

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236061**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **420437**

(51) Int.Cl.
E04B 1/76 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **06.02.2017**

(54) **Sposób i urządzenie do generowania piany dla izolacji termicznej przegród,
zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
13.08.2018 BUP 17/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.11.2020 WUP 19/20

(73) Uprawniony z patentu:

**UNIWERSYTET PRZYRODNICZY
W POZNANIU, Poznań, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WŁODZIMIERZ KRZESIŃSKI, Poznań, PL
TOMASZ SPIŻEWSKI, Kostrzyń Wielkopolski, PL
ROBERT FABIĄŃSKI, Komorniki, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Bartłomiej Fijałkowski

PL 236061 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach w obszarze co najmniej dwuwarstwowych przegród takich jak ściany i dachy w których występuje pustka, wypełniona gazem, na przykład powietrzem. Proponowany sposób oraz urządzenia do generowania piany mogą być wykorzystane w różnego rodzaju budowlach i konstrukcjach, w których wykorzystuje się podwójne przegrody, w których konieczne jest zachowanie przepuszczalności światła przez przegrody przy zachowaniu dobrej izolacji termicznej przegrody. Szczególnym przykładem tego typu obiektów są szklarnie i tunele foliowe wykorzystywane w ogrodnictwie jak również różnego rodzaju hale produkcyjne, targowe, sportowe, baseny itp.

Najczęściej stosowanym sposobem ograniczenia nasłonecznienia wnętrza obiektów typu szklarniowego jest pokrywanie wewnętrznych powierzchni szklanych warstwami nieprzepuszczalnymi dla promieni słonecznych, na przykład zmywalnymi farbami (najczęściej wapnem), albo stosowanie przyston lub rolet. O ile malowanie przegrody pozwala (w ograniczonym zakresie) sterować nasłonecznieniem, to nie umożliwia regulacji lub kontroli temperatury, nie wpływając zasadniczo na bezwładność temperaturową obiektu.

Rolety zastosowane w szklarni przedstawia także wynalazek US4316405, w którym przegroda w postaci szklanej tafli oddalona jest od elementów konstrukcyjnych na odległość pozwalającą na wentylację wnętrza, a dodatkowo w sąsiedztwie górnej krawędzi każdej sekcji szyb umieszczono opuszczalne rolety, sterowane korzystnie elektrycznie.

Zastłonienie powierzchni szklarni roletami pozwala zredukować zarówno ilość światła dostającego się do budynku, jak też tworzy izolację termiczną. Niestety zwykle optymalny sposób izolowania termicznego oznacza niedostateczne doświetlenie, na przykład roślinności.

W ostatnich latach popularnym medium pozwalającym na regulację doświetlenia wnętrza oraz izolację termiczną stała się piana, która w dostosowanej do panujących po obu stronach przegrody warunków ilości, jest generowana w samej przegrodzie.

W nowszych konstrukcjach do napełniania przegród wykorzystuje się generatory piany, w których na siatkę lub inny porowaty materiał natryskuje się płyn pianotwórczy przy jednoczesnym wymuszonym przez wentylator przepływie strumienia powietrza.

Z opisu wynalazku WO 1992011926 znany jest generator w którym w obudowie do której wprowadza się płyn pianotwórczy zamknięty jest materiał porowaty. Do obudowy wprowadza się powietrze, które przechodząc przez porowatą strukturę miesza się z płynem tworząc pianę.

Przepływ powietrza przez generator piany możliwy jest, gdy istnieją minimum dwie połączone ze sobą przegrody, tak aby możliwa była cyrkulacja powietrza między nimi. Powietrze zasysane jest z jednej przegrody a piana generowana jest w drugiej. Z przegrody w której generowana jest piana powietrze wypychane jest do przegrody z której generator zasysa powietrze potrzebne do tworzenia piany. Na dachach o dwóch spadach, umieszczone są dwa generatory piany na końcach przegród. Możliwe jest zarówno jednoczesne generowanie piany w obydwu przegrodach, jak i generowanie piany tylko w jednej z przegród. W obydwu przypadkach w czasie generowania piany powietrze musi cyrkulować pomiędzy przegrodami. Przy generowaniu piany w ścianach cyrkulacja powietrza może dotyczyć wszystkich ścian lub ściana może być podzielona na dwie części między którymi krąży powietrze w czasie generowania piany. Transport piany w przegrodach odbywa się z jednej strony poprzez napór nowej piany a z drugiej poprzez podciśnienie wywoływane zasysaniem powietrza przez generator piany.

Innym sposobem generowania piany jest wykorzystanie dysz spieniających umieszczonych na rurach doprowadzających płyn pianotwórczy w podwójnych przegrodach. Dysze montowane są co 0,5–3 m, a rury podwieszone są na górze przegrody. Ten sposób generowania piany nie wymaga stosowania wentylatorów.

Przykładem zastosowania takiej konstrukcji jest rozwiązanie według WO2005085541. W tym rozwiązaniu piana wytwarzana jest przez dysze spieniające do których doprowadzane są przez dwa niezależne układy: sprężone powietrze i płyn pianotwórczy. Dysze spieniające montowane są w komorach stanowiących ścianę lub dach budynku szklarni.

Podobną zasadę działania oraz budowę ma rozwiązanie ujawnione w opisie wynalazku WO2005006842, w którym pianą wypełnia się umieszczone (rozpięte) na konstrukcji szklarni elastyczne zbiorniki z umieszczonymi w nich dyszami pianotwórczymi. Po włączeniu generatora piany

jest ona tłoczona do wnętrza elastycznych zbiorników, jakie wypełniając się pianą rozkładają się tak, aby zakryć/zacienić pożądaną powierzchnię.

W znanych sposobach generowania piany istnieje zamknięty system cyrkulacji płynu pianotwórczego. Stosowana piana jest nietrwała i po pewnym czasie zanika w przegrodach, przechodząc z powrotem w płyn pianotwórczy. Płyn ten spływa do zbiornika i może być ponownie pompowany do generatorów piany. Dla utrzymania wypełnionych przegród, piana generowana jest cyklicznie. Czas generowania piany jak i przerwy pomiędzy nimi zależą od trwałości piany. W czasie kiedy nie ma potrzeby zwiększania izolacji termicznej przegród, nowa piana nie jest generowana, a stara po pewnym czasie rozkłada się i spływa do zbiornika. Zmiany poziomu płynu pianotwórczego wynikające z powstawania lub zaniku piany wpływają niekorzystnie na jakość piany, powodując zbyt duże zróżnicowanie wielkości pęcherzyków piany i przyczyniając się wydatnie do pogorszenia zakładanych parametrów uzyskanej izolacji. Dla jej optymalnych właściwości wymagane jest aby pęcherzyki miały możliwe małe wymiary. Wówczas pęknięcie pojedynczego pęcherzyka pozbawia izolacji zdecydowanie mniejszy obszar niż rozpad pęcherzy dużych.

Dotychczasowe metody generowania piany wiążą się ze znacznym zużyciem energii elektrycznej do zasilania pomp, wentylatorów czy sprężarek powietrza. Znana jest szklarnia, w której na powierzchni 150 m² w której łączne zapotrzebowanie na energię elektryczną do generowania piany wynosi 3,3 kW. W szklarni tej zamontowano pompę o mocy 1,3 kW podającą płyn pianotwórczy do 8 generatorów piany, każdy wyposażony w wentylator o mocy 0,25 kW.

Dlatego celowym było opracowanie sposobu oraz energooszczędnego urządzenia, które zapewniłyby w pełni kontrolowany proces wytwarzania piany, w z góry założonym zakresie wielkości pęcherzy piany.

Sposób do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach według wynalazku polega na tym, że w przegrodzie, wyposażonej w co najmniej jedną, korzystnie elastyczną komorę, umieszcza się środek pianotwórczy, korzystnie w formie ciekłej, a następnie w środku pianotwórczym umieszcza się wyposażony w co najmniej jeden balast o korzystnie regulowanej wyporności, co najmniej jeden, przewód rurowy z umieszczonym w jego dolnej strefie, w pobliżu co najmniej jednego balastu, co najmniej jednym otworem, korzystnie zaworem, a następnie wprowadza się przez przewód rurowy powietrze lub mieszaninę gazów lub sam gaz, w szczególności wybrany spośród powietrza, dwutlenku węgla, gazów obojętnych lub gazów szlachetnych, aż do co najmniej częściowego wypełnienia komory pianą. Korzystnie, gdy elastyczna komora ma w swojej górnej strefie, na przykład w krawędzi, wytworzony co najmniej jeden wentyl lub zawór nadmiarowy redukujący ciśnienie. Korzystnie, gdy wprowadzanie gazu do przewodu rurowego prowadzi się za pomocą wentylatora, a ilość nadmuchiwanego do przewodu rurowego gazu jest większa niż straty wynikające z odprowadzanego przez wentyl lub zawór redukcyjny gazu.

Korzystnie, gdy powietrze znajdujące się w obiegu przed przejściem przez zespół wentylatora prowadzi się przez wymiennik ciepła i w zależności od warunków klimatycznych w budynku schładza lub ogrzewa. Korzystnie, gdy przestrzeń komory, korzystnie elastycznej, jakiej nie wypełnia się pianą dodatkowo wentyluje się, korzystnie w sposób ciągły.

Korzystnie, gdy elastyczną komorę przed wytworzeniem piany nakłada się od strony zewnętrznej na elementy konstrukcji budynku w zamian pojedynczej przegrody wykonanej, w szczególności z pojedynczej folii lub szkła.

Urządzenie do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach według wynalazku zawiera umieszczony w co najmniej jednej komorze, korzystnie elastycznej, korzystnie foliowej przewód rurowy o co najmniej pojedynczej ścianke, wyposażony w co najmniej jeden balast, jaki umieszczony jest we wnętrzu przewodu rurowego, ograniczony jest wewnętrznymi ściankami przewodu rurowego i zamocowany jest do dna tego przewodu. W bezpośredniej bliskości miejsca zamocowania balastu w zewnętrznej powłoce przewodu rurowego umieszczony jest co najmniej jeden otwór wylotowy dla gazu. Korzystnie, gdy balast ograniczony wewnętrznymi ściankami przewodu rurowego i zamocowany do dna tego przewodu ma postać elastycznej rury wypełnionej obciążeniem, korzystnie cieczą, na przykład wodą, a w jego górnej wewnętrznej przestrzeni zamocowana jest lekka, wodoodporna i nienasiąkliwa pianka. Wyporność lekkiej, wodoodpornej i nienasiąkłej pianki jest co najmniej równa ciężarowi obciążenia, korzystnie cieczy umieszczonej w balaście jako obciążenie. Dzięki temu powietrze wydmuchiwane z rury generującej pianę nie jest w stanie jej podnieść, a w czasie przerw w generowaniu piany rura nie tonie. Przewód rurowy we fragmencie nie wyposażonym w otwory wylotowe dla gazu wyprowadzony jest poza

elastyczną, korzystnie foliową komorę i przyłączony jest do zespołu wentylatora, przyłączonego korzystnie pośrednio poprzez wymiennik ciepła i poprzez układ rur do górnej strefy elastycznej komory do zaworu poboru powietrza.

Przy czym korzystnie, gdy rurowy przewód oraz balast wykonane są z folii, korzystnie jako wewnętrzna i zewnętrzna rura z jednego kawałka folii. Powietrze do rury generującej pianę dostarczane jest poprzez rury połączone z wentylatorem, który zasysa powietrze z przegród w których generowana jest piana.

Wydajność wentylatora dobrana jest w zależności od objętości napełnianych przegród, trwałości piany i czasu w którym muszą zostać napełnione przegrody, co opisuje wzór:

$$Ww \geq \frac{Op}{Tn} \cdot \frac{2}{Tp} \quad [1]$$

w którym:

Ww – wydajność wentylatora, czyli ilość tłoczonego powietrza lub innego gazu ($m^3 \cdot h^{-1}$);

Op – objętość przegród do których tłoczone jest powietrze lub innych gaz (m^3);

Tp – trwałość piany, jako czas w którym 50% objętości piany zanika (h);

Tn – czas w którym puste przegrody muszą zostać napełnione pianą (h).

Trwałość piany zależy przede wszystkim od składu płynu pianotwórczego, jego stężenia, temperatury w przegrodzie i promieniowania słonecznego. Korzystnie gdy trwałość piany wyznaczona jest dla określonego płynu pianotwórczego i jego stężenia w warunkach w których piana jest najmniej trwała np. silne promieniowanie słoneczne i wysoka temperatura w przegrodzie. Możliwe jest wykorzystanie różnych płynów pianotwórczych pod warunkiem, że trwałość piany będzie co najmniej taka sama lub większa od trwałości piany przyjętej od wyznaczenia wydajności wentylatora.

Ciśnienie powietrza wytwarzane przez wentylator jest większe niż straty ciśnienia na skutek oporu rur doprowadzających powietrze, wymiennika ciepła, rur generujących pianę w tym otworów wylotowych w te same rury, jak również głębokości jej zanurzenia w płynie pianotwórczym, co wyraża wzór :

$$Pw > Rr + Rw + Rg + 10 \cdot Gz \quad [2]$$

w którym:

Pw – ciśnienie powietrza lub innego gazu, które musi być wytworzone przez wentylator (Pa);

Rr – straty ciśnienia na rurociągach doprowadzających powietrze do rury generującej pianę (Pa);

Rw – straty ciśnienia na wymienniku ciepła (Pa);

Rr – straty ciśnienia na rurach generujących pianę (Pa);

Gz – maksymalna głębokość zanurzenia w płynie pianotwórczym otworów wylotowych powietrza w rurze generującej pianę (mm), zazwyczaj 10–40 mm.

Straty ciśnienia powietrza lub innego gazu wynoszą 10 Pa na każdy 1 mm głębokości zanurzenia. Rr, Rw, Rr, średnica rur doprowadzających powietrze lub inne gazy, średnica rur generujących pianę, moc wymiennika ciepła, obliczane są na podstawie ogólnie dostępnych wzorów w literaturze fachowej. Pw obliczane jest według wzoru 2 i mieści się zazwyczaj w zakresie od 500 Pa do 3000 Pa przy wydajności wentylatora obliczonej według wzoru 1 (zazwyczaj $100 m^3 \cdot h^{-1}$ do $14\,000 m^3 \cdot h^{-1}$). Wentylatory spełniające te parametry mają moc od 0,3 kW do 6 kW, co powoduje, że przy grubości przegród wynoszącej 0,5 m, wystarcza 1 wentylator na powierzchnię do 1,75 ha.

Korzystnie, gdy w szklarniach i tunelach foliowych, część przegród jest napełnianych pianą w zależności od kierunku padania promieniowania słonecznego (Rycina). W okresie zimy umożliwia to zwiększenie ilości światła wewnątrz obiektu, przy zachowaniu dobrej izolacji termicznej w przegrodach od strony w których nie pada promieniowanie słoneczne. W okresie lata takie rozwiązanie umożliwia cieniowanie roślin poprzez napełnienie przegród od strony silnego promieniowania słonecznego.

Korzystnie, gdy każda część przegród zasilana jest powietrzem przez osobny wentylator i wymiennik ciepła. Umożliwia to budowę systemu generowania piany dla bardzo dużych obiektów, w których każda z części napełnianych jednocześnie może być podzielona na mniejsze zasilane powietrzem poprzez oddzielne wentylatory. Możliwe jest też wykorzystanie jednego wentylatora i klap sterujących przepływem powietrza do każdej części układu lub układu kilku wentylatorów z klapami sterującymi powietrzem.

Urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój przez komorę z urządzeniem według wynalazku podczas generowania piany, fig. 2 przedstawia przekrój przez komorę z urządzeniem według wynalazku w pozycji spoczynkowej, fig. 3 prezentuje rozkład armatury w szklarni wyposażonej w urządzenie według wynalazku.

Przykład I

Sposób do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach według wynalazku polega na tym, że w przegrodzie 1, wyposażonej w komorę 2, umieszcza się środek pianotwórczy 3 w formie ciekłej, a następnie w środku pianotwórczym 3 umieszcza się wyposażony w balast 4 przewód rurowy 5 z umieszczonymi w jego dolnej strefie, w pobliżu balastu 4, otworami 6, a następnie wprowadza się przez przewód rurowy 5 powietrze, aż do co najmniej częściowego wypełnienia komory 2 pianą 7. Wprowadzanie gazu do przewodu rurowego 5 prowadzi się za pomocą wentylatora 8, a ilość nadmuchiwanego do przewodu rurowego 5 gazu jest większa niż straty wynikające z odprowadzanego przez wentyl lub zawór redukcyjny gazu.

Powietrze znajdujące się w obiegu przed przejściem przez zespół wentylatora 8 prowadzi się przez wymiennik ciepła i w zależności od warunków klimatycznych w budynku schładza lub ogrzewa.

Urządzenie do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach według wynalazku zawiera umieszczony w komorze 2 przewód rurowy 5 o podwójnej ścianie, wyposażony w balast 4, jaki umieszczony jest we wnętrzu przewodu rurowego 5, ograniczony jest wewnętrznymi ściankami 9 przewodu rurowego i zamocowany jest do dna tego przewodu 5. W bezpośredniej bliskości miejsca zamocowania balastu 4 w zewnętrznej powłoce przewodu rurowego 5 umieszczone są otwory wylotowe 6 dla powietrza. Balast 4 ograniczony wewnętrznymi ściankami 9 przewodu rurowego 5 i zamocowany do dna tego przewodu ma postać elastycznej rury wypełnionej obciążeniem 10 – wodą, a w jego górnej przestrzeni zamocowana jest trwale i nierozłącznie lekka, wodoodporna i nienasiąkliwa pianka 11. Wyporność lekkiej, wodoodpornej i nienasiąkłej pianki 11 jest równa ciężarowi wody umieszczonej w balaście 4 jako obciążenie 9. Przewód rurowy 5 we fragmencie nie wyposażonym w otwory wylotowe 6 dla gazu wyprowadzony jest poza komorę 2 i przyłączony jest do zespołu wentylatora 8, przyłączonego pośrednio poprzez wymiennik ciepła 12 i poprzez układ rur do górnej strefy elastycznej komory do zaworu pobierania powietrza.

Wydajność wentylatora dobrana jest w zależności od objętości napełnianych przegród, trwałości piany i czasu w którym muszą zostać napełnione przegrody, co opisuje wzór:

$$Ww \geq \frac{Op}{Tn} \cdot \frac{2}{Tp} \quad [1]$$

w którym:

- Ww – wydajność wentylatora, czyli ilość tłoczonego powietrza lub innego gazu ($m^3 \cdot h^{-1}$)
- Op – objętość przegród do których tłoczone jest powietrze lub innych gaz (m^3);
- Tp – trwałość piany, jako czas w którym 50% objętości piany zanika (h);
- Tn – czas w którym puste przegrody muszą zostać napełnione pianą (h).

Trwałość piany zależy przede wszystkim od składu płynu pianotwórczego, jego stężenia, temperatury w przegrodzie i promieniowania słonecznego. Korzystnie gdy trwałość piany wyznaczona jest dla określonego płynu pianotwórczego i jego stężenia w warunkach w których piana jest najmniej trwała np. silne promieniowanie słoneczne i wysoka temperatura w przegrodzie. Możliwe jest wykorzystanie różnych płynów pianotwórczych pod warunkiem, że trwałość piany będzie co najmniej taka sama lub większa od trwałości piany przyjętej od wyznaczenia wydajności wentylatora.

Ciśnienie powietrza wytwarzane przez wentylator jest większe niż straty ciśnienia na skutek oporu rur doprowadzających powietrze, wymiennika ciepła, rur generujących pianę w tym otworów wylotowych w tejże rurze, jak również głębokości jej zanurzenia w płynie pianotwórczym, co wyraża wzór:

$$Pw > Rr + Rw + Rg + 10 \cdot Gz \quad [2]$$

w którym:

- Pw – ciśnienie powietrza lub innego gazu, które musi być wytworzone przez wentylator (Pa);
- Rr – straty ciśnienia na rurociągach doprowadzających powietrze do rury generującej pianę (Pa);
- Rw – straty ciśnienia na wymienniku ciepła (Pa);
- Rr – straty ciśnienia na rurach generujących pianę (Pa);

Gz – maksymalna głębokość zanurzenia w płynie pianotwórczym otworów wylotowych powietrza w rurze generującej pianę (mm), zazwyczaj 10–40 mm.

W szczególności dla piany o trwałości 60 minut, wentylator dostarcza co najmniej objętość powietrza równą objętości przegrody.

Przykład II

Sposób do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach według wynalazku polega na tym, że w przegrodzie 1, wyposażonej w elastyczną komorę 2, umieszcza się środek pianotwórczy 3 w formie ciekłej, a następnie w środku pianotwórczym 3 umieszcza się wyposażony w balast 4 przewód rurowy 5 z umieszczonym w jego dolnej strefie otworami wylotowymi 6 powietrza a następnie wprowadza się przez przewód rurowy 5 powietrze. Elastyczna komora 2 ma w swojej górnej strefie, na krawędzi, wytworzony zawór nadmiarowy redukujący ciśnienie. Wprowadzanie gazu do przewodu rurowego 5 prowadzi się za pomocą wentylatora 8, a ilość nadmuchiwanego do przewodu rurowego 5 gazu jest większa niż straty wynikające z odprowadzanego przez wentyl lub zawór redukcyjny gazu.

Powietrze znajdujące się w obiegu przed przejściem przez zespół wentylatora 8 prowadzi się przez wymiennik ciepła 12 i w zależności od warunków klimatycznych w budynku schładza lub ogrzewa. Przy czym przestrzeń komory elastycznej 2, jakiej nie wypełnia się pianą dodatkowo wentyluje się w sposób ciągły.

Elastyczną komorę 2 przed wytworzeniem piany wiesza się w formie zastłony na elementach konstrukcji budynku w bezpośredniej bliskości lub w przegrodzie, w szczególności w szklanej ścianie.

Urządzenie do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach według wynalazku zawiera umieszczony w elastycznej komorze foliowej 2 przewód rurowy 5 o podwójnej ścianie, wyposażony w balast 4, jaki umieszczony jest we wnętrzu przewodu rurowego 5, ograniczony jest wewnętrznymi ściankami 9 przewodu rurowego 5 i zamocowany jest do dna tego przewodu 5. W bezpośredniej bliskości miejsca zamocowania balastu 4 w zewnętrznej powłoce przewodu rurowego 5 umieszczone są otwory wylotowe 6 dla powietrza.

Balast 4 ograniczony wewnętrznymi ściankami 9 przewodu rurowego 5 i zamocowany do dna tego przewodu 5 ma postać elastycznej rury wypełnionej 35 obciążeniem 10 – wodą, a w jego górnej przestrzeni zamocowana jest trwale i nierozłącznie lekka, wodoodporna i nienasiąkliwa pianka 11. Wyporność lekkiej, wodoodpornej i nienasiąkłej pianki 11 jest co najmniej równa ciężarowi obciążenia 10 – wody umieszczonej w balaście jako obciążenie 10. Przewód rurowy 5 we fragmencie nie wyposażonym w otwory wylotowe 6 dla gazu wyprowadzony jest poza elastyczną, foliową komorę 2 i przyłączony jest do zespołu wentylatora 8, przyłączonego pośrednio poprzez wymiennik ciepła 12 i poprzez układ rur do górnej strefy elastycznej komory 2.

Przy czym rurowy przewód 5 oraz balast 4 wykonane są jako wewnętrzna i zewnętrzna rura z jednego kawałka folii. Dzięki temu powietrze wydmuchiwane z rury generującej pianę nie jest w stanie jej podnieść, a w czasie przerw w generowaniu piany rura nie tonie. Powietrze do rury generującej pianę dostarczane jest poprzez rury połączone z wentylatorem 8, który zasysa powietrze z przegród 1, w których generowana jest piana.

Wydajność wentylatora dobrana jest w zależności od objętości napełnianych przegród, trwałości piany i czasu w którym muszą zostać napełnione przegrody, co opisuje wzór:

$$W_w \geq \frac{Op}{T_n} \cdot \frac{2}{T_p} \quad [1]$$

w którym:

W_w – wydajność wentylatora, czyli ilość tłoczonego powietrza lub innego gazu (m³·h⁻¹)

Op – objętość przegród do których tłoczone jest powietrze lub innych gaz (m³);

T_p – trwałość piany, jako czas w którym 50% objętości piany zanika (h);

T_n – czas w którym puste przegrody muszą zostać napełnione pianą (h).

Trwałość piany zależy przede wszystkim od składu płynu pianotwórczego, jego stężenia, temperatury w przegrodzie i promieniowania słonecznego. Korzystnie gdy trwałość piany wyznaczona jest dla określonego płynu pianotwórczego i jego stężenia w warunkach w których piana jest najmniej trwała np. silne promieniowanie słoneczne i wysoka temperatura w przegrodzie. Możliwe jest wykorzystanie różnych płynów pianotwórczych pod warunkiem, że trwałość piany będzie co najmniej taka sama lub większa od trwałości piany przyjętej od wyznaczenia wydajności wentylatora.

Ciśnienie powietrza wytwarzane przez wentylator jest większe niż straty ciśnienia na skutek oporu rur doprowadzających powietrze, wymiennika ciepła, rur generujących pianę w tym otworów wylotowych w tejże rurze, jak również głębokości jej zanurzenia w płynie pianotwórczym, co wyraża wzór:

$$P_w > R_r + R_w + R_g + 10 \cdot G_z \quad [2]$$

w którym:

- P_w – ciśnienie powietrza lub innego gazu, które musi być wytworzone przez wentylator (Pa);
- R_r – straty ciśnienia na rurociągach doprowadzających powietrze do rury generującej pianę (Pa);
- R_w – straty ciśnienia na wymienniku ciepła (Pa);
- R_r – straty ciśnienia na rurach generujących pianę (Pa);
- G_z – maksymalna głębokość zanurzenia w płynie pianotwórczym otworów wylotowych powietrza w rurze generującej pianę (mm), zazwyczaj 10–40 mm.

W szczególności dla piany o trwałości 60 minut, wentylator dostarcza co najmniej objętość powietrza równą objętości przegrody.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach polegający na tym, że w przegrodzie (1), wyposażonej w co najmniej jedną, korzystnie elastyczną komorę (2), umieszcza się środek pianotwórczy (3), korzystnie w formie ciekłej i spienia się go, **znamienny tym**, że w środku pianotwórczym (3) umieszcza się wyposażony w co najmniej jeden balast (4), co najmniej jeden, przewód rurowy (5) z umieszczonym w jego dolnej strefie, w pobliżu co najmniej jednego balastu (4), co najmniej jednym otworem (6), a następnie wprowadza się przez przewód rurowy (5) powietrze lub mieszaninę gazów lub sam gaz, w szczególności wybrany spośród powietrza, dwutlenku węgla, gazów obojętnych lub gazów szlachetnych, aż do co najmniej częściowego wypełnienia komory (2) pianą (7).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że co najmniej jeden otwór (6) umieszczony w dolnej strefie przewodu rurowego (5) wykonany jest jako zawór, balast (4) ma regulowaną wyporność, a elastyczna komora (2) ma w swojej górnej strefie, wytworzony co najmniej jeden wentyl lub zawór nadmiarowy redukujący ciśnienie.
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że wprowadzanie gazu do przewodu rurowego prowadzi się za pomocą wentylatora (8), a ilość nadmuchiwanego do przewodu rurowego gazu jest większa niż straty wynikające z odprowadzanego przez wentyl lub zawór redukcyjny gazu,
4. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamienny tym**, że gaz znajdujący się w obiegu przed przejściem przez zespół wentylatora prowadzi się przez wymiennik ciepła (12) i w zależności od warunków klimatycznych w budynku schładza lub ogrzewa, a przestrzeń komory (2), jakiej nie wypełnia się pianą (7) dodatkowo wentyluje się.
5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że przestrzeń komory (2), jakiej nie wypełnia się pianą (7) dodatkowo wentyluje się w sposób ciągły.
6. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5, **znamienny tym**, że elastyczną komorę (2) przed wytworzeniem piany (7) nakłada się od strony zewnętrznej na elementy konstrukcji budynku w zamian typowej pojedynczej przegrody.
7. Urządzenie do generowania piany dla izolacji termicznej przegród, zwłaszcza w szklarniach, tunelach foliowych oraz innych budowlach zawierający umieszczony w co najmniej jednej komorze przewód rurowy (5), **znamiennie tym**, że przewód rurowy (5) ma co najmniej pojedynczą ściankę i wyposażony w co najmniej jeden balast (4), jaki umieszczony jest we wnętrzu przewodu rurowego (5), ograniczony jest wewnętrznymi ściankami (9) przewodu rurowego (5) i zamocowany jest do dna tego przewodu (5), a w bezpośredniej bliskości miejsca zamocowania balastu (4) w zewnętrznej powłoce przewodu rurowego (5) umieszczony jest co najmniej jeden otwór wylotowy (6) dla gazu, a balast (4) ograniczony jest wewnętrznymi ściankami (9) przewodu rurowego (5), zamocowany do dna przewodu (5), a przewód rurowy (5) we fragmencie nie wyposażonym w otwory wylotowe (6) dla gazu wyprowadzony jest poza elastyczną komorę (2) i przyłączony jest do zespołu wentylatora (8).

8. Urządzenie według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że komora (2) jest komorą elastyczną, a balast (4) umieszczony we wnętrzu przewodu rurowego (5) ma postać elastycznej rury wypełnionej obciążeniem, a w górnej wewnętrznej przestrzeni balastu (4) zamocowana jest lekka, wodoodporna i nienasiąkliwa pianka (11), jakiej wyporność jest co najmniej równa ciężarowi obciążenia (10) umieszczonego w balaście (4).
9. Urządzenie według zastrz. 7 albo 8, **znamiennie tym**, że balast (4) przewodu rurowego (5) wypełniony jest cieczą, w szczególności wodą.
10. Urządzenie według zastrz. 7 albo 8 albo 9, **znamiennie tym**, że przewód rurowy (5) przyłączony jest do wentylatora (8) jaki pośrednio poprzez wymiennik ciepła (12) i poprzez układ rur przyłączony jest do przewodu czerpального w górnej strefie elastycznej komory (2).
11. Urządzenie według zastrz. 7 albo 8 albo 9 albo 10 **znamiennie tym**, że rurowy przewód (5) oraz balast (4) wykonane są jako wewnętrzna i zewnętrzna rura z jednego kawałka folii.

Rysunki

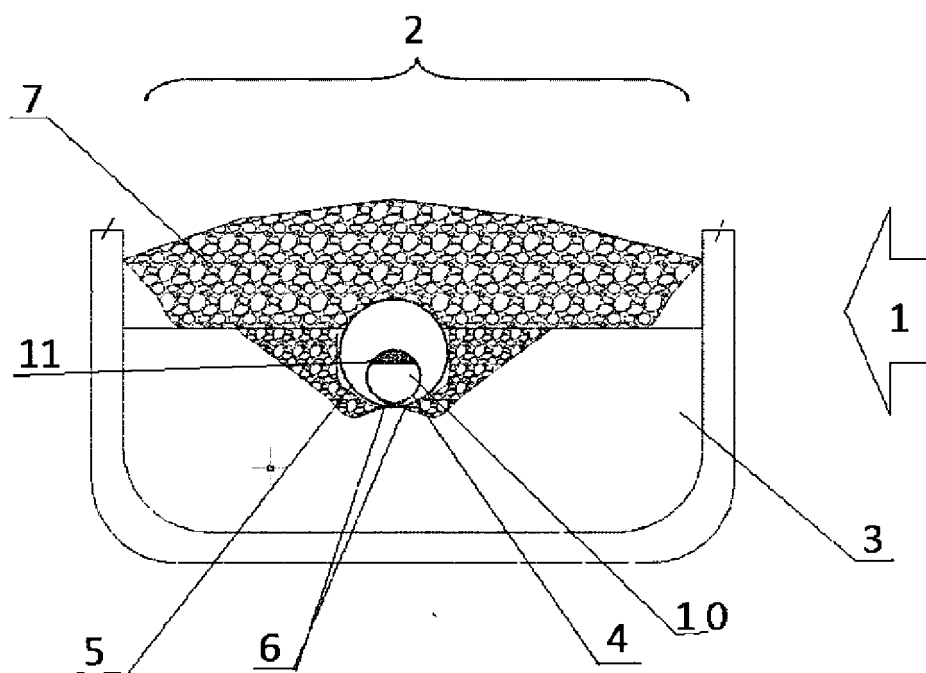


fig.1

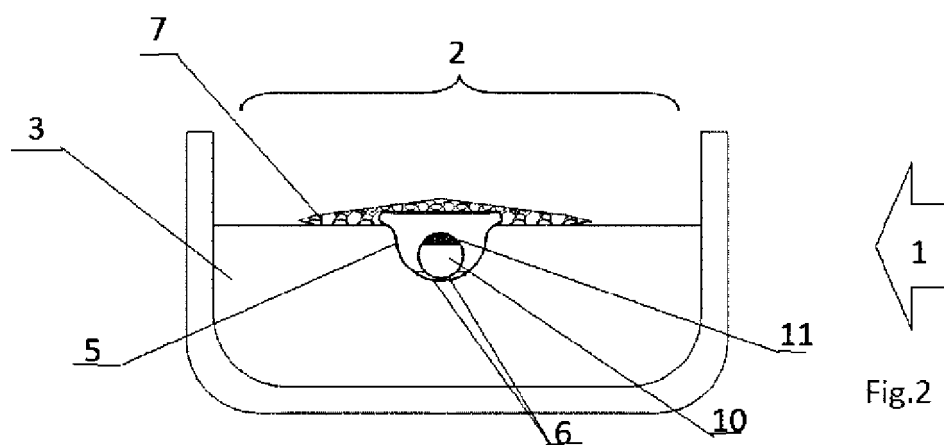


Fig.2

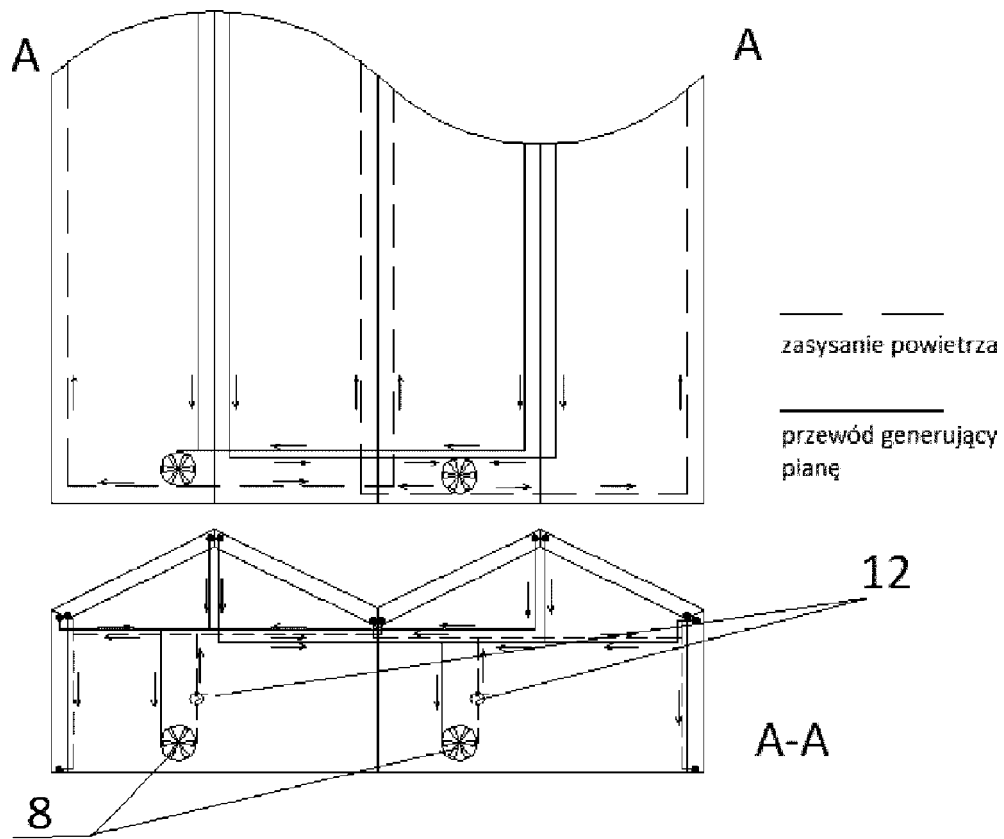


fig. 3