

mgr inż. Krzysztof Patoka¹⁾

Badanie połączenia MWK z natryskowymi piankami PUR

Natryskowe pianki poliuretanowe (PUR), to materiały termoizolacyjne, które w Polsce pojawiły się po raz pierwszy w latach dziewięćdziesiątych XX wieku, ale wtedy nie miały odpowiedniej ognioodporności. Obecnie, ich udoskonalone wersje, są stosowane przede wszystkim na dachach pochyłych w indywidualnym budownictwie mieszkaniowym (fotografia). Najczęściej są tam natryskiwane pianki otwartokomórkowe (OKPUR). W „Materiałach Budowlanych” pisałem już o tych produktach wielokrotnie [1, 2], zwracając uwagę na to, że firmy natryskujące piankę nie zalecają, a wręcz zniechęcają do stosowania warstwy paroizolacyjnej w dachach ocieplanych piankami OKPUR. Ich argumenty są różne, ale najczęściej powtarzanym jest to, że za pomocą pianek łatwo uzyskuje się szczelność powietrzną dachu i to wystarczy. Jest to rzeczywista zaleta tej metody, ale jest ona prawdziwa tylko przy starannym, umiejętnym wykonaniu natrysku. Wtedy rzeczywiście poddasze jest oddzielone od atmosfery szczelną barierą uniemożliwiającą ucieczkę ciepła przez szczeliny na połączeniu dachu z murami i wszelkimi przejściami przez pokrycia (kominy, okna itp.). **Paroizolacje**, zgodnie z nazwą, pełnią jednak jeszcze jedną ważną funkcję, a mianowicie **ograniczają dopływ pary wodnej do termoizolacji i konstrukcji dachu**. Jest to ważne w przypadku pianek natryskowych OKPUR, które charakteryzują się współczynnikiem oporu dyfuzyjnego $\mu = 2 \div 4$ (bezwymiarowy) [3]. Są więc materiałem łatwo przenoszącym parę wodną i z tego powodu, przy braku paroizolacji w dachu, na górnej granicy ich warstwy, podlegającej ochłodzeniu, pojawia się skroplona para wodna.

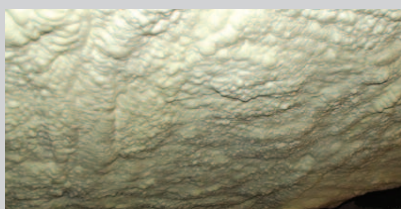
Pianki OKPUR są w Polsce powszechnie stosowane już przeszło 5 lat. W bardzo wielu dachach z pokryciami uszczelnionymi MWK (membranami wstępnego krycia) nastąpiło wypchnięcie tych membran w stronę łąt. To ogranicza ruch powietrza płynącego wzdłuż kontrłat, co zawsze minimalizuje skuteczność wentylowania pokrycia i często powoduje powstawanie skroplin. W efekcie rozpowszechniania się róż-

nych teorii wyjaśniających te zjawiska, często stawiane były i są pytania dotyczące współpracy wysokoparoprzepuszczalnych membran z natryśniętymi na nie piankami OKPUR. W związku z tym firma Marma Polskie Folie Sp. z o.o. postanowiła zbadać przepływ pary wodnej przez laminat (MWK + OKPUR) utworzony po natryśnięciu pianki. Tak się złożyło, że poproszono mnie o zorganizowanie wykonania natrysku oraz o zaplanowanie takiego badania. W rezultacie powstały laminaty z natryśniętej pianki OKPUR i ZKPUR (zamkniętokomórkowe poliuretany) na membranach o różnej gramaturze i na włókninach polipropylenowych typu spun-bond. Wszystkie te laminaty zostały zbadane w firmowym laboratorium, gdzie wyznaczono ich równoważną dyfuzyjnie grubość powietrza S_d (tabela 1) wg zasad określonych w PN-EN ISO 12572 zestaw C [4]. W celu lepszej oceny uzyskanych wyników badania wykonano dwa rodzaje próbek o różnej grubości pianki, tzn. 10 i 20 mm. Sposób wykonania badania określony jest normami dopuszczającymi MWK do sprzedaży i został wykonany w urządzeniu, do którego można włożyć próbki o maksymalnej wysokości 20 mm. Z tego powodu trzeba je było przecinać do tej wysokości.

Z danych zaprezentowanych w tabeli 1 wynika, że laminaty mają zdecydowanie większe wartości współczynnika S_d niż membrany. Przypomnę, że im większy jest ten współczynnik, tym paroprzepuszczalność jest mniejsza. W przypadku laminatów zawierających OKPUR o grubości 10 mm średnia wartość S_d wynosi 0,974 m, a przy grubości 20 mm – 0,955 m. Jest to relacja odwrotna do spodziewanej, ponieważ cieńsza warstwa pianki stawia parze wodnej większy opór niż gruba. Wynika to z badania laminatu na bazie membrany 185 g/m² (tabela 1), który zakłóca tę relację. To nie jest błąd pomiarowy, ponieważ membrany mają zróżnicowane parametry, co wynika z ich budowy (włókniny spun-bond + film funkcyjny). Różnice te w różnych miejscach sięgają kilkudziesięciu procent. To samo dotyczy pianek, które są układane warstwowo i na ich przekroju są wyraźne granice tych warstw. Natomiast średnia wartość S_d wszystkich membran wynosi 0,023 m (tabela 1). Natryśnięcie pianki OKPUR powoduje więc czterdziestokrotne pogorszenie paroprzepuszczalności takiego laminatu w porównaniu z MWK (odpowiednio 42 w przypadku pianki grubości 10 mm i 42 przy 20 mm). Najciekawsze jest to, że w przypadku pianki ZKPUR (tabela 1), to pogorszenie jest zdecydowanie mniej-

Tabela 1. Współczynnik S_d badanych laminatów w zależności od ich budowy i składu

Budowa laminatu	Membrana [g/m ²]					Włóknina [g/m ²]	
	115 + OKPUR	145 + OKPUR	185 + OKPUR	265 + OKPUR	135 + ZKPUR	100 + OKPUR	60 + OKPUR
Same membrany	0,019	0,021	0,013	0,040	0,014	nie dotyczy	nie dotyczy
Membrana z pianką PUR 10 mm	0,956	0,792	1,264	0,885	0,404		
Membrana z pianką PUR 20 mm	1,048	1,036	0,744	0,991	0,414	0,061	0,069



W tym dachu pianka OKPUR urosła i wypchnęła MWK pod kontrłaty, zamykając przepływ powietrza. Jest to poddasze nieużytkowe

nych teorii wyjaśniających te zjawiska, często stawiane były i są pytania dotyczące współpracy wysokoparoprzepuszczalnych membran z natryśniętymi na nie piankami OKPUR. W związku z tym firma Marma Polskie Folie Sp. z o.o. postanowiła zbadać przepływ pary wodnej przez laminat (MWK + OKPUR)

¹⁾ Rzeczoznawca Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych; patoka.k54@gmail.com

Tabela 2. Obliczony współczynnik Sd [m] pianki OKPUR z naskórkami i samego naskórka

Budowa laminatu	Membrana [g/m ²]				Wartość średnia	Pianka OKPUR bez naskórka	Uwagi
	115 + OKPUR	145 + OKPUR	185 + OKPUR	265 + OKPUR			
Różnica między Sd laminatu (o grubości 10 i 20 mm) i Sd membran wg tabeli 1							
Pianka PUR 10 mm z naskórkami	0,937	0,771	1,251	0,845	0,95		
Pianka PUR 20 mm z naskórkami	1,029	1,015	0,731	0,951	0,93	0,064	próbka wycięta ze środka
Różnica między Sd pianki OKPUR z naskórkami (o grubości 20 mm) i Sd OKPUR (bez naskórka)							
Naskórek pianki OKPUR z próbki 20 mm	0,965	0,951	0,667	0,887	0,87		

sze: odpowiednio 29 przy grubości 10 mm i 30 razy przy grubości 20 mm. Powód jest łatwo ustalić, patrząc na wielkość Sd laminatów wykonanych na bazie włóknin. Średnia Sd wynosi w ich przypadku 0,065 m (tabela 1), a więc są wysokopropuszczalne i ich paroprzepuszczalność jest 15 razy większa niż laminatów OKPUR z MWK.

Pianki PUR są formowane na budowie z surowców natryskiwanych z dysz pod ciśnieniem, które reagując ze sobą, tworzą struktury gąbczaste o otwartych lub zamkniętych komórkach. Wytwarzane w trakcie tego procesu gazy uczestniczą w procesie tworzenia komórek. Zawsze jest ich nadmiar, ponieważ gwarantuje to szybkie powstawanie pianek, ale jednocześnie powoduje ich ulatnianie się na zewnątrz wytwarzanych pianek. W przypadku, gdy są one blokowane przez materiały, na które są natryskiwane piany, to najwyraźniej powodują powstawanie mocnej warstwy granicznej (to jest moja interpretacja). Tworzy się w ten sposób rodzaj naskórka, który ma inną budowę niż pianki. Wszystko wskazuje na to, że ten naskórek znacznie opóźnia przepływ pary wodnej. W przypadku natrysku na włókninach następuje odgazowanie i nie powstaje naskórek o takiej gęstości jak pod MWK i np. pod deskowaniem.

W celu uzyskania wielkości współczynnika Sd [m] samego naskórka wykonano pomiar Sd próbki wyciętej ze środka natrysku – bez MWK i bez naskórka. Uzyskano wartość 0,064 m, z której można wyliczyć współczynnik oporu dyfuzyjnego tej pianki za pomocą wzoru: $\mu = Sd/h$. W przypadku badanej pianki OKPUR $\mu = 0,064 \text{ m}/0,02 \text{ m} = 3,2$. To zgadza się z danymi podawanymi przez wielu wykonawców i stowarzyszenie SIPUR. Wartość średnia Sd naskórka wynosząca 0,87 jest wielkością orientacyjną, ponieważ przeprowadzone badania miały charakter wstępnych prób zmierzających jedynie do określenia charakteru wstępnych prób zmierzających do określenia przyczyny i skali spadku paroprzepuszczalności połączenia MWK z natryśniętymi na nie piankami OKPUR. Nie szacowałem poziomu błędu wyliczeń wynikającego ze zmienności parametrów obu materiałów, ale na podstawie tych badań można

stwierdzić, że naskórek z cenniejszej warstwy PUR, powstający między MWK a pianką, ma Sd na poziomie 0,8 – 0,9 m. To stwarza podstawy do sformułowania bardzo istotnych zaleceń dotyczących tej technologii. Na pewno warto rozszerzyć badania o większą liczbę próbek oraz sprawdzić wpływ obserwowanego naskórka istniejącego między kolejnymi warstwami pianki OKPUR natryskiwanej skośnie do powierzchni MWK.

Wnioski

Opisane wyniki pochodzą z badania polegającego na wykonaniu natrysku i pomiarów współczynnika Sd (równoważnej dyfuzyjnie grubości powietrza) przygotowanych próbek. Badanie to było ograniczone pod względem liczby pomiarów możliwych do wykonania w laboratorium. Dzięki nim można sobie wyrobić pogląd dotyczący zjawisk zachodzących w trakcie natryskiwania pianek OKPUR i zmian, jakie powodują w systemie materiałowym poddasza ocieplonego piankami. Z porównania dolnej powierzchni wykształconej już pianki z opisywanym naskórkami występującym pod MWK można się spodziewać, że rozkład właściwości dyfuzyjnych pianek OKPUR jest niekorzystny dla zjawisk wilgotnościowo-ciepłych zachodzących w tej warstwie termoizolacji na poddaszach. Najprawdopodobniej opór dyfuzyjny dolnej, wewnętrznej granicy pianki jest mniejszy od oporu naskórka pod MWK (lub deskami). Niezbędnym zabiegiem ratującym ten rozkład dyfuzyjności jest nałożenie na OKPUR natryskowej folii paroizolacyjnej.

Ciekawe wnioski nasuwają się z badania laminatu MWK 135 g/m²+ ZKPUR. Były wykonane tylko dwa pomiary laminatu o różnej grubości (tabela 1). Jego współczynnik Sd jest dwa razy mniejszy niż laminatu z OKPUR (0,4 m do 0,8 – 0,9 m). Sugeruje to, że inny skład chemiczny wytwarzanych in situ pianek ZKPUR niż pianek OKPUR powoduje powstawanie zupełnie innego naskórka, który w dużo mniejszym stopniu zmniejsza paroprzepuszczalność laminatu niż w przypadku laminatu z OKUR. Liczba przeprowadzonych prób z ZKPUR nie upoważnia do sformułowania ostatecznych wniosków, ale to zestawienie jest ciekawe.

Fot. autor

Literatura

- [1] Patoka K. PIR/PUR – nowość nierozpoznana. Materiały Budowlane. 2017; 540 (8): 200 – 202.
- [2] Patoka K. Kontrowersje wokół natryskowych pianek PUR. Materiały Budowlane. 2018; 549 (5): 82 – 85.
- [3] BING Federation of European Rigid Polyurethane Foam Associations. Thermal insulation materials made of rigid polyurethane foam (PUR/PIR). Properties – Manufacture. 10.2006. Report nr 1.
- [4] PN-EN ISO 12572:2016-10 (wersja angielska) „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe materiałów i wyrobów budowlanych – Określanie właściwości związanych z transportem pary wodnej – Metoda naczynia”.

Podziękowanie

Dziękuję mgr inż. Sylwii Rębisz, kierującej Laboratorium Zakładowym MARMA POLSKIE FOLIE w Nowej Dębie, za pomoc i zaangażowanie w przeprowadzeniu badań oraz udostępnienie ich wyników.

Partner działu:

Fakro Sp. z o.o.
www.fakro.pl

 FAKRO®