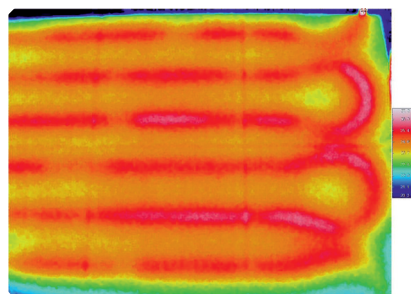


## Ciepło z posadzki bez jastrychów (2)

Ultracienki  
grzejnik

W artykułach przedstawiony został system ultracienkiej podłogi ogrzewanej. W systemie tym wyeliminowano wady montażu wodnego ogrzewania podłogowego na „mokro” i wykorzystano zalety montażu na „sucho”. System ten został przebadany pod względem rozkładu temperatur na PB.

W poprzedniej części (artykuł pt. „Cenna podłogówka”, „Magazyn Instalatora” 11/2015 - przyp. red.) przedstawiono system ultracienkiej podłogi ogrzewanej. Łączy on zalety i eliminuje wady istniejących do tej pory systemów. Jest to również znacznie tańsza, a zarazem skuteczna alternatywa dla innych systemów ogrzewania podłogowego wodnego z suchymi jastrychami. System ten został przebadany pod względem rozkładu temperatur w ramach pracy inżynierskiej na Politechnice Białostockiej prowadzonej pod kierunkiem prof. Mirosława Żukowskiego. „W celu wykonania badań eksperymentalnych zostało przystosowane istniejące stanowisko w Katedrze Ciepłownictwa Politechniki Białostockiej, które służy do badań grzejników konwekcyjnych. Źródłem ciepła jest kocioł elektryczny o mocy 4 kW i sprawności maksymalnej 99,5%. Do pomiaru ilości oddawanego ciepła, strumienia objętości czynnika grzejnego oraz temperatur zasilania i powrotu służą ciepłomierze ultradźwiękowe obsługujące cztery obiegi podłączone równolegle z kotłem za pomocą rozdzie-



Fot. 1. Obraz termowizyjny grzejnika przy temperaturze zasilania równej 28°C (opracował M. Żukowski).

laczy. Układ zabezpieczony jest naczyńmi przeponowym i zaworem bezpieczeństwa. Dodatkowo zastosowano rejestrator, do którego podłączono oporowe czujniki Pt1000, które służyły do pomiaru temperatur powietrza w laboratorium, zasilania i powrotu badanych grzejników płaszczynowych oraz temperatury bezpośrednio nad węzownicą. Pole temperatury na powierzchni grzejnika było skanowane za pomocą kamery termowizyjnej o dużej rozdzielczości mniejszej od 0,08K.

Eksperymenty wykonywano w czterech następujących po sobie seriach skokowo zmieniając temperaturę wody zasilającej grzejniki, której wartość wynosiła 28, 35, 45 i 55°C. Regulator temperatury zamontowany w kotle stabilizował wartość zadaną w zakresie od -0,5°C (złączenie grzałki) +0,5°C (wyłączenie grzałki). Ze względu na stosunkowo dużą bezwładność cieplną badanych obiektów rejestracja danych pomiarowych odbywała się z krokiem czasowym równym 1 minuta. Po uzyskaniu ustalonych warunków wymiany ciepła wykonywano zdjęcia termowizyjne grzejników w celu określenia średniej wartości temperatury ich powierzchni” (cyt. M. Żukowski, P. Karpiesiuk (2015): „Wyniki badań ogrzewania płaszczynowego typu B-technologie sucha”, Instal 7/8 2015).

Znając wartości temperatury powietrza w pomieszczeniu  $T_i$  i temperatury powierzchni terakoty  $T_r$ , obliczono gęstość strumienia ciepła  $q$  emitowanego przez badany grzejnik z poniższej zależności:

$$q = 8,92 \cdot (T_r - T_i)^{1,1}$$

Średni kwadratowy błąd bezwzględny określenia gęstości strumienia ciepła  $q$  wynosił około 5 W odniesieniu do 1 m<sup>2</sup> płyty, a błąd względny nie przekraczał 9%.

Badania wykazały, że średnia różnica między wartościami temperatury nad i pomiędzy rurami wynosiła dla temperatury zasilania  $T_v$  równej 28, 35, 45 i 55°C odpowiednio 1,6°C, 2,8°C, 4,5°C i aż 6,2°C.

Warto zwrócić uwagę, że badany grzejnik posiada bardzo małą bezwładność cieplną. Stan zadany można osiągnąć zaledwie w ciągu jednej godziny, gdy chcemy zmienić temperaturę o 10°C. W przypadku tradycyjnych konstrukcji z „mokrym” jastrychem ten sam czas jest kilkakrotnie dłuższy. To wielka zaleta przy nieakumulacyjnych systemach ogrzewania podłogowego. Niewielka bezwładność cieplna pozwala na skrócenie czasu ogrzewania lub też czasu stygnięcia podłóg, a co za tym przyczynia się do oszczędności energii przy odpowiedniej regulacji temperatury.

## Zalety

Podsumowując wyniki badań nad rozkładem temperatur przy różnych temperaturach zasilania, należy wyróżnić następujące zalety badanego systemu:

- Niewielki ciężar układu pozwala na montaż całości przy małej nośności konstrukcji.
- Ze względu na niską wysokość podłogi można go polecać przy remontach lub modernizacji pomieszczeń.
- Niska bezwładność układu pozwala na szybkie osiągnięcie zakładanej temperatury na powierzchni posadzki (zmianę temperatury o 10°C osiąga się maksymalnie w ciągu 1 godziny).
- Czas montażu systemu, a co za tym idzie - oddania do eksploatacji, jest bardzo krótki - po ułożeniu siatki z

klejem po 1-2 dniach można układać płytki gresu.

● Koszt jest znacznie niższy względem systemów z suchymi jastrychami i porównywalny z systemami wykonania mokrych jastrychów.

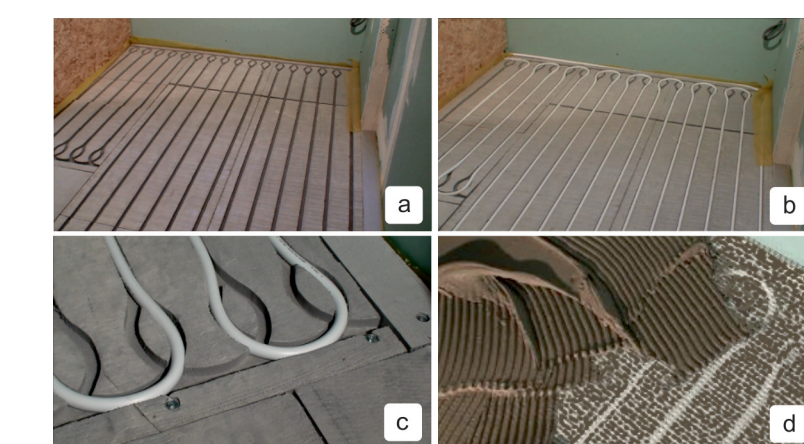
Jedyną wykrytą wadą jest nierównomierny rozkład temperatur na powierzchni grzejnej. Brak warstwy przewodzącej w postaci folii aluminiowej wpływa na wahania temperatury w miejscu bezpośrednio nad węzownicą i pomiędzy nimi. Te różnice zależą od wysokości temperatury zasilania i wynoszą od 1,6°C przy  $T_v = 28^\circ\text{C}$  do 6,2 przy  $T_v = 55^\circ\text{C}$ . Trzeba też mieć na uwadze fakt, że wraz ze wzrostem odległości pomiędzy rurami węzownicy różnice temperatur będą rosły, ale to nie było tematem badań w pracy inżynierskiej.

## Wnioski

Powyższe badania eksperymentalne miały na uwadze między innymi potwierdzenie, że niezastosowanie powłok przenoszących ciepło wpłynie na wahania temperatur między rurami węzownicy. Z punktu widzenia praktycznego nie ma jednak sensu stosować w rzeczywistości temperatur zasilania ponad 35°C, gdyż przy ultracienkiej podłodze, gdzie węzownica ogrzewania podłogowego znajduje się w odległości do 2 cm od powierzchni posadzki i nie ma jastrychów, człowiek odczuje dyskomfort użytkownika tego rodzaju podłoga pod stopami. Z badań nad idealnym profilem pionowego rozkładu temperatur w pomieszczeniu, gdzie ogrzewanie podłogowe jest bardzo zbliżone charakterystyką do tego profilu, wynika, że komfortowa temperatura podłogi grzejnej powinna wahać się w granicach od 25-27°C, a maksymalna nie przekraczać 30°C. Zbyt wysokie temperatury powietrza (na co ma wpływ temperatura podłogi), czyli w granicach 22-24°C, mogą powodować podrażnienia błony śluzowej.

Jeżeli wykonamy posadzkę bez jastrychów dla niskich temperatur zasilania, czyli tam, gdzie czynnik grzejny, będzie miał na wejściu maksymalnie do 35°C, to człowiek nie odczuje różnicy temperatury na posadzce, wynoszącej tylko w niektórych miejscach maksymalnie do ok. 2,5°C. To sprawi, że wada w postaci nierównomierności występowania temperatur nie będzie miała miejsca.

Ważną zaletą tego układu podłogi jest cena detaliczna materiałów i robocizny szacowana bez podatku VAT na ok. 190 zł/m<sup>2</sup> (w tym założono 110 zł/m<sup>2</sup> za wymieniony materiał i 80 zł/m<sup>2</sup> za robocizną łącznie z ułożeniem zaprawy klejowej z wtopioną siatką).



Fot. 2 a. Płyta izolacyjna z kanalikami ułożona u klienta (fot. z archiwum Elektra Kardo).

Fot. 2 b. Wężownica zamocowana w kanalikach płyt izolacyjnych u klienta (fot. z archiwum Elektra Kardo).

Fot. 2 c. Mechaniczny montaż płyt izolacyjnych do podłoża (fot. z archiwum Elektra Kardo).

Fot. 2 d. Ułożenie zaprawy klejowej z siatką z włókna szklanego nad węzownicą u klienta (fot. z archiwum Elektra Kardo).

Przyjęto założenia takie same jak w powyżej wymienionych przykładach, uwzględniając specyfikę warstw tej podłogi, a mianowicie:

- użycie płyt xps gr. 4 cm z kanalikami (fot. 2 a),
- ułożenie rurki ogrzewania podłogowego co 10 cm (fot. 2 b, c),
- pokrycie całości klejem elastycznym z wtopioną siatką o gramaturze 320 g/m<sup>2</sup> (fot. 2 d).

Jest to cena na poziomie wykonania ogrzewania podłogowego w tradycyjnym układzie ogrzewania wodnego podłogowego z ułożeniem mokrej gładzi betonowej.

Ten argument może sprawić, że ten rodzaj ogrzewania podłogowego w przyszłości będzie znajdował coraz więcej użytkowników. Na pewno będzie to atrakcyjne rozwiązanie, szczególnie dla grupy ludzi potrafiących wiele rzeczy zrobić własnymi siłami, którzy prace fachowe wykonają samodzielnie i będą musieli tylko zapłacić za zakupiony materiał.

Oprócz tego, poza już wymienionymi zaletami ogrzewania podłogowego na płytach izolacyjnych z kanalikami

pokrytymi siatką z klejem i bezpośrednio terakotą, gresem, kamieniem, można wymienić inne ważne cechy tego systemu:

- czystość układania i eliminacja używania budowlanego sprzętu (betoniarki, agregaty),
- łatwość montażu - nadaje się do pracy „zrób to sam” (*do it yourself*),
- ułatwienie montażu rur grzejnych w gotowych bruzdach,
- idealny do wykonywania ogrzewania podłogowego przy zastosowaniu pomp ciepła lub innych nośników energii o niskiej temperaturze czynnika grzejnego w granicach 28-35°C,
- przy małych powierzchniach może być tańszy niż w wykonaniu tradycyjnym z ułożeniem gładzi betonowych.

Warto też nadmienić, że istnieją podobne rozwiązania oparte o ten sam materiał - xps, lecz z innymi rozstawami i układem bruzd oraz innymi warstwami płyt izolacyjnych, najczęściej z użyciem mas samopoziomujących.

● Jacek Karpiesiuk

### Literatura:

\* P. Karpiesiuk (2015): praca dyplomowa, inżynierska: „Badania pola temperatury przy ogrzewaniu płaszczyznowym”, promotor: prof. nzw. dr hab. inż. M. Żukowski, Politechnika Białostocka, Katedra Ciepłownictwa.

\* M. Żukowski, P. Karpiesiuk, „Wyniki badań grzejnika płaszczyznowego o bardzo małej wysokości - technologia sucha”, Instal 10/2015.

\* Fotografie z archiwum Elektra Kardo.