

УТВЕРЖДАЮ :

Генеральный директор  
ЗАО "Предприятие Итиль"

  
В.И. Некрасов  
" 05 " \_\_\_\_\_ 2003 г.  


УТВЕРЖДАЮ :

Директор ФГУП НИИ "Сантехники"  
Заслуженный строитель РФ

  
Ю.Ю. Головач  
" \_\_\_\_\_ " 2003 г.  

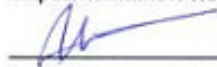

## МЕТОД

постановки опыта и расчета коэффициента  
теплопроводности для сверхтонких  
тепловых изоляционных материалов,  
методические рекомендации по теплотехническим расчетам

М - 001 - 2003

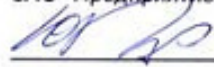
СОГЛАСОВАНО :

Представительство компании  
Capstone Manufacturing в СНГ

  
А.В. Шевцов  
" 5 " февраля 2003 г.

РАЗРАБОТАНО :

Инженерно-методический центр  
ЗАО "Предприятие Итиль"

  
Ю.Ф. Колхир  
" 5 " февраля 2003 г.

Москва, 2003 год.

# **METODA M-100-2003**

## **experimentu a výpočtu součinitele tepelné vodivosti pro ultratenké izolační vrstvy, pokyny pro stanovení teploty na povrchu izolační vrstvy.**

### **Úvod**

Tyto metodické pokyny poskytují návod pro stanovení tepelně technických parametrů všech tenkých a ultratenkých tepelně izolačních materiálů. Stejně tak pokyny poskytují návod k projektování tepelné izolace potrubí a stavebních konstrukcí. Realizace těchto pokynů poskytne soulad se závaznými požadavky na tepelné izolační materiály tepelných sítí, technologického potrubí a stavebních konstrukcí při výstavbě, větších opravách a údržbě tepelné izolace stavby, které byly stanovené SNiP 02.4.14 - 88 \* "Tepelná izolace zařízení a potrubí" a SNiP II - 3 - 79 "Stavební Tepelná technika".

Rozhodnutí o použití tohoto dokumentu pro projektování a stavbu konkrétní budovy nebo stavby je rozhodnutí projektové a stavební firmy. Je-li rozhodnuto o použití tohoto dokumentu, všechny pravidla z toho jsou povinné. Částečné použití pravidel a požadavků popsanych v tomto dokumentu není přípustné.

Metodická doporučení jsou stanovená s důrazem na využití vysoce efektivních tepelných izolátorů na základě nových norem tepelných toků přes izolovaný povrch zařízení, potrubí a stavební konstrukci. Normy byly uvedené rozhodnutím Gosstroje Ruska z 31.12.97 č. 18-80. Na vývoji pokynů podílí: Yu. Yu. Golovach (FGUP Výzkumný ústav „Sanitární techniky“), A.V. Ševcov (Capstone Manufacturing, LLC), Yu.F. Kolhir (ZAO "Společnost Itil").

### **1. ZÁKLADNÍ INFORMACE.**

Hlavní cíl výpočtů tepelné izolace je určit tepelné ztráty a teplotní rozdíl v izolační vrstvě, které splňují určité požadavky. Tyto požadavky jsou ve většině případů určeny výrobními podmínkami u izolovaného objektu, a někdy jsou zohledněny na hygienu a bezpečnost.

Vzorce pro ploché objekty jsou mnohem jednodušší než vzorce pro válcové objekty. Obvykle vzorce pro ploché povrchy lze použít, pokud průměr izolovaného povrchu je 2 metry a více.

Síla izolace při použití nových typů tenkých a ultratenkých tepelně izolačních materiálů je pouze několik milimetrů. Proto je vhodné pro válcové předměty použít vzorec pro výpočet plochých povrchů.

Ve většině výpočtů tepelné izolace se zanedbávat odpor přenosu tepla z teplonosné kapaliny ke stěně izolovaného objektu, což nám poskytuje určitou rezervu ve výsledcích.

Součinitel tepelné vodivosti izolační vrstvy  $\lambda$  se mění téměř lineárně při změně teploty. Při výpočtu tepelné izolace, se tento koeficient určuje dle teploty, která je aritmetickým průměrem teplot na hraničních površích izolační vrstvy.

### **2. STANOVENÍ TEPELNÉ VODIVOSTI.**

Součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  je specifický tepelný tok, který prochází během 1 h přes vrstvu materiálu o síle 1 metr při rozdílu teplot o 1°C na opačných stranách vrstvy.

Stanovit tepelnou vodivost je možné stacionární nebo nestacionární metodou (GOST 7076-99, GOST 30732 - 2001).

Tyto metody jsou podrobně popsány v GOSTách pro stanovení součinitele tepelné vodivosti, nicméně, žádný z nich není vhodný pro stanovení součinitele tepelné vodivosti nových druhů ultratenkých tepelných izolací, jako jsou filmové izolace, izolace na základě expandovaného perlitu, tekuté keramické izolace a podobně.

Navzdory rozšíření v poslední době použití ultratenkých tepelných izolací prakticky neexistují žádné metody pro stanovení součinitele tepelné vodivosti takových materiálů. **Není možné ověřit parametry, deklarované ze strany výrobce a prodejce, u nových ultratenkých izolací, což často vede k padělání. A nakonec to vede diskreditaci samotné ideji ultratenkých tepelných izolací.**

Autoři těchto metodických doporučení vyvinuli metodu, která umožňuje udělat experiment a v praxi vypočítat součinitel tepelné vodivosti pro všechny druhy tenké a ultratenké tepelné izolace.

### 3. OBJEKT ZKOUŠKY.

Za tepelnou izolaci byl vybrán nový typ ultratenké izolace - tekutá keramická tepelná izolace. Tato izolace je tekutou soustavou na bázi vody a obsahuje syntetický kaučuk, akrylové polymery, rozptýlené v této soustavě keramické duté sféry (velikost 0.01 mm - 0,02 mm) a oxidy titanu, vápníku a zinku.

Ultratenká izolace je určena pro vytváření izolační vrstvy na povrchu libovolného tvaru, který vyžadují tepelnou ochranu. Materiál se používá pro tepelnou izolaci vnějších a vnitřních povrchů opláštění obytných a veřejných budov a průmyslových objektů, potrubí, vzduchovodů, průmyslového zařízení atd. Tekutá izolace může být aplikována na kov, plast, beton, cihly a další stavební materiály, stejně jako na zařízení, potrubí a vzduchovody s povoznými teplotami od -60 °C do + 250 °C.

### 4. POPIS EXPERIMENTU.

Experiment k určení součinitele tepelné vodivosti ultratenké tepelné izolací založen na průchodu tepelného toku postupně přes dvě izolované komory (Viz obr. 1 a obr. 2), oddělené kovovými destičkami.

Dle experimentů tepelná izolace se používá ve třech polohách -

1. Bez izolace (zkouška modelu).
2. Izolace je instalovaná mezi komorami č.0 a č.1 a je zakrytá kovovou destičkou.
3. Izolace je instalovaná mezi komorami č.0 a č.1.
4. Izolace je instalovaná mezi komorami č.1 a č.2 a otočená dovnitř komory č.1

Jako stálý zdroj tepla byla použita nádrž z nerezové oceli rozměrem 30 x 30 x 10cm s vroucí vodou o teplotě 100 °. Voda se ohřívá ponorným termočlánkem EP-1.0 / 220

"QUARTZ - 1", GOST 14 705 - 83, výkon 1,0 kW.

Přímo u nádrže s vařící vodou vedle sebe jsou upevněné dvě komory, udělané z polystyrénové krabice rozměrem 12 x 12 cm, kde obě stěny mají sílu 2 cm.

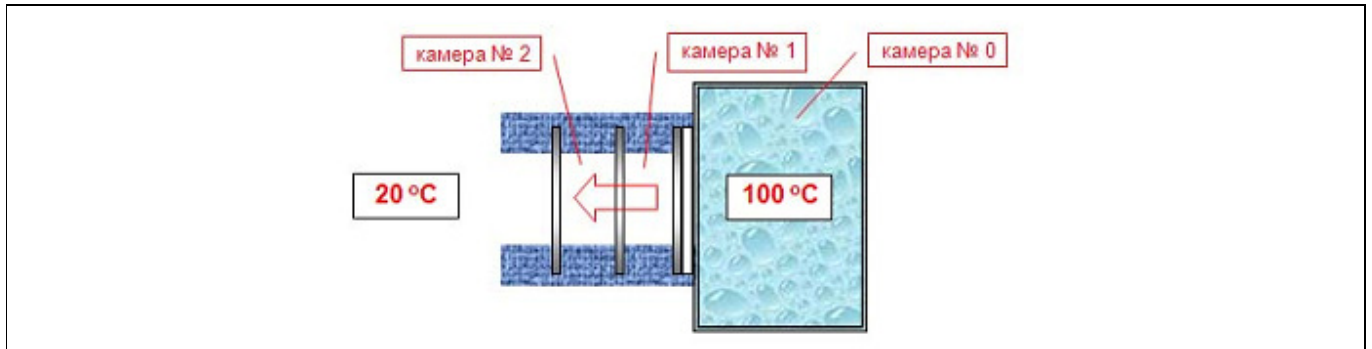
Krabice jsou odděleny mezi sebou dvěma kovovými destičkami 10 x 10cm. Poslední krabice (komora č. 2) je uzavřena jednou kovovou destičkou 10 x 10cm.

Pro snížení tepelných ztrát hrany kovových destiček mezi komorami číslo 1 a číslo 2 jsou dodatečně zaizolované polystyrénovou páskou. Senzory kontaktních teploměrů jsou instalovány v každé komoře, stejně jako na vnějších stěnách komor.

Teplota vzduchu v místnosti, kde byly provedeny experimenty, se měří ve vzdálenosti 1,2 m od stěny komory č.2

## 5. FYZIKÁLNÍ PRINCIP EXPERIMENTU.

V ustálených tepelných podmínkách experimentu ( během 3 hodin), děláme odečet teploměrů. Zkoumáme komoru č.1



Obrázek

Pokud je známé teplota teplotnosné kapaliny (v tomto případě teplota vzduchu v komoře č.1), teplota okolního vzduchu (komora č.2), síla a součinitel tepelné vodivosti krytu komory, vypočítáme tepelné ztráty -

$$q_1 = (t_1 - t_2) / (1 / \alpha_v + \delta_k / \lambda_k + 1 / \alpha_n)$$

Pro zjednodušení výpočtu a vzhledem k malému podílu tepelné ztráty přes polystyren komory č.1 - ztráty tepla z těla se neberou v úvahu.

Vzhledem k tomu, že tepelné ztráty v komoře č. 1 nesmí překročit množství tepla, dodaného z komory č. 0, počítáme, že tepelné ztráty se v komoře č.0 rovná nebo jsou větší, než v komoře č.1, , to je -

$$q_1 = < q_0$$

Pokud se tepelné ztráty v komoře č.0 jsou větší, než v komoře č.1, teplota vzduchu v komoře č.1 bude růst a blížit se k teplotě varu vody v komoře č.0. V našem případě se teplota vzduchu v buňce číslo 1 je stabilní a nižší než teplota vroucí vody. Tudíž, tepelné ztráty v komorách č.0 a č.1 jsou stejné

$$q_1 = q_0$$

Pro komoru č.1 platí -

$$q_0 = (t_0 - t_1) / (1 / \alpha_v + \delta_{iz} / \lambda_{iz} + \delta_k / \lambda_k + 1 / \alpha_n)$$

nebo součinitel tepelné vodivosti izolační vrstvy -

$$\lambda_{iz} = \delta_{iz} / [(t_0 - t_1) / q_1 - (1 / \alpha_v + 1 / \alpha_n + \delta_k / \lambda_k)]$$

Tepelný odpor izolační stěny se skládá z tepelného odporu stěny a tepelného odporu tepelné izolace -

$$R_{ST} = \delta_k / \lambda_k + \delta_{iz} / \lambda_{iz}$$

nebo součinitel tepelné vodivosti izolace -

$$\lambda_{iz} = \delta_{iz} / (R_{ST} - \delta_k / \lambda_k)$$

kde:

$t_0$  - je teplota vody v komoře č.0

$t_1$  - je teplota vzduchu v komoře č.1

$t_2$  - je teplota vzduchu v komoře č.2

$\alpha_v$  - součinitel pohlcení tepla u stěny

$\alpha_n$  - součinitel prostupu tepla od izolace do okolního vzduchu

$\delta_{iz}$  - tloušťka tepelné izolace

$q_1$  - tepelné ztráty v komoře č.1

$q_2$  - tepelné ztráty v komoře č.2

$\delta_k$  - tloušťka stěny komory

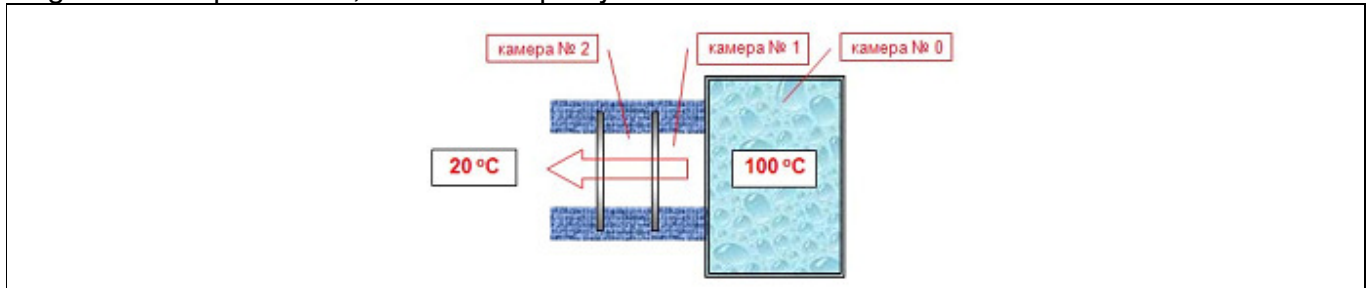
$\lambda_k$  - součinitel tepelné vodivosti stěny

Změnou polohy izolace (před, po a uprostřed příčky mezi komorami číslo 1 a číslo 0) je možné dost přesně určit součinitele prostupu tepla a pohlcení tepla u izolace.

## 6. PROVÁDĚNÍ EXPERIMENTŮ.

### Experiment č.1.

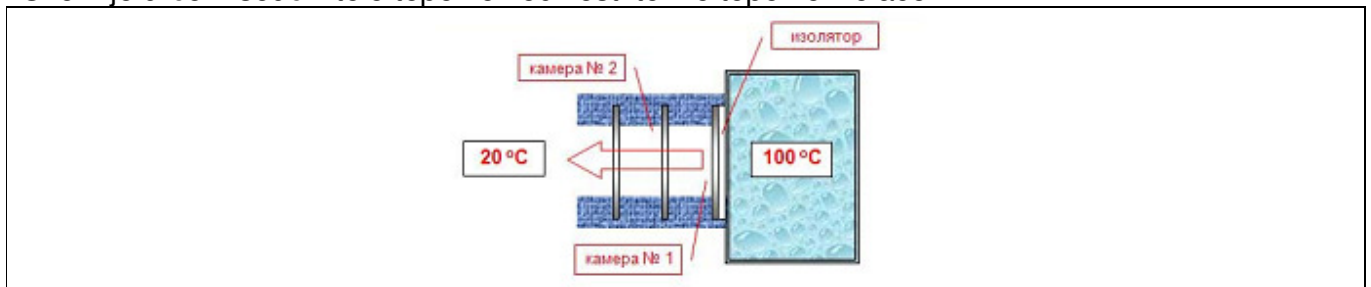
V tomto experimentu neinstalujeme dodatečnou tepelnou izolaci. Cílem je otestovat správnost organizace experimentu, stanovení tepelných ztrát v každé z komor.



Obrázek.

### Experiment č.2.

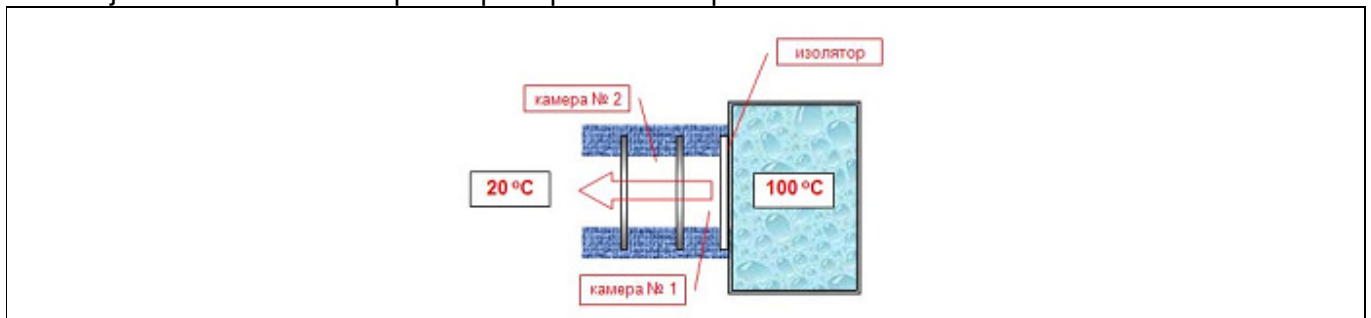
Cílem je určení součinitele tepelné vodivosti tenké tepelné izolace.



Obrázek.

### Experiment č.3.

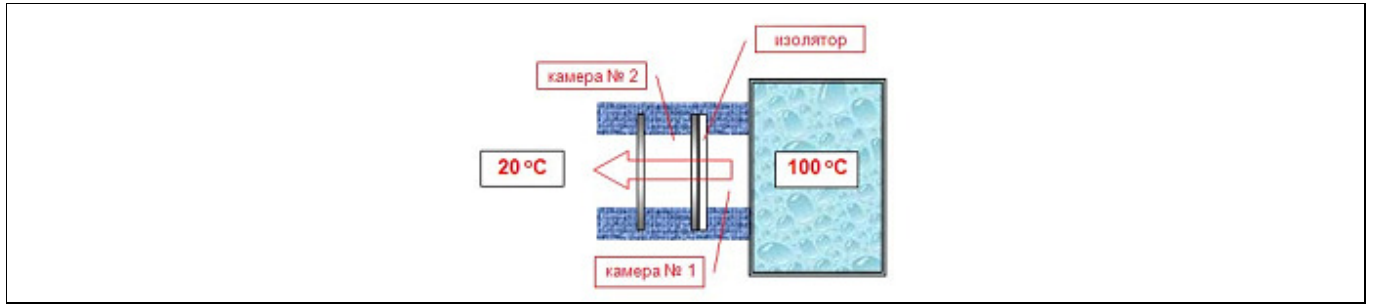
Cílem je určení součinitele prostupu tepla tenké tepelné izolace.



Obrázek.

### Experiment č.4.

Cílem je určení součinitele pohlcení tepla u tenké tepelné izolace.

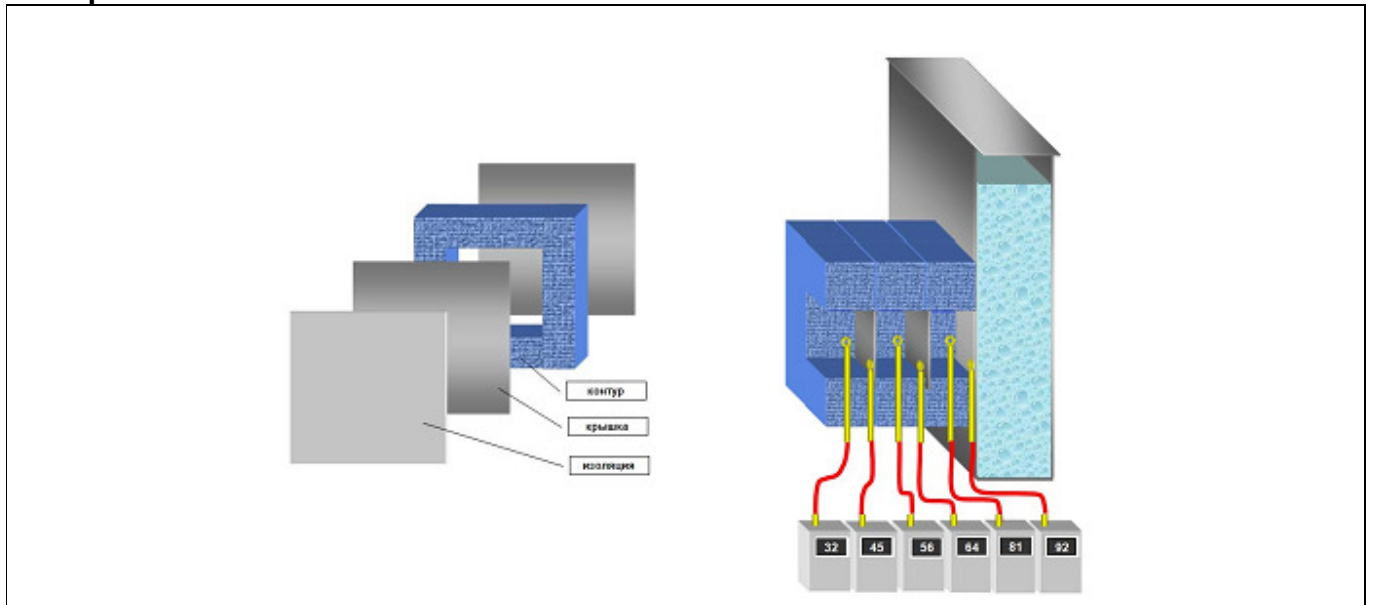


Obrázek.

Výsledky měření teplot v každém z experimentů jsou shrnuty v tabulkách. Měření teplot bylo provedeno každých 10 minut během 3 hodin do úplné stabilizaci tepelného procesu. Dle výsledků měření teplot v ustálených teplotních podmínkách byly provedené teplo-technické výpočty.

Souhrn výsledků teplo-technických výpočtů je soustředěn v tabulce "Tepelné fyzikální vlastnosti", dle které dělané konečné závěry zkoušek.

### 7. Tepelná komora.



Obrázek.

### 8. Protokoly měření.

Данные замеров температуры								
	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7
1	100	?	?	?	?	?	?	?
2	100	?	?	?	?	?	?	?
3	100	?	?	?	?	?	?	?
4	100	?	?	?	?	?	?	?
5	100	?	?	?	?	?	?	?
6	100	?	?	?	?	?	?	?

1 опыт - тепловой изоляции нет.  
2 - 6 опыты - с тепловой изоляцией.

## 9. Závěr

Výsledky těchto zkoušek umožňují následující závěr:

Теплофизические свойства			
	тепловосприятие $\alpha_{\text{в}}$	теплоотдача $\alpha_{\text{н}}$	теплопроводность $\lambda_{\text{тд}}$
материал	?	?	?
	Вт / м <sup>2</sup> °С	Вт / м <sup>2</sup> °С	Вт / м °С

Tekutá keramická tepelná izolace ..... společnosti ..... může být doporučena pro zateplení obvodových zdí budov a staveb, potrubí atd. v souladu s požadavky příslušné technické dokumentace.