

**NARODOWY UNIWERSYTET TECHNICZNY UKRAINY**  
**KIJOWSKI INSTYTUT POLITECHNICZNY**  
**Centrum Naukowo-Badawcze**  
**Technologie Zasobooszczędne**  
Świadectwo nr 141/2 z dnia 30.05.2005 r.  
Ukraina, 03056, Kijów-56, просп. Peremohy 37  
Tel./faks: (044) 241-8609  
Tel. (044) 241-6870  
e-mail: [admin@rst.kiev.ua](mailto:admin@rst.kiev.ua)

---

## **OPINIA EKSPERTSKA DOTYCZĄCA STOSOWANIA**

**Kompozycji polimermineralnej „Sferolit” w charakterze  
pokrycia cieploizolacyjnego typ odbijający**

**Kierownik prac**

**Dr nauk technicznych**

*/podpis/*

**Panow E.N.**

**2007 r.**

## Spis treści

<b>L.p.</b>	<b>Nazwa rozdziału</b>	<b>Strona</b>
1	Ocena eksperymentalna współczynnika przewodnictwa cieplnego	3
2	Pomiary eksperymentalne	3
3	Wyniki pomiarów	4
4	Modelowanie matematyczne konstrukcji ścianowych, pokrytych materiałem Sferolit	4
5	Ocena łączna (sprowadzona) oporu cieplnego ściany wielowarstwowej	5
6	Ocena zużycia właściwego ciepła na ogrzewanie	8
7	Wyniki modelowania matematycznego konstrukcji ścianowych, pokrytych materiałem Sferolit	8
8	Analiza otrzymanych wyników	10
	Wnioski i rekomendacje	11
	ZAŁĄCZNIK: „Świadectwo prawa przeprowadzenia badań energetycznych”	



Zakładana temperatura wewnątrz pomieszczenia zgodnie z tabelą G.2 DBN W.2.6-31:2006 jest  $t_{B5}=20$  C.

Zakładana temperatura powietrza na zewnątrz zgodnie z Załącznikiem Ż DBN W.2.6-31:2006 wynosi  $t_{B5}=-22$  C.

Współczynniki oddawania ciepła,  $W/(m \cdot K)$ :

- z powietrza wewnątrz pomieszczenia do wewnętrznej powierzchni ściany obliczane są na zasadzie [Wymiana ciepła i masy. Eksperyment ciepłotechniczny. Poradnik/Pod red. W.A. Grygoriewa i W.M. Zorina. – M. Energoizdat, 1982. – 512 s.] oraz danych zawartych w tabeli Załącznik E DBN W.2.6-31:2006;

- od ściany zewnętrznej do otaczającego powietrza obliczane są na zasadzie [Wymiana ciepła i masy. Eksperyment ciepłotechniczny. Poradnik/Pod red. W.A. Grygoriewa i W.M. Zorina. – M. Energoizdat, 1982. – 512 s.] oraz danych zawartych w tabeli Załącznik E DBN W.2.6-31:2006;

4.3. Zgodnie z DBN W.2.6-31:2006 (Izolacja cieplna budynków) zastosowanie materiału Sferolit jest zgodne z ogólną zasadą powołanego dokumentu w zakresie punktów 1.2, 1.3, 1.4.

Zastosowanie materiału Sferolit jako zewnętrznego pokrycia ścian budynków odpowiada wymogom rozdziału „Projektowanie powłoki ciepłozolacyjnej budynków według wskaźników ciepłotechnicznych jej elementów”.

5. Ocenę łączną (sprowadzoną) oporu cieplnego ściany wielowarstwowej wykonywano według znanych zależności [Wymiana ciepła i masy. Eksperyment ciepłotechniczny. Poradnik/Pod red. W.A. Grygoriewa i W.M. Zorina. – M. Energoizdat, 1982. – 512 s.] z uwzględnieniem rekomendacji DBN W.2.6-31:2006 (Izolacja cieplna budynków) Załączniki E oraz L.

5.1. Dane wyjściowe brane do obliczania.

- ściana z cegły pełnej (silikatowej na zaprawie cementowo-piaskowej);
- powierzchnia wewnętrzna pokryta jest warstwą tynku do 20 mm, powierzchnia zewnętrzna tynku oklejona została tapetami;
- powierzchnia zewnętrzna ściany pokryta została warstwą materiału Sferolit o grubości 2...2,5 mm.

Podczas obliczenia brano pod uwagę kontaktowe opory termiczne warstw.

Sumaryczny opór termiczny ściany wielowarstwowej obliczony zostaje zgodnie ze wzorem **!**

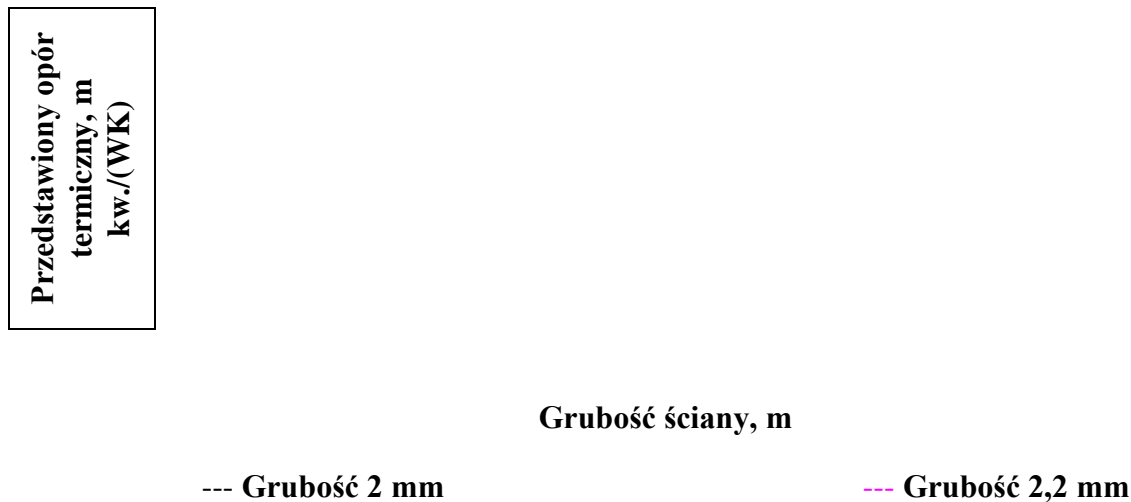
$$R\Sigma=1/\alpha_{in} + \sum(n/i=1) \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_{out} \quad (1)$$

gdzie  $R_{\Sigma}$  - sumaryczny opór termiczny,  $m^2/(W \cdot K)$ ;  $1/\alpha_{in}$ ,  $1/\alpha_{out}$  – opór termiczny oddawania ciepła z powietrza wewnątrz pomieszczenia do ściany oraz od zewnętrznej powierzchni ściany do otaczającego powietrza, odpowiednio,  $m^2/(W \cdot K)$ ;  $\sum (n / i=1) \delta_i/\lambda_i$  – łączny opór termiczny warstw ściany,  $\delta_i$ , grubość odrębnej warstwy, m;  $\lambda_i$ - przewodzenie ciepła odrębnej warstwy.  $W/(mK)$ .

Wyniki obliczeń przedstawiono na wykresie (rys. 4)

### Przedstawiony opór termiczny ściany wielowarstwowej

/wykres/



Rys. 4. Ocena oporu termicznego ściany z zewnętrzną warstwą materiału Sferolit o grubości 2 oraz 2,2 mm.

Na rysunku widać, że przy grubości warstwy Sferolit 2 mm właściwości ciepl izolacyjne ściany zaspokajają warunki  $R_{\Sigma pr} \geq R_{q min}$  (wg p. 2.1 DBN W.2.6-31:2006) przy grubości ściany 0,64 m i, odpowiednio, przy grubości warstwy Sferolit 2,2 mm właściwości ciepl izolacyjne ściany zaspokajają te same warunki  $R_{\Sigma pr} \geq R_{q min}$  (wg p. 2.1 DBN W.2.6-31:2006) przy grubości ściany 0,51 m

$$R_q \gg R_{q min}$$

6. Zgodnie z wymogami rozdziału 3 „Projektowanie powłoki ciepłizolacyjnej ze względu na zużycie ciepła na ogrzewanie (DBN W.2.6-31:2006) jednostkowe zużycie ciepła na ogrzewanie powinno odpowiadać warunkom

$$Q_{bud} \leq E_{max} \quad (2)$$

gdzie  $q_{bud}$  – rozliczone lub faktyczne utraty ciepła, które określone zostają na podstawie p. 3.2. (DBN W.2.6-31:2006),

$E_{max}$  – maksymalnie dopuszczalne wartości jednostkowej utraty ciepła na ogrzewanie budynku za okres grzewczy, kW godz./m<sup>2</sup> albo kW godz./m<sup>3</sup>, co ustalane jest zgodnie z tabelą 4,5 (DBN W.2.6-31:2006).

Spełnienie warunków (2) dla budynku projektowanego lub eksploatowanego weryfikowane jest na podstawie audytu energetycznego budynku albo za pomocą modeli matematycznych reżimu cieplnego budynku (p. 3.2, DBN W.2.6-31:2006).

Dla zrzeczności zestawienia potoków cieplnych jednostkowe utraty ciepła  $q_{bud}$  sprowadzone zostały do jednostki czasu i przedstawiają gęstość potoku cieplnego, przebiegającego za jednostkę czasu przez 1 m<sup>2</sup> ściany. Dalej w tekście przedstawiane są jako  $q$ .

Zakładając zgodnie z Tabelą 4 (p. 3.3 DBN W.2.6-31:2006) największe zużycie ciepła  $E_{max} = 94$  kW godz./m<sup>2</sup> otrzymamy w przeliczeniu na gęstość potoku cieplnego  $q=26,1$  W/m<sup>2</sup>

#### 7. Wyniki modelowania matematycznego konstrukcji ścian pokrytych materiałem Sferolit.

Obliczenia wykonywane były dla następujących konstrukcji ścian (Tabela 1)

Tabela 1

Konstrukcje ściany

Wariant	1. warstwa	2. warstwa	3. warstwa
	Rodzaj pokrycia, grubość warstwy $\delta_k$ , mm / Współczynnik przewodzenia ciepła, $\lambda_k$ , W/(mK)	Mur z cegły, grubość	Sferolit, grubość pokrycia, mm
Baza	Tynkowanie, 15 mm/ 0,12	Cegła silikatowa, 510 mm i 640 mm	brak
1	Tynkowanie, 15 mm/ 0,12	Cegła silikatowa, 510 mm	2,2
2	Tynkowanie, 12 mm/ 0,12	Cegła silikatowa, 640 mm	2

Wyniki modelowania matematycznego stanu cieplnego ścian zewnętrznych pokrytych materiałem Sferolit przedstawione są na rys. 5 – 7

/rysunek/

$T_{H3} = -22 \text{ C}$

na zewnątrz pomieszczenia

$t_{B2} = 20 \text{ C}$

wewnątrz pomieszczenia

Gęstość potoku cieplnego na ścianie wewnętrznej  $q=36,95 \text{ W/m}^2$

Rys. 5. Pole obliczeniowe temperatur przez ścianę ceglana (mur ściany z cegły pełnej o grubości 0,51 m). Wariant bazowy.

Grubość warstwy 2 mm	Grubość warstwy 2,2 mm
<p>/rysunek/</p> <p>Temperatury: powierzchnia zewnętrzna – 20,8 C Powierzchnia wewnętrzna + 18,1 C Gęstość potoku cieplnego przez ścianę <math>q=21,3 \text{ W/m}^2</math> Ściana 0,64 m</p>	<p>/rysunek/</p> <p>Temperatury: powierzchnia zewnętrzna – 21,1 C Powierzchnia wewnętrzna + 18,7 C Gęstość potoku cieplnego przez ścianę <math>q=19,9 \text{ W/m}^2</math> Ściana 0,51 m</p>

Rys. 6.7. Obliczone pole temperatur przez ścianę z cegły (mur z cegły pełnej o grubości 0,51 m i 0,64 m).

Powłoka Sferolit na zewnętrznej powierzchni ściany.

## 8. Analiza otrzymanych wyników.

### 8.1. Podstawowe wyniki obliczeń przedstawione zostały w Tabeli 2

Tabela 2

Wariant	Grubość warstwy izolacji cieplnej, $\delta_k$ , mm	Temperatura, C		Gęstość potoku cieplnego, $q$ , W/m <sup>2</sup>	Rysunek
		powierzchnia ściany wewnątrz pomieszczenia	powierzchnia ściany na zewnątrz pomieszczenia		
Baza	brak izolacji	16	- 20	36,95	Rys. 5
Wariant 1	2	18,1	- 20,8	21,3	Rys. 6
Wariant 2	2,2	18,7	- 21,1	19,9	Rys. 7

### 8.2. Zgodność otrzymanych danych z wymogami DBN W.2.6-31:2006

Ocena  $R_{q\ min}$  – minimalnie dopuszczalnej wartości oddawania ciepła nieprzejrzystej konstrukcji ogradzającej (m<sup>2</sup> · K/W), wykazuje:

A) ściana bazowa

$$R_q = \delta_{cm} / \lambda_{cm} = 0,55 / 0,56 \approx 0,98 < 2,0,$$

co jest o wiele niżej niż przedstawiono w tabeli 1 (p.2.2 DBN W.2.6-31:2006) ( $R_{q\ min}=2,0$ ), utraty ciepła do otaczającego środowiska w tym przypadku są większe niż normatywne i należy ustalać dodatkowy opór termiczny w postaci warstwy ciepłozolacyjnej na zewnętrznej powierzchni ściany

B) Warianty 1, 2. Ściana bazowa z izolacją cieplną z materiału Sferolit o grubości warstwy 2 mm, 2,2 mm. Jak wynika z wykresów na rys. 4, przedstawiony opór termiczny ścian, pokrytych na powierzchni zewnętrznej materiałem Sferolit,  $R_q$  jest większy niż przedstawiony w tabeli 1 (p. 2.2. DBN W.2.6-31:2006) dla 1. strefy klimatycznej  $R_{q\ min} = 2,8$ ; t.o., proponowana izolacja cieplna zapewnia zgodność stanu cieplnego ściany budynku z wymogami DBN.

8.3. Zgodność z dopuszczalną zgodnie z wymogami sanitarno-higienicznymi różnicą temperatury powietrza wewnątrz pomieszczenia oraz temperatury wewnętrznej powierzchni konstrukcji ogradzającej  $\Delta_{t\ cr}$ , C (tabela 3 rozdziału 2 „Projektowanie powłoki ciepłozolacyjnej budynków według wskaźników cieplotechnicznych jej elementów”).

Według danych tabeli dla kategorii budynków:

- budynków mieszkalnych, instytucji dla dzieci, szkół oraz internatów przyjmowane jest  $\Delta_{t\ sr} = 4\ C$ ;
- budynków publicznych, oprócz wymienionych powyżej, budowli administracyjnych, bytowych przyjmowane jest  $\Delta_{t\ sr} = 5\ C$ ;



- c) budowli produkcyjnych o suchym i normalnym trybie eksploatacji przyjmowane jest  $\Delta_{t\ sr} = 7\ C$ .

W taki sposób:

- 1) wariant bazowy bez izolacji cieplnej nie do końca odpowiada wymogom DBN dla budynków kategorii oznaczonych wyżej jako a); co do istoty  $\Delta_{t\ sr} > 4\ C$  wg wyników obliczeń; można powiedzieć, że wariant ten jest wariantem granicznym;
- 2) ściany, pokryte izolacją cieplną zaspokajają wymogi DBN w zakresie  $\Delta_{t\ sr} < 4\ C$ .

#### 8.4. Zestawienie według wartości potoków cieplnych przez ścianę.

Jak obliczono powyżej  $E_{\max}$  – to maksymalnie dopuszczalna wartość odrębnych utrat ciepła na ogrzewanie budynku za okres grzewczy może zostać przedstawiona jako  $q = 26,1\ W/m^2$ .

W normie tej mieszczą się oba warianty pokrycia.

#### **Wnioski i rekomendacje.**

1. Modelowanie matematyczne wymiany ciepła przez ścianę, pokrytą warstwą materiału izolacyjnego Sferolit, wykonane zgodnie z p. 3.2, DBN W.2.6-31:2006, wykazało następujące wyniki:

- stosowanie materiału Sferolit jest zgodne z ogólnymi przepisami DBN W.2.6-31:2006 (izolacja cieplna budynków) w zakresie punktów 1.2, 1.3, 1.4;

- ocena  $R_{q\ min}$  – minimalnie dopuszczalna wartość przekazania ciepła nieprzejrystej konstrukcji ogradzającej ( $m^2 \cdot K/W$ ) zgodnie z p. 2.2 DBN W.2.6-31:2006, wykazuje, że dla materiału Sferolit obliczony opór termiczny ściany z izolacją cieplną  $R_q$  jest zgodny z wymogami do dopuszczalnych oporów termicznych ścian zewnętrznych oraz, t.o., proponowana izolacja cieplna zapewnia zgodność stanu cieplnego ściany budynku z wymogami DBN;

Dane obliczeniowe wg różnicy temperatur „powietrze w pomieszczeniu – powierzchnia wewnętrzna ściany” dla ścian, pokrytych izolacją cieplną Sferolit, znajdują się w granicach  $\Delta_{t\ sr} < 4\ C$  i, odpowiednio, zaspokajają wymogi DBN w zakresie zgodności z dopuszczalnymi na postawie wymogów sanitarno-higienicznych różnicami temperatury powietrza wewnątrz pomieszczenia oraz temperatury wewnętrznej powierzchni konstrukcji ogradzającej  $\Delta_{t\ sr} 0\ C$  (tabela 3 rozdziału 2 Projektowanie powłoki ciepłozolacyjnej budynków według wskaźników ciepłotechnicznych jej elementów).

2. Według wyników obliczeń możliwe jest zalecanie następującego wykonania konstrukcyjnego ścian zewnętrznych z pokryciem materiałem Sferolit:

2.1. Ściana z cegły silikatowej o grubości 0,51 m; wykończenie wewnętrzne – tynk do 20 mm, pokrycie zewnętrzne – Sferolit o grubości 2,2 mm (obliczenie) jest zgodne z wymogiem normatywnym oporu doprowadzania ciepła konstrukcji ogradzającej ścian zgodnie z DBN W.2.6-31:2006 wynoszącym 2,8 m kw./WK.

2.2. Ściana z cegły silikatowej o grubości 0,64 m; wykończenie wewnętrzne – tynk do 20 mm, pokrycie zewnętrzne – Sferolit o grubości 2 mm (obliczenie) jest zgodne z wymogiem normatywnym oporu doprowadzania ciepła konstrukcji ogradzającej ścian zgodnie z DBN W.2.6-31:2006 wynoszącym 2,8 m kw./WK.

Wykonawca

Dr nauk technicznych

Starszy współpracownik naukowy CNB TZ

Narodowego Uniwersytetu Technicznego Ukrainy

KIP

/podpis/

Szyłowicz I.L.