESTS OF FLAT HYDROTURBINE ROTATING A HEAT EXCHANGE TUBE

Аннотация. На лабораторном стенде выполнены испытания плосколопастной гидротурбины, предназначенной для вращения теплообменной трубы. Установлена зависимость частоты вращения гидротурбины с вертикальной трубой от расхода воды.

Ключевые слова: испытания гидротурбины, плосколопастная турбина, вращение трубы.

Abstract. Tests of a flat-blade hydraulic turbine designed to rotate a heat transfer tube at a laboratory bench have been performed. The dependence of the rotational speed of a hydraulic turbine in a vertical tube on the flow of water is determined.

Key words: hydraulic turbine tests, flat blade turbine, tube rotation.

В патенте [1] предложено интенсифицировать теплопередачу за счет вращения теплообменной трубы с помощью гидротурбины. При этом для вращения турбины с трубой используется кинетическая энергия потока теплоносителя. Одним из важных этапов исследований нового метода интенсификации теплопередачи являются гидравлические испытания турбины, которые позволяют установить зависимость частоты вращения турбины от расхода теплоносителя.

С целью испытания турбины создана лабораторная установка, схема которой приведена на рис. 1. Установка представляет собой замкнутый циркуляционный контур. Вода из емкости 1 насосом 2 подается через вентиль 3 в ротаметр 4, откуда по трубопроводу 5 поступает на турбину 9, жестко установленную в трубе 8, и приводит их во вращение. Из вращающейся трубы 8 вода стекает в емкость 1. Подшипники 7 установлены в переходнике 6. Стойка 10 придает вертикальное положение трубе 8. Конец вращающейся трубы 8 на 0,01 м погружен в жидкость емкости 1.

Общий вид турбины приведен на рис. 2. Конструктивные параметры турбины 9 и трубы 8: диаметр ступицы $D_{cm}=0,016$ м; внутренний диаметр трубы $D_{mp}=0,033$ м, длина трубы $l=0,2$ м; угол лопастей $\beta_p=45^\circ$; ход винтовой поверхности лопастей $H=0,081$ м; число лопастей крыльчатки $z=8$. Ступица турбины на торцах имеет конусообразные выступы для снижения гидравли-

ческих потерь. Температура воды составляет 20 °С. Методика испытаний состоит в следующем. Емкость 1 заполняется водой до уровня 90 % и включается насос 2. С помощью вентиля 3 устанавливается заданный расход циркулирующей воды. Частота вращения трубы 8 с жестко установленной в ней турбиной 9 измеряется с помощью поверенного лазерного тахометра. Далее с помощью вентиля 3 меняется расход воды и снова делается замер частоты вращения трубы 8.

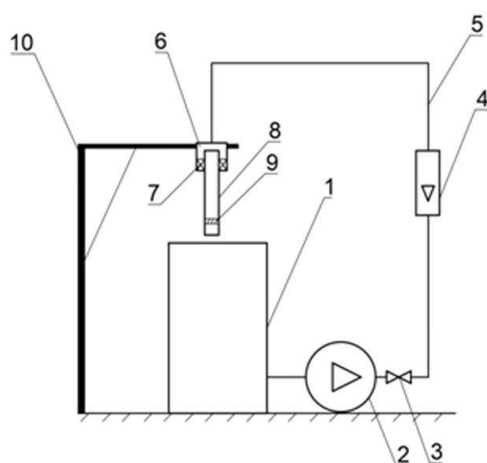


Рис. 1 – Схема лабораторной установки

Результаты экспериментов представлены на рис. 3. Зависимость частоты вращения (n , об/с) описывается линейным уравнением с величиной достоверности аппроксимации 0,995 в диапазоне расхода воды (V) 1,10-3,24 м³/ч:

$$n = 4,334 \cdot V - 1,841. \quad (1)$$

Уравнение (1) можно использовать при разработке теплообменников с интенсификацией теплопередачи за счет вращения трубы.

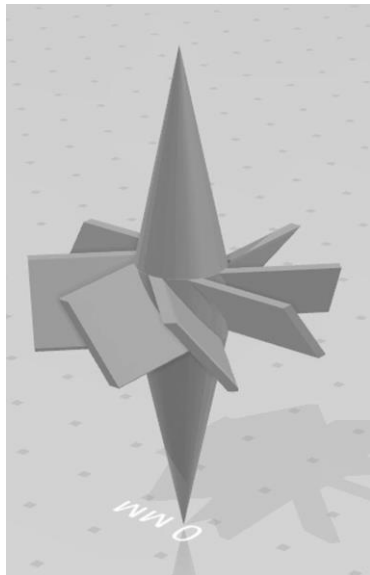


Рис. 2 - Схема турбины

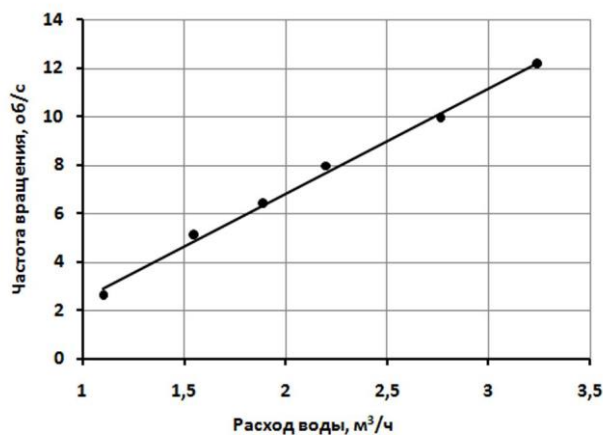


Рис. 3 – Экспериментальная зависимость частоты вращения турбины с трубой от расхода воды

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальчугов А.В., Кустов Б.О., Бадеников А.В. Теплообменник типа «труба в трубе» с вращающейся теплообменной поверхностью. Патент на изобретение РФ №2712706, 04.06.2019.