

СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИЗОХОРНО ЗАГРЯВАНЕ НА ФЛУИДИ

A STAND FOR RESEARCHING THE ISOCHORIC HEATING OF FLUIDS

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОХОРНОЕ СОГРЕВАНИЕ ФЛУИДОВ

Ass. Prof. Dr. Eng Nachev N., Eng Atanasov N.
Technical University of Sofia, Bulgaria

Abstract: This article presents the design and the construction of a stand for the research of the thermophysical properties of fluids when they are heated isochorically. The stand is a vertical cylindrical vessel equipped with the necessary technological fittings and stub pipes, as well as with controlling and measuring devices necessary for taking measurements in the course of fluid research.

KEYWORDS: STAND, RESEARCH, THERMOPHYSICAL PROPERTIES, FLUIDS, ISOCHORICALLY

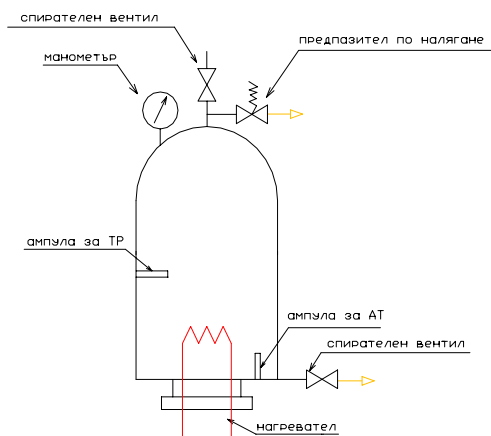
1. Въведение

Повишаването на ефективността на производството и качеството на продукцията, довежда до използването на най-различни вещества и материали. В последно време в науката и техниката намериха приложение редица вещества, свойствата на които се отличават с голямо разнообразие. Силно се разшири областта на приложение на използваните материали. Всичко това доведе до значително нарастване както на теоретичните така и на експерименталните изследвания за получаване на информация за свойствата на нови работни тела в широк диапазон на състоянието им. [3,5,6]

Флуидите намират широко приложение като топлоносители или работни тела в различни области на топлотехниката. За топлотехническите пресмятания на процесите, машините и съоръженията е необходима надеждна информация за топлофизическите им свойства в широк интервал от налягания и температури. На основата на получените експериментални резултати, след критичен анализ и оценка, се изготвят международни нормативни материали, от които се пресмятат и съставят таблици с данни за основните топлофизически свойства. В редица случаи на практика е необходима информация за промяна на свойствата на работните тела (флуиди) при изохорно загряване на същите. Както е известно от термодинамиката в този случаи ще имаме повишаване на налягането когато температурата нараства [4]. За изследване на процесите при изохорно загряване на различни флуиди е конструиран и изработен стенд снабден с необходимата арматура и електроника

ПРИНЦИПНА СХЕМА НА СТЕНДА

Схемата за работа на уредбата се характеризира с известна опростеност, възможност за определяне на няколко параметъра, работа с по-големи количества и в агресивна среда, което прави същата удобна и за изследване на вещества от хранителната и химическата промишленост.

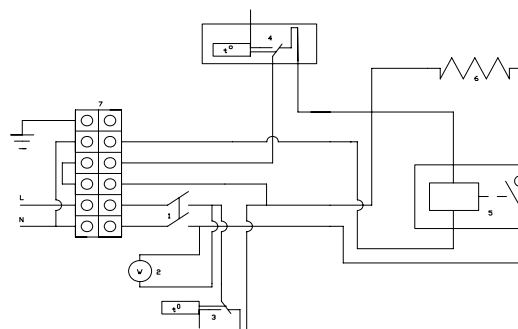


ТР – Терморегулатор, АТ – Аварийен термостат

2. Описание на стенда

Стендът представлява цилиндричен съд с елиптичен капак, изработен от неръждаема стомана AISI 304. В долния си край е снабден с нагревателен елемент с мощност 2000 W, който е закрепен за корпуса посредством холандърна гайка. Съдът е снабден с ампула в долния си край за поставяне на осезателя на аварийния термостат и още една ампула разположена на 125mm от дъното за осезателя на електронния терморегулатор (и измерване на температурата). Корпусът е снабден с два шупера, които са снабдени със сферичен спирателен вентил. Единият е разположен в долния край и служи за пълнене и източване на съда, а другият е поставен в горния край като служи за обезвъздушаване. Също така в горната си част съдът е снабден с извод за манометър. Нагревателният елемент се командва от електронен терморегулатор XR20C. Посредством електронния терморегулатор се задава и регулира желаната температура. На дисплея постоянно се изписва реалната температура в стенда. За безопасност стендът е снабден с аварийен термостат, регулируем предпазител по налягане и е изолиран с минерална вата.

ПРИНЦИПНА ЕЛЕКТРИЧЕСКА СХЕМА



- 1 – Електрически прекъсвач
- 2 – Ватметър
- 3 – Аварийен термостат
- 4 – Електронен терморегулатор
- 5 – Контактор
- 6 – Нагревател
- 7 – Клеморед

3. Основни и допълнителни елементи

Корпус (съда)- изработен от неръждаема стомана AISI 304
Нагревателен елемент- 2000 W,
Електрически контактор 30 A,
Двуполосен електрически прекъсвач
Сферичен спирателен вентил 1/2"

Измервателна арматура:

- Механичен манометър с клас на точност $\delta_k=1,6$
- Електронен терморегулатор XR20C

Предпазна арматура:

- Регулируем предпазител по налягане
- Аварийен термостат на 95C°

4. Работа с електронния терморегулатор XR20C

Как да се види настройката: Натискане и веднага отпускане на бутона SET на дисплея се показва стойността на настройката. След повторно натискане и веднага отпускане на бутона SET или изчакване за 5 сек. отново се показва стойността на осезателя.

Как да се смени настройката: Задаването на температурата става чрез натискане на бутона SET за повече от 2 сек., стойността на настройката се показва на дисплея, промяната на стойността се извършва посредством натискане на стрелките (стрелка нагоре – за увеличаване на задаваната температура, а стрелка надолу за понижаване). За да се запазят новата стойност на настройката се натиска бутона SET отново и се изчаква 10сек.

5. Якостни пресмятания

1. Определяне на допустимото напрежение за материал AISI 304 1.4301

1.1. За работни условия:

$$f = \min \left\{ \frac{R_{p0,2t}}{n_t}; \frac{R_{m/20}}{n_B} \right\}$$

където:

$R_{p0,2t}$ – мин. стойност на границата на провлачване при изчислителна температура(+100)°C; МПа;

$R_{p0,2t} = 157$ МПа

$n_T = 1,5$ - коефициент на сигурност на границата на провлачване;

$R_{m/20}$ - минимална стойност на якостта на опън, МПа;

$R_{m/20} = 500$ МПа;

$n_B = 2,4$ - коефициент на сигурност за якост на опън.

$$f = \min \left\{ \frac{157}{1,5}; \frac{500}{2,4} \right\} = \min \{104,67; 208,33\}$$

f = 104,67 МПа

1.2. За условия на изпитване:

$$f_{Test} = \frac{R_{eH / test}}{n}$$

n – коефициент на сигурност за границата на провлачване;

n = 1,05 – за условия на изпитване;

$R_{p0,2} = 195$ МПа

$$f_{Test} = 185,714 \text{ МПа}$$

2. Изчисляване на пробното налягане за хидравличното изпитване за материал AISI 304 1.4301

$$P_{test} = \max \left\{ 1,25 \cdot P_s \cdot \frac{R_{p0,2}}{R_{p0,2t}}; 1,43 \cdot P_s \right\}$$

P_{test} - пробно налягане за хидравлично изпитване, МПа;

$P_s = 1.2$ - максимално (изчислително) налягане, МПа;

$R_{p0,2}$ – допустимо напрежение при 20 °C, МПа

$R_{p0,2t}$ – допустимо напрежение при изчислителна температура, МПа;

$$P_{test} = \max \left\{ 1,25 \cdot 1,2 \cdot \frac{195}{157}; 1,43 \cdot 1,2 \right\} = \max \{1,863; 1,716\}$$

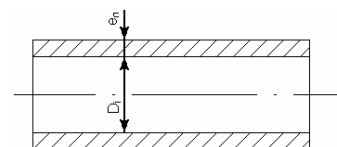
Прието: **$P_{test} = 1,863$ МПа**

3. Изчисляване дебелината на стената на гладък цилиндричен корпус, натоварен с вътрешно налягане за материал AISI 304 1.4301

$$e_n = e + c + \delta_e$$

$$e = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot f \cdot z - P}$$

$$P_{max} = \frac{2 \cdot f \cdot z \cdot e_a}{D_m}$$



Условието за приложимост на формулите е:

$$\frac{e}{D_e} < 0,16$$

където:

e_n – номинална дебелина (изпълнителна) на стената на корпуса, mm;

e – изчислителна дебелина, mm;

e_{min} – минимална възможна дебелина, mm ($e_{min} = e_n - \delta_e$);

e_a – минимална анализна дебелина, mm ($e_a = e_{min} - c$);

P_{max} – допустимо вътрешно свръхналягане, МПа;

$D_i = 200$ - вътрешен диаметър на корпуса, mm;

D_e – външен диаметър на корпуса, mm;

D_m – среден диаметър на корпуса, mm;

$P = 1,2$ МПа – изчислително вътрешно свръх налягане, МПа;

$f = 104,67$ МПа – допустимо напрежение на материала

$z = 1$ - коефициент на якост на заваръчния шев

$c = 0$ mm – прибавка за компенсация на корозия mm;

$\delta_e = 0,4$ mm – прибавка за компенсация на минусов допуск клас;

$e = 1,153$ mm

$e_n = 1,553$ mm

Приемаме: $e_n = 3$ mm

$e_{min} = e_n - \delta_e = 2,6$ mm

$e_a = e_{min} - c = 2,6$ mm

$$\frac{e}{D_e} < 0,16; \frac{1,153}{206} = 0,0056 < 0,16$$

$$P_{max} = \frac{2 \cdot f \cdot z \cdot e_a}{D_m} = 2,681 \text{ МПа}$$

Поради това, че съдът на стенда ще работи при повишено налягане заваръчните шевове на същия бяха подложени на радиографичен контрол и проверка. Това се извърши от ОРГАН ЗА КОНТРОЛ ЕТ "ГАМА-ДХ" ОТ ВИД "А". Издаден е протокол № 63-1/13.04.2009г.

6. Инструкция за експлоатация, обслужване, прегледи и ремонт

1. Увод

Настоящата инструкция е указание за експлоатацията на съоръжението.

При експлоатацията на стенда трябва строго да се спазват изискванията на конструктивната документация и приложенияте експлоатационни документи.

2. Експлоатиране и обслужване

2.1. За въвеждане на стенда в експлоатация, задължително се поставя върху хоризонтална стабилна повърхност.

2.2. Преди включване към електрическата мрежа

стендът ЗАДЪЛЖИТЕЛНО се пълни с вода (флуид) и се ОБЕЗВЪЗДУШАВА.

2.3. Стендът се спира от експлоатация в случаите:

2.3.1. При неизправност и непокриване на нагревателния елемент.

2.3.2. Когато в основните елементи на стендът бъдат открити пукнатини и дефекти в заваръчните шевове, скъсване на уплътнителите и поява на пропуск-течове в разглобяемите съединения.

3. Прегледи и ремонт

3.1. Забранява се извършването на ремонт, когато стендът се намира под налягане.

3.2. Забранява се извършването на ремонт, когато стендът е включен към електрическата мрежа.

3.3. Ремонтът на стенда се извършва от лица, имащи необходимата квалификация.

7. Заключение

Принципните схеми, якостните пресмятания и радиографичният контрол показват, че стендът може да се използва за извършване на измервания при изохорно загряване на флуиди, както и при други термодинамични изследвания, където се работи при по високи стойности на налягане и температура.

8. Литература

1. Варгавтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. — М.: Наука, 1972

2. Кирилин В.А, В.В Сычев, Л.Е Шейдлин – Техническая термодинамика, М.1980 г.

3. Кирилин В.А, А.Е Шейдлин – Исследования термодинамических свойств веществ, М.1963 г.

4. Начев Н., Л. Цоков – Изменение на налягането при загряване на флуиди в затворени съдове с постоянен обем. НК ЕМФ 2009 Созопол.

5. Темперли Г. и др. Физика простых жидкостей. Экспериментальные исследования. М. "Мир". 1978

6. Chan Y.S. "Proc. 6-th Symp. Thermophys. Prop." No 4, 1973, 238