

ИССЛЕДОВАНИЕ нагрева воды в
РОТОРНО-ИМПУЛЬСНЫХ теплогенераторах*

Роторно-импульсные аппараты (РИА) используются для интенсификации гидромеханических и массообменных процессов. Одно из направлений развития РИА – это использование их в качестве теплогенераторов. По данным ряда исследований, коэффициент теплопроизводительности роторно-импульсных теплогенераторов (РИТ) может превышать единицу [1, 2]:

$$K_Q = \frac{Q}{E} > 1, \quad (1)$$

где Q – количество тепла, затраченного на нагрев воды, оборудования и потерь в окружающую среду, Дж; E – энергия, необходимая для работы теплогенератора, Дж.

Нами проведены экспериментальные исследования по нагреву воды в РИТ. Для проведения исследований с одноступенчатым и многоступенчатым РИТ разработана и смонтирована установка, схема которой показана на рис. 1. Установка работает следующим образом. Вода насосом 2 из емкости 1 нагнетается в полость ротора одноступенчатого РИТ 3. Вода, пройдя каналы ротора, зазор и каналы статора попадает в рабочую камеру, далее через выходные патрубки возвращается обратно в емкость. При работе установки контролировались следующие параметры: температуры в емкости и на выходе из аппарата; давление на входном и выходном патрубке аппарата; расход воды; потребляемая мощность.

При работе установки с многоступенчатым РИТ насос не использовался. Многоступенчатый РИТ включает в себя две и четыре ступени соответственно. Каждая ступень состоит из лопастного колеса, статора и ротора. Многоступенчатый РИТ является совмещенной конструкцией центробежного насоса и РИА.

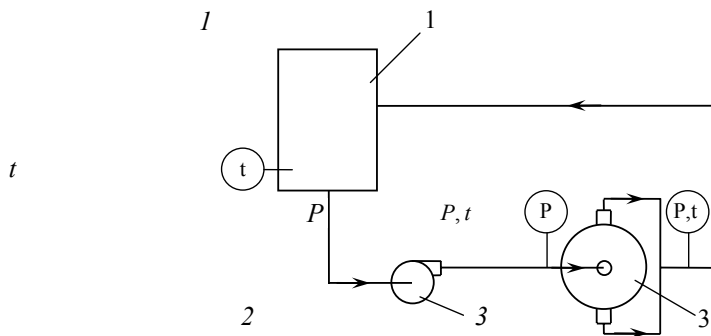


Рис. 1 Схема экспериментальной установки

Проводились серии экспериментов по нагреву воды в РИТ. Первая серия экспериментов была произведена на одноступенчатом РИТ с водой массой $M_1 = 43$ кг, давление на входе в теплогенератор $P_{\text{вх}} = 0,32$ МПа, давление на выходе $P_{\text{вых}} = 0,08$ МПа, и водой массой $M_2 = 22$ кг, давление на входе в теплогенератор $P_{\text{вх}} = 0,32$ МПа, давление на выходе $P_{\text{вых}} = 0,08$ МПа. По результатам экспериментов были получены зависимости температуры воды и потребляемой мощности от времени $t = f(\tau)$, $N = f(\tau)$. Графики зависимостей приведены на рис. 2.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. М.А. Промтова.

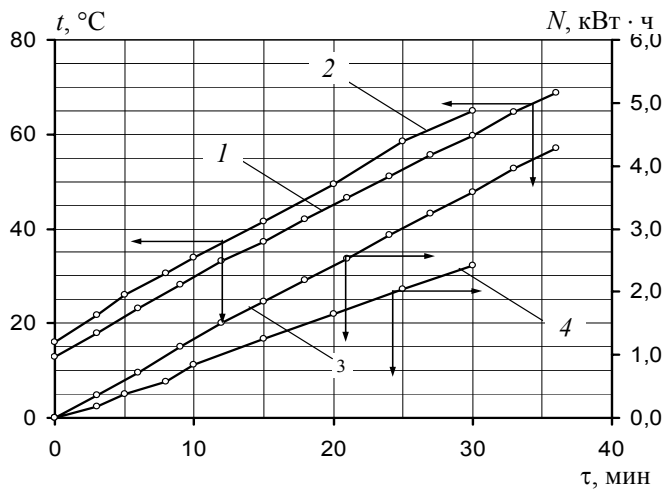


Рис. 2 Зависимости температуры воды t (1, 2) и потребляемой энергии N (3, 4) от времени τ в одноступенчатом РИТ

Вторая серия экспериментов проводилась по нагреву воды массой $M_3 = 230$ кг, $M_4 = 340$ кг в двухступенчатом РИТ и $M_5 = 250$ кг, $M_6 = 310$ кг – в четырехступенчатом РИТ. По результатам экспериментов были получены зависимости температуры воды и потребляемой мощности от времени $t = f(\tau)$, $N = f(\tau)$. Графики зависимостей приведены на рис. 3.

Для определения эффективности работы теплогенераторов на основе полученных экспериментальных данных по нагреву жидкости были рассчитаны следующие параметры:

– количество тепловой энергии, затраченной на нагрев воды:

$$Q_B = M_B c_B (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}), \quad (2)$$

где M_B – масса воды в емкости, кг; c_B – удельная теплоемкость воды, Дж/кг · °С; $t_{\text{нач}}$ – начальная температура воды, °С; $t_{\text{кон}}$ – конечная температура воды по среднему значению, °С;

– количество теплоты, израсходованное на нагрев оборудования:

$$Q_O = M_O c_C (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}), \quad (3)$$

где M_O – масса оборудования и установки, кг; c_C – удельная теплоемкость стали, Дж/кг · °С; $t_{\text{нач}}$, $t_{\text{кон}}$ – начальная, конечная температуры оборудования, приравняваемые температуре воды в емкости, °С;

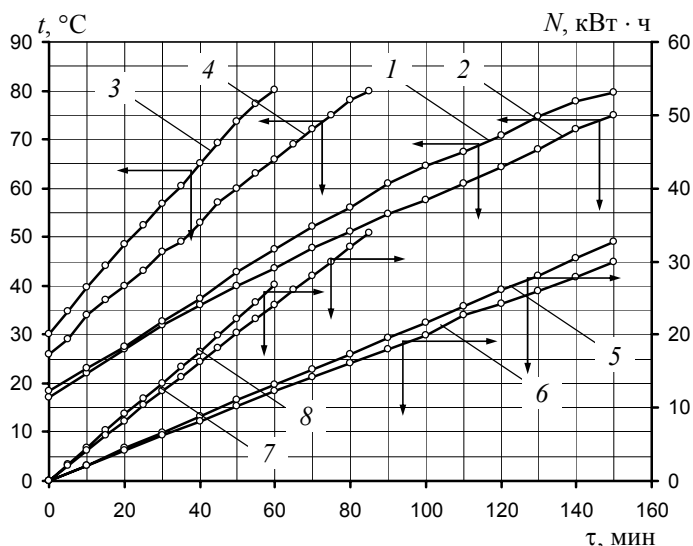


Рис. 3 Зависимости температуры t (1, 2, 3, 4) воды и потребляемой энергии N (5, 6, 7, 8) от времени τ в двухступенчатом РИТ

– количество энергии, потребляемой электродвигателем, Дж:

$$E = N_n \cdot 3600, \quad (4)$$

где N_n – количество энергии, измеренное электрическим счетчиком, Вт · ч;

– коэффициент теплопроизводительности, согласно (1) – (4)

$$K_Q = \frac{Q_B + Q_a}{N_n \cdot 3600}; \quad (5)$$

– коэффициент полезного действия (КПД) установок:

$$\eta = \frac{Q_B}{N_n \cdot 3600}. \quad (6)$$

Значения коэффициента теплопроизводительности и КПД, рассчитанные по уравнениям (1) – (6), для каждой серии экспериментов приведены в табл. 1.

1 Значения коэффициента теплопроизводительности и КПД

Параметр	Одноступенчатый РИТ		Двухступенчатый РИТ		Четырехступенчатый РИТ	
	Масса воды		Масса воды		Масса воды	
	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
K_Q	1,65	1,55	1,59	1,62	1,58	1,45
η	0,652	0,519	0,548	0,706	0,547	0,576

Таким образом, можно сделать вывод что, несмотря на значения коэффициента теплопроизводительности, превышающие единицу, коэффициент полезного действия роторно-импульсного теплогенератора невысок.

Литература

- 1 Запорожец, Е.П. Исследование вихревых и кавитационных потоков в гидравлических системах [Текст] / Л.П. Холпанов, Г.К. Зиберт, А.В. Артемов // Теоретические основы химической технологии. 2004. Т. 38, № 3. С. 243 – 252.
- 2 Пат. 2054604 Российская федерация, С1 6 F 24 J 3/00, G 21 В 1/00. Способ получения энергии [Текст] / А.Ф. Кладов. Заявл. 02.07.93 ; опубл. 20.02.96. Бюл. № 5.