

Zagadnienia trwałości pokryć dachowych w głównych budynkach elektrowni



dr hab. inż.
EUGENIUSZ HOTAŁA PROF. PWR
Politechnika Wrocławska
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
ORCID: 0000-0003-2286-8436

W pracy zaprezentowano niektóre przypadki uszkodzeń dachowych pokryć papowych oraz pokryć z pianki poliuretanowej (PUR) w budynkach kotłowni i maszynowni oraz w innych obiektach. Szczególną uwagę zwrócono na dużą wrażliwość pokryć z pianki PUR na czynniki mechaniczne i termiczne.

W e wzniesionych w latach 60. i 70. budynkach głównych polskich elektrowni dość powszechnie w konstrukcjach dachowych stosowano żelbetowe płyty korytkowe lub panwiowe, na których układano płyty paździerzowe lub płyty wiórowo-cementowe i pokrywano je kilkoma warstwami papy bitumicznej (fot. 1.). Pokrycia papowe, w przypadku wykorzystywania potłuczki dachowej przez ekipy remontowe jako składowiska materiałów i niekiedy place budowy, ulegały szybkiemu zużyciu oraz uszkodzeniom. Z tego powodu musiały być często remontowane. Niestety na ogół nie zrywano zużytych warstw papy, ale dokładano kolejne, zwiększając przez to ciężar pokrycia.

W wielu budynkach głównych elektrowni (maszynownie, kotłownie, zasobniki węgla itp.) wymieniano pokrycia dachowe podczas prac modernizacyjnych bloków energetycznych. W takich sytuacjach stosowano na ogół lekkie przekrycia dachowe, używając jako konstrukcji nośnych giętych na zimno

blach fałdowych lub korytkowych paneli stalowych, na których układano wełnę mineralną oraz papę lub folię dachową PVC. W ostatnich latach dość często stosowano natryski z pianki PUR zamiast wełny mineralnej i papy.

Niestety nierzadko zdarza się, że wykonane w ostatnich latach pokrycia dachowe z pianki PUR mają bardzo małą trwałość i wymagają częstych remontów. W pracy zaprezentowano przykłady uszkodzeń pokryć dachowych głównych budynków kilku elektrowni, po krótkim okresie ich eksploatacji, a także wskazano prawdopodobne przyczyny tych uszkodzeń.

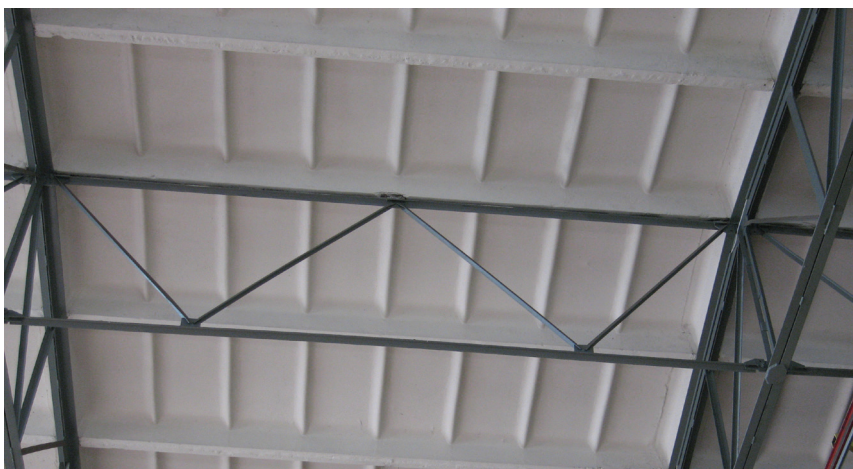
Uszkodzenia pokryć papowych na wełnie mineralnej

W przypadku zastosowania pokrycia papowego lub z różnego rodzaju folii dachowych na płytach z wełny mineralnej [1] należy mieć na uwadze małą odporność takiego pokrycia na uszkodzenia mechaniczne. W każdej elektrowni dachy budynków wykorzystuje się w różnym stopniu jako miejsca do składania sprzętu i materiałów budowlanych

podczas prowadzenia okresowych lub awaryjnych remontów w przylegających obiektach. Na każdym z dachów budynków głównych zamontowane są ponadto różne instalacje i urządzenia technologiczne, które wymagają bieżących przeglądów oraz konserwacji (fot. 2.). Jeśli projektant przewidział wykonanie specjalnych podestów i przejść dla ekip technicznych na dachach papowych (fot. 2.), to takie pokrycie ma większą trwałość, gdyż jest mniej narażone na uszkodzenia mechaniczne. Podesty utrudniają wprawdzie spływ wody deszczowej do rynien lub koryt dachowych, lecz nie jest to szczególnie istotny problem, jeśli wykonuje się okresowe oczyszczanie krawędzi pomostów z pyłu i porastającej lokalnie trawy.

W wykonywanych dawniej dachach budynków kotłowni przewidywano potrzebę okresowego wykorzystania części dachu na potrzeby prac remontowych urządzeń technologicznych wewnątrz budynku. Stosowano wówczas specjalne podesty robocze dla tych celów o odpowiedniej nośności, montowane np. z krętek pomostowych nad papowym pokryciem dachowym (fot. 3.). Takie rozwiązania były bardzo korzystne dla zapewnienia trwałości pokrycia. Niestety aktualnie projektanci już ich nie stosują.

Oczywistą potrzebą w przypadku każdego pokrycia papowego na płytach z wełny mineralnej jest jego okresowa konserwacja oraz remonty. Zaniedbania w tym zakresie skutkują pęknięciami papy, zawilgacaniem wełny mineralnej i rozwojem w niej pleśni oraz utratą właściwości izolacyjnych. Skutki zaniedbań w tym zakresie pokazano na fot. 4., gdzie na pokryciu porastała trawa. W takim przypadku podczas remontu dachu konieczna będzie wymiana całej wełny mineralnej i być może nawet blachy fałdowej pod tą wełną, gdyż mogła ona ulec korozji wskutek zalewania wodą opadową.



Fot. 1. Stalowa konstrukcja dachowa z żelbetowymi płytami panwiowymi w budynku magazynowym elektrowni eksploatowanym od lat 60. XX wieku

Uszkodzenia pokryć dachowych z pianki PUR

Bardzo popularnym rozwiązaniem w remontowanych i w nowych pokryciach dachowych budynków elektrowni jest stosowanie wielowarstwowego hydrodynamicznego natrysku sztywnej pianki poliuretanowej (PUR) z lakierowaniem farbą odporną na promieniowanie UV. Izolacje natryskowe z pianek PUR są popularne nie tylko w budownictwie przemysłowym, a ich najważniejsze zalety i wady są ogólnie znane [2].

W pokryciach dachowych budynków elektrowni stosowana jest lekka pianka zamkniętokomórkowa o dobrej izolacyjności termicznej. Pianka ta nie jest paroprzepuszczalna i ma bardzo wysoką odporność na przenikanie wody. Aplikowana jest ona jako ciecz, a podczas bardzo szybkiego wysychania powiększa swoją objętość ok. 30 razy, tworzy bardzo twarde i monolityczne pokrycie dachowe. Pianka nie jest odporna na działanie promieni UV, dlatego jest pokrywana specjalną farbą odporną na to promieniowanie. Pianka ma dobre właściwości adhezyjne do betonu, stali i starych pokryć bitumicznych, stąd jej duża popularność.

Na podstawie przeglądu wielu dachów budynków elektrowni z pokryciem pianką PUR pojawiają się jednak wątpliwości, czy pianka ta nadaje się do pokryć o dużym obciążeniu termicznym, a takie występują m.in. w budynkach kotłowni.

Jeśli na dachu znajdują się wyrzutnie gorącej pary wodnej, która skrapla się bezpośrednio na pokryciu z pianki PUR, to nieuchronna jest szybka i poważna destrukcja tego pokrycia, a taki realny przypadek przedstawiono na fot. 5. Wysoka temperatura powietrza pod połacią dachową może sprzyjać zjawisku lokalnego odspojenia się pianki PUR od stalowych paneli korytkowych lub blach faldowych dachu, a występujące zawsze duże naprężenia ściskające w warstwie pianki spowodują jej wybrzuszenia i pofalowanie (wyboczenie), co widać na fot. 6., gdzie wysokość fali wynosiła ok. 20 cm. Przyczyną odspajania się warstwy pianki od blach pokrycia może być także niestaranne oczyszczenie powierzchni tych blach przed nałożeniem pianki PUR lub nakładanie jej po opadach deszczu.

Technologia nakładania pokrycia z pianki PUR przewiduje układanie pokrycia w kilku cienkich warstwach. Jeśli pomiędzy nakładaniem kolejnych warstw dojdzie do ich zawilgocenia z powodu zmiennych warunków atmosferycznych lub wyrzutów pary wodnej z instalacji technologicznych, to istnieje duże ryzyko, że warstwy te będą się odspajać od siebie (fot. 7.). Takie rozwarstwione pokrycie jest narażone na uszkodzenia pod wpływem czynników mechanicznych, występujących podczas wykorzystywania połaci dachowej w trakcie różnych prac remontowych realizo-



Fot. 2. Pokrycie papowe na wełnie mineralnej z podestami roboczymi na dachu budynku kotłowni



Fot. 3. Specjalny podest roboczy z krętek pomostowych nad papowym pokryciem dachu budynku kotłowni



Fot. 4. Mocno zniszczone pokrycie papowe na wełnie mineralnej w budynku zasobnika węglowego

wanych w sąsiedztwie. W przypadku uszkodzenia pokazanego na fot. 8. mogło dojść do lokalnego zamknięcia niewielkiej ilości wody pod jedną z warstw pianki PUR podczas jej natryskiwania i jej zamarznięcia w okresie zimowym. Podczas nakładania kolejnych

warstw pokrycia (fot. 9.) w powietrzu jest zwykle dużo wilgoci, pochodzącej z pobliskich chłodni kominowych oraz wyrzutni pary, co nie sprzyja właściwej adhezji pomiędzy poszczególnymi warstwami pianki PUR (fot. 9.), nawet w dni bez opadów atmosferycznych.



Fot. 5. Zniszczone pokrycie z pianki PUR przy wyrzutniach pary w budynku kotłowni



Fot. 6. Znaczne wyrzuszenia i pęcherze pianki PUR w pokryciu dachu budynku kotłowni



Fot. 7. Rozwarstwienie i uszkodzenia pianki PUR w pokryciu dachu budynku maszynowni

Jest to z pewnością ważny czynnik, utrudniający właściwe wykonanie pokrycia i przyczyniający się do jego uszkodzeń, które pokazano na fot. 7. i 8.

Należy wziąć pod uwagę, że uszkodze-

nia pokrycia z pianki PUR, pokazane na fot. 5-8., występowały już nawet po 2-3 latach od jej wykonania, a więc bardzo szybko. Należy dodać, że wykonawcy dają na ogół 10-letni okres gwarancji.

Pokrycia dachowe z dwóch warstw blachy faldowej

W wielu obiektach przemysłowych do wykonania ocieplonych pokryć dachowych stosuje się następujący zestaw: blacha faldowa na płatwiach + folia paroizolacyjna + profile dystansowe + wełna mineralna + wierzchnia blacha faldowa. Takie pokrycia są bardzo trwałe, jeśli nie wykorzystuje się ich intensywnie jako ciągów komunikacyjnych. Wykorzystywanie takich potaci dachowych do prac remontowych w otaczających obiektach może skutkować trwałymi uszkodzeniami mechanicznymi górnych blach trapezowych, dlatego nie są one na ogół stosowane w budynkach maszynowni i kotłowni. Taki przykład pokrycia dachu z wierzchnią blachą faldową pokazano na fot. 10. Jest to dach nieczynny już budynku kotłowni, na który bardzo rzadko wchodziły ekipy remontowe.

Podsumowanie

Pokrycia dachowe w głównych budynkach elektrowni, poza swoją podstawową funkcją, często pełnią także dodatkową rolę – jako składowiska materiałów oraz place manewrowe dla ekip remontowych prowadzących roboty w sąsiadujących obiektach. W związku z tym są narażone na różne uszkodzenia mechaniczne i szybkie zużycie, nawet jeśli stosuje się specjalne gumowe maty lub drewniane podesty zabezpieczające.

Stosowana w ostatnich latach na pokrycia dachowe budynków kotłowni i maszynowni pianka PUR jest bardzo wrażliwa na wysoką temperaturę pary wodnej, która na te dachy oddziałuje z wyrzutni technologicznych (fot. 5., 9.). Od spodu pokrycia pianka narażona jest też na wysoką temperaturę powietrza nad kotłami energetycznymi. Warunki zewnętrzne podczas wykonywania pokrycia PUR na tych budynkach są na ogół niekorzystne, gdyż nawet w pogodny dzień w powietrzu jest dużo pyłu i wilgoci, która pochodzi z sąsiednich chłodni kominowych i wyrzutni pary wodnej. Proces nakładania kolejnych warstw pianki PUR wymaga dobrze oczyszczonego i suchego podłoża, co nie jest łatwo uzyskać.

Badania nośności i trwałości pianki PUR jako materiału izolacyjnego, a nawet konstrukcyjnego, opisane są m.in. w pracach [3, 4, 5]. Nie ma jednak jak dotąd badań trwałości różnych pianek PUR w dość ekstremalnych warunkach oddziaływań mechanicznych i termicznych, jakie występują szczególnie w budynkach kotłowni i maszynowni w zakładach energetycznych. Trzeba podejmować te badania, a w oczekiwaniu na ich wyniki projektanci takich pokryć dachowych powinni w miarę możliwości uwzględnić występowanie destrukcyjnych oddziaływań przedstawionych w niniejszym artykule. Pracownicy nadzoru robot budowlanych przy układa-

niu pianki PUR powinni kontrolować jakość oczyszczenia podłoża oraz jego wilgotność.

Pokrycia z papy lub folii PVC, ułożone na wełnie mineralnej, wydają się być dobrym rozwiązaniem, alternatywnym do pokryć z pianki PUR w dachach narażonych na różne ekstremalne czynniki termiczne i mechaniczne. Nad takimi pokryciami dachowymi należy oczywiście zastosować drewniane podesty dachowe, wykładziny gumowe lub specjalne platformy robocze, na przykład takie, które pokazano na fot. 3.

Literatura

- [1] Byrdy C., Pokrycia dachów płaskich, „Inżynier Budownictwa” nr 6/2013, s. 62–69.
- [2] Matusiak A., Szafran J., Pianka PUR jako nowoczesny materiał izolacyjny w budownictwie, „Inżynier Budownictwa”, nr 5/2019, s. 70–75.
- [3] Marsavina L., Linula E., Voiconia T., Sadowski T., A comparison between dynamic and static fracture toughnesses of polyurethane foams, *Polymer Testing*, 32 (2013) p. 673–680, DOI: 10.1016/j.polymeresting.2013.03.013.
- [4] Marsavina L., Constantinescu D.M., Linul E., Stuparu F.A., Apostol D.A., Experimental and numerical crack paths in PUR foams, „Engineering Fracture Mechanics”, 167/2016, p. 68–83, DOI: 10.1016/j.engfracmech.2016.03.043.
- [5] Aliha M.R.M., Mousavi S.S., Bahmani A., Linul E., Marsavina L., Crack initiation angles and propagation paths in polyurethane foams under mixed modes I/II and I/III loading, *Theoretical and Applied Fractures Mechanics*, 101/2019, p. 152–161, DOI: 10.1016/j.tafmec.2019.02.016.

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8804

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Hotała Eugeniusz, 2020, Zagadnienia trwałości pokryć dachowych w głównych budynkach elektrowni, „Builder” 04 (273).
DOI: 10.5604/01.3001.0013.8804

Streszczenie: Pokrycia dachowe głównych budynków elektrowni narażone są na różne niekorzystne oddziaływania mechaniczne i termiczne. W wielu przypadkach pokrycia te ulegają dość szybkiemu zużyciu lub różnorodnym uszkodzeniom. W pracy zaprezentowano niektóre przypadki uszkodzeń dachowych pokryć papowych oraz pokryć z pianki poliuretanowej (PUR) w budynkach kotłowni i maszynowni oraz w innych budynkach. Szczególną uwagę zwrócono na dużą wrażliwość pokryć z pianki PUR na czynniki mechaniczne i termiczne. Wskazano na potrzebę badań odporności pianek poliuretanowych na specyficzne czynniki występujące w dachach budynków elektrowni.

Słowa kluczowe: pokrycie dachowe, pianka poliuretanowa, trwałość obiektu, remont dachu

Abstract: Roof coverings of the main power plant buildings are exposed to various adverse mechanical and thermal impacts. In many cases, these coverings wear out quite quickly or are damaged in various ways. The paper presents some cases of damage of tarp coverings and polyurethane (PUR) foam coverings in boiler room and engine room buildings and other buildings. Special attention was paid to high sensitivity of PUR foam coverings to mechanical and thermal fac-



Fot. 8. Lokalne uszkodzenia pianki PUR w pokryciu dachu budynku maszynowni



Fot. 9. Końcowy etap nakładania pianki PUR na części dachu budynku maszynowni



Fot. 10. Pokrycie z blachy faldowej dachu nieczynnego budynku kotłowni

tors. The need to test the resistance of polyurethane foams to specific factors occurring in the roofs of power plant buildings was indicated.

Keywords: covering, polyurethane foam, durability, roof renovation