

бортовой ЭВМ; время определения температуры газа в системе датчик – АЦП – процессор составляет 0.1 сек.;

использование датчиков отношения давлений на базе элементов пневмоники улучшает массовые, эксплуатационные и точностные характеристики системы измерения;

различие статических давлений в окружном направлении может служить информацией об изменении температуры по окружности и дает возможность установления корреляции между неравномерностью на входе в камеру и выходе из нее.

Использование разработанного газодинамического метода измерения нагрева газа позволяет использовать новый информативный параметр в системе силовой установки для задач исследования и доводки камер сгорания, а также задач управления и диагностирования. Система измерения, построенная по этому принципу, может решать комплексные задачи вплоть до измерений тяги в полете, а также позволяет унифицировать все измерители первичной информации в виде датчиков отношения давлений.

УДК 629.7.048(045).697

АВТОНОМНЫЕ ВИХРЕВЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ

Бирюк В.В., Белозерцев В.Н., Андреев О.Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Ухудшающиеся условия окружающей среды, рост стоимости традиционных энергоносителей: нефти и природного газа, настоятельно обращают внимание на поиск и разработку альтернативных преобразователей энергии для нужд теплоснабжения жилого и производственного фондов.

Эта задача наиболее актуальна для старых городских районов, где отсутствует разветвленная сеть центрального теплоснабжения или срок эксплуатации которой давно истек.

Таковыми альтернативными преобразователями энергии являются гидравлические теплогенераторы.

Преимуществом гидравлических теплогенераторов по сравнению котлами на жидком и газообразном топливе является простота конструкции, высокая надежность, экологичность, эксплуатационная безопасность.

Основой теплогенератора является вихревая труба (см. рис. 1), содержащая входное устройство, завихритель, корпус, развихритель, выходное устройство.

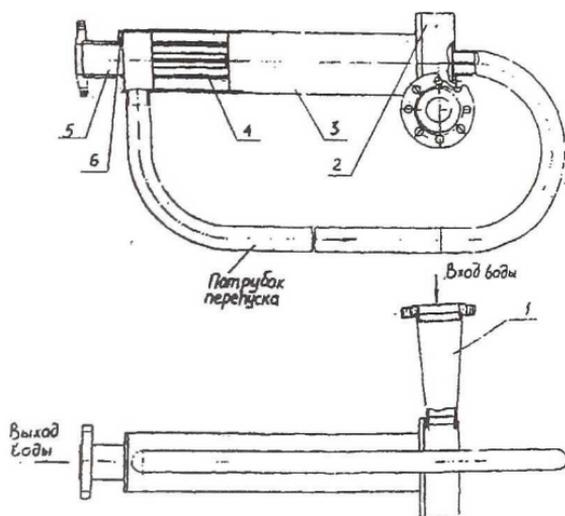


Рис. 1. Общий вид теплогенератора Юсмар - I

В вихревой трубе вода подается под давлением через входное устройство 1 в завихритель. Благодаря тангенциальному вводу и профилю завихрителя в виде спирали Архимеда движение жидкости приобретает вихревой характер. К моменту поступления в корпус 3 скорость жидкости возрастает. В вихревой трубе жидкость, сохраняя спиралевидное движение и омывая внутреннюю поверхность, движется к развихрителю 4 и выходному устройству 5. За счет трения о поверхность корпуса скорость жидкости снижается, температура растет. Дополнительный подогрев жидкости происходит и за счет внутреннего трения слоев жидкости, находящихся на различных радиусах от оси корпуса и имеющих различные окружные скорости. Не последнюю роль в подогреве играет кавитация. Многократное движение части жидкости по перепускному патрубку также усиливает подогрев. В развихрителе за счет гашения окружающей скорости эффект преобразования кинетической энергии вращающегося потока в тепло усиливается. Таким образом в гидравлическом теплогенераторе электрическая энергия электропривода насоса преобразуется в кинетическую энергию поступательного и вращательного движения потока жидкости, которая в свою очередь за счет турбулентного вязкостного трения превращается в тепло. Отсутствие в исполнительном органе движущихся элементов конструкции обеспечивает его высокую надежность.

В вихревой трубе вода подается под давлением через входное устройство 1 в завихритель.

Благодаря тангенциальному вводу и профилю завихрителя в виде спирали Архимеда движение жидкости приобретает вихревой характер. К моменту поступления в корпус 3 скорость жидкости возрастает. В вихревой трубе жидкость, сохраняя спиралевидное

Ресурс установки определяется долговечностью электропривода насоса. Темп подогрева жидкости зависит от схемы теплогенератора (открытая или замкнутая), количества подогреваемой жидкости, мощности электропривода насоса. В теплогенераторах фирмы «Юсмар» он составил от 0,5 до 1,5 К/мин. Замкнутая схема теплогенератора с небольшим количеством жидкости может повысить темп подогрева в 10 раз. Более совершенная технология изготовления теплогенератора, дешевые материалы, дешевый насос позволяет снизить стоимость установки и сделать ее конкурентноспособной с другими преобразователями энергии.

Такой теплогенератор ТВГК был спроектирован, изготовлен и испытан СГАУ совместно с фирмой «Теплосервис» (рис. 2). Отличительной особенностью от существующих схем теплогенераторов является то, что корпус вихревой трубы и патрубков отвода нагретой жидкости с тормозным устройством-развихрителем, установленные по разные стороны входного закруточного устройства-завихрителя, корпус выполнен в виде осесимметричного расширяющегося от входа к дну сосуда, внутренняя поверхность которого снабжена продольными канавками цилиндрической формы, равномерно распределенными по окружности сечения корпуса.

Были проведены сравнительные испытания ТВГК и «Юсмар-1» на экспериментальном стенде, состоящем из теплогенератора, центробежного насоса, соединенных по кольцевой схеме (рис. 3) и измерительных средств.

В ходе испытаний измерялись:

- давление и температура воды на входе и выходе из теплогенератора;
- температура воды на входе в насос;

температура корпуса теплогенератора и соединительных трубопроводов;

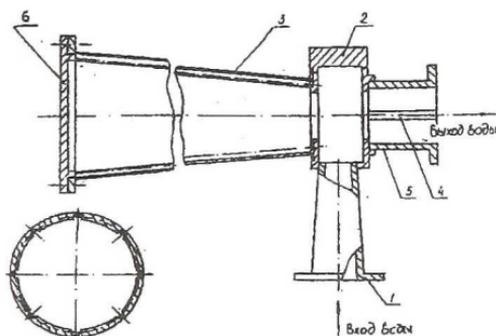


Рис. 2. Общий вид теплогенератора ТВГК :
1 – входное устройство, 2 – завихритель, 3 – корпус, 4 – развихритель, 5 – выходное устройство, 6 – дно

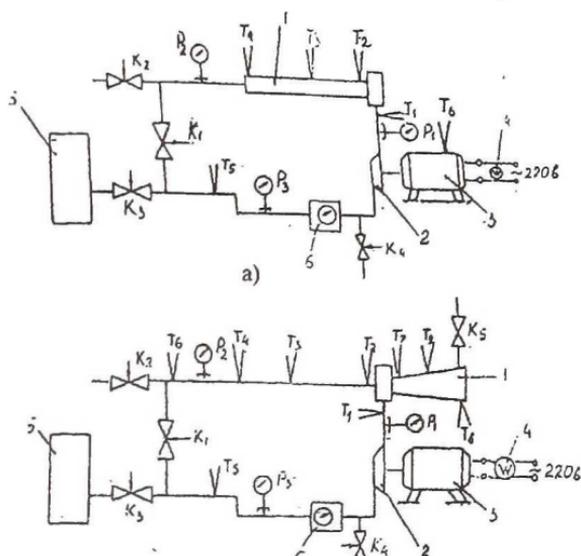


Рис. 3. Принципиальная схема стенда испытаний теплогенератора:

а) Юсмар - I; б) - ТВГК.

1 - теплогенератор, 2 - центробежный насос, 3 - электродвигатель, 4 - электросчетчик, 5 - расширительный бачок, 6 - счетчик расхода воды, T, P - приемники температуры и давления, K - перепускные краны

расход воды;

- мощность электродвигателя насоса.

Показания приборов фиксировались через 20 минут в течение 2 - 3 часов. По результатам экспериментов был оценен коэффициент преобразования энергии:

$$\phi = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_3},$$

где $Q_{\text{пол}}$ - количество теплоты, пошедшее на нагрев воды и металлоконструкций с учетом потерь тепла в окружающую среду до температуры в конце эксперимента; Q_3 - энергия, потребляемая электродвигателем насоса за время работы.

При испытаниях конического теплогенератора ТВГК было получено существенное улучшение характеристик по сравнению с теплогенератором фирмы «Юсмар» (см. таблицу 1).

При испытаниях конического теплогенератора ТВГК было получено существенное улучшение характеристик по сравнению с теплогенератором фирмы «Юсмар» (см. таблицу 1).

Таблица 1. Результаты испытаний теплогенераторов гидравлических

Тип	τ мин	F м^2	m_b Кг	m_m кг	$Q_a \cdot 10^5$ Дж	$Q \cdot 10^5$ Дж	$Q_{\text{пор}} \cdot 10^5$ Дж
Юсмар I	145	0,43	3,38	20	6,2	4,1	12,8
ТВГК-I	80	0,493	4,3	21,7	9,7	5,4	14,0
	ΔT К/мин	$\frac{Q_{\text{зат}} \cdot 10^5}{m_n}$ Дж/кг	T_n К	T_k К	ϕ		
	0,25	12,0	286	330	57		
	0,68	8,3	286	342	81		

- где τ – время достижения температуры T_k ;
 F – внутренняя поверхность теплогенератора;
 m_w, m_m – масса нагреваемой воды и металлоконструкций;
 $Q_w, Q_m, Q_{пот}$ – количество теплоты, пошедшее на нагрев воды, металла и потери тепла в окружающую среду;
 $Q_{зат}$ – количество энергии, затраченной электроприводом насоса за время работы теплогенератора;

$$\Delta T = \frac{T_k - T_m}{\tau} \text{ – темп подогрева воды;}$$

T_n, T_k – начальная и конечная температуры воды;

$$\frac{Q_{зат}}{m_w} \text{ – удельные затраты в расчете на 1 кг воды;}$$

$$\varphi = \frac{Q_{пол}}{Q_3} \text{ – коэффициент преобразования энергии;}$$

$$Q_{пол} = Q_w + Q_m + Q_{пот}.$$

Так, темп подогрева повысился в 3 раза, а удельная затраченная мощность Q_3 (в расчете на 1 кг нагреваемой воды) на 16% уменьшилась (см. таблицу 1). Коэффициент теплогенератора фирмы преобразования энергии ТВГК составил 81%, что в 1,3 раза выше, чем у «Юсмара». Более высокие показатели ТВГК можно объяснить характером течения теплоносителя.

При прямоточной схеме подвода и отвода теплоносителя в теплогенераторе фирмы «Юсмар» в его корпусе за счет совместного действия центробежных сил и сил турбулентного вязкостного трения формируется вынужденный (периферийный) и свободный (приосевой) вихри [1], которые движутся в одном направлении от завихрителя к выходному отверстию.

Высокие значения осевой и тангенциальной составляющей скорости гасятся в теплогенераторе такой схемы за счет развитой внутренней поверхности трения. Последнее обстоятельство реализуется увеличением длины цилиндрического корпуса теплогенератора. В ТВГК вода также поступает в корпус теплогенератора, но, поскольку донная часть его заглушена то, периферийный вихрь, достигнув ее меняет направление осевой скорости на противоположное, превращаясь в свободный вихрь и в приосевой области выходит из теплогенератора. Таким образом, в завихрительном устройстве и корпусе ТВГК движутся навстречу друг другу периферийный и осевой вихревые потоки. Относительная скорость их выше, больше и эффект подогрева. Эф-

фект подогрева жидкости в ТВГК усиливается также благодаря воздействию возмущений, создаваемых вращающимися в цилиндрических канавках корпуса протяженными вихрями, являющимися зонами активного торможения и выделения тепла.

ВЫВОДЫ

1. В результате взаимодействия комплекса факторов во вращающемся потоке жидкости существенно увеличиваются градиенты изменения скоростей как в поперечном, так и в продольном по отношению к корпусу вихревой трубы направлениях с возникновением обратных токов жидкости через плоскость входного завихряющего устройства, что позволяет в ТВГК достичь большей эффективности, чем в теплогенераторе фирмы «Юсмар».
2. Противоточная схема движения периферийного и свободного вихрей в ТВГК позволяет существенно уменьшить массогабаритные параметры теплогенератора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волжанник В.В., Зуйков А.А., Мордасов А.П. Закрученные потоки в гидротехнических сооружениях. / Под ред. Г.И. Кривченко. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.

УДК 621.6

ВИХРЕВОЙ ТЕПЛОВОЙ НАСОС

Бирюк В.В., Довгялло А.А., Андреев О.Ю., Никитченко Б.Г.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Проблемы энергосбережения с каждым годом приобретают все большее значение. Это связано не только с удорожанием топлива и обеднением месторождений, но и с такой важной проблемой, как экология социума.

Наиболее эффективным способом снижения энергопотребления в системах теплоснабжения и технологических процессах является применение тепловых насосов. Имея наилучшие энергетические показатели, тепловые насосы в наибольшей степени проявляют свои преимущества при использовании низкопотенциального тепла сбросных стоков и природных источников. Существующие теплонасосные системы, работающие на фреонах