

Henryk KRAUSE, Jan MAJCHROWICZ,
Henryk NOWAK, Edward PICHOCKI

ZMIANA PRZEZNACZENIA MAGAZYNÓW PRZYCZYNA USZKODZEN STROPODACHÓW

Streszczenie. W artykule przedstawiono wpływ zmiany warunków eksploatacyjnych na uszkodzenia stropodachów pełnych w budynkach magazynowych. Podane wyniki badań stropodachów budynków magazynowych wskazują na konieczność przeprowadzenia analizy ciepłno-wilgotnościowej przy zmianie sposobu użytkowania, łączącej się ze zmianą parametrów mikroklimatu.

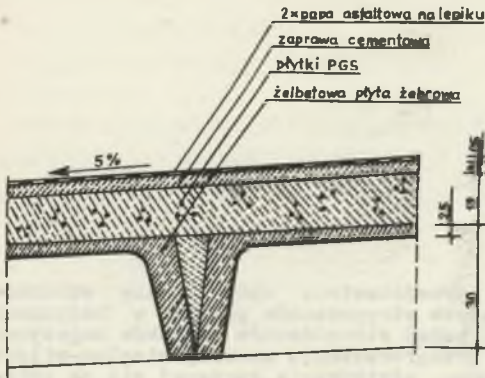
1. Wprowadzenie

Duże doświadczenie w projektowaniu i staranne wykonawstwo stropodachów nie wykluczają całkowicie możliwości ich uszkodzeń w przyszłości. W szczególności niewłaściwa eksploatacja prowadzi czasem do skutków tak poważnych, że wręcz uniemożliwiających dalsze korzystanie z danego obiektu. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest najczęściej nieświadomość użytkowników obiektu, że parametry mikroklimatu wewnętrznego nie mogą być dowolnie zastrzane, o ile nie było to uwzględnione na etapie projektowania.

Przedmiotem niniejszego artykułu są budynki magazynowe, projektowane z przeznaczeniem składowania suchych, praktycznie nie wpływających na mikroklimat, artykułów przemysłowych. Po wybudowaniu magazynów przeznaczenie ich zostało zmienione. W obiektach tych składowane są różne artykuły rolno-spożywcze, między innymi przetwory zbożowe, makarony oraz cukier. Produkty węglowodanowe muszą być przechowywane w ściśle określonych warunkach mikroklimatu, ustalonych w normach. Dla niektórych z tych artykułów normy dopuszczają znaczne wartości wilgotności względnej przy temperaturze $+15^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$, co w decydujący sposób wpłynęło na znaczną prężność pary wodnej wewnątrz obiektu - i było bezpośrednim powodem jego awarii.

2. Konstrukcja fizyczna badanych stropodachów i uszkodzenia

Przedmiotowe obiekty to hale żelbetowe - prefabrykowane jednokondygnacyjne, w których zastosowano stropodach pełny, którego budowę przedstawiono na rys. 1, z płytami żebrowymi, opartymi na dźwigarach strunobetonowych typowych, spoczywających na słupach żelbetowych.



Rys. 1. Struktura fizyczna stropodachu magazynu

kierunkach. Stan fizyczny podłoża pod papą w miejscach odkrywek wskazywał na nadmierne zawilgocenie materiału.

Od strony wnętrza magazynów stwierdzono ślady zacieków występujące głównie na styku płyt dachowych. Większe nasilenie zacieków zaobserwowano na połaciach pochylonych w stronę południową oraz w pomieszczeniach charakteryzujących się największą wilgotnością. Miejscowe zacieki wody, jak wynika z wyjaśnień użytkowników, najczęściej występują w 2-3 dni po intensywnych opadach, szczególnie w okresie letnim.

W początkowym okresie eksploatacji nasilenie zacieków było znacznie mniejsze.

3. Mikroklimat środowiska wewnętrznego

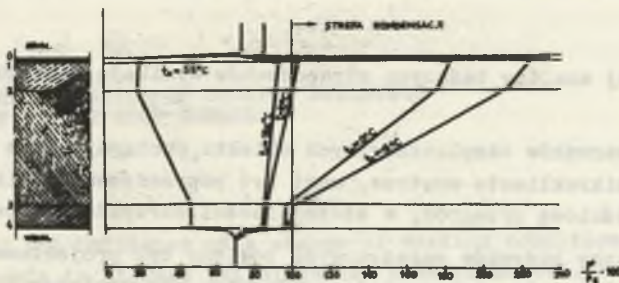
Podstawowe parametry mikroklimatu pomieszczeń magazynów przyjęto jako właściwe dla składowanych towarów (cukier, makaron, niektóre przetwory zbożowe itp.), - były przez użytkownika systematycznie rejestrowane i korygowane w celu utrzymania ich na wymaganym przepisami poziomie.

Na podstawie danych z okresu 3 lat użytkowania obiektu stwierdzono temperatury latem w granicach od $20,5^{\circ}\text{C}$ do $23,5^{\circ}\text{C}$, zaś zimą w zakresie od 14°C do 16°C .

Wilgotność względna w magazynach utrzymywana była na poziomie 75%. Zwiększenie wilgotności względnej było niedopuszczalne jako szkodliwe wpływające na składowane towary, co znajduje swoje uzasadnienie w normach PN-71/A-74017 [2] oraz PN-70/A-74860 [3].

4. Analiza ciepłno-wilgotnościowa

Dla początkowego okresu użytkowania, uwzględniając aktualną wilgotność materiału izolacyjnego, obliczony współczynnik przenikania ciepła wynosi $K = 1,56 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$. W warunkach istniejącego mikroklimatu, dla zastosowanego rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego (rys. 1), stwierdzono postępujące niekorzystne zmiany stropodachu. Różnice prężności rzeczywistych pary wodnej po obu stronach rozpatrywanej przegrody są znacznie większe w warunkach zimowych. Są one główną przyczyną narastającego zawilgocenia materiałów stropodachu, w szczególności PGS-u jako materiału izolacyjnego. Jak wynika z przeprowadzonych obliczeń [5], w pierwszym etapie eksploatacji występuje kondensacja pary wodnej wewnątrz przegrody przy temperaturach zewnętrznych $t_z \leq +10^\circ\text{C}$, przy czym okres kondensacji w ciągu roku trwa 7 miesięcy. Wykresy wilgotności względnej dla stanu początkowego przedstawiono na rys. 2. Ilość obliczonej wilgoci wykroplonej w tym okresie (od października do kwietnia) przekracza ilość wilgoci, jaka może wyschnąć w okresie pozostałym (od maja do września). Prowadzi to do zwiększenia się zawilgocenia stropodachu wraz z upływem czasu.



Rys. 2. Wykres $\frac{p}{p_g} \cdot 100$ dla stanu początkowego

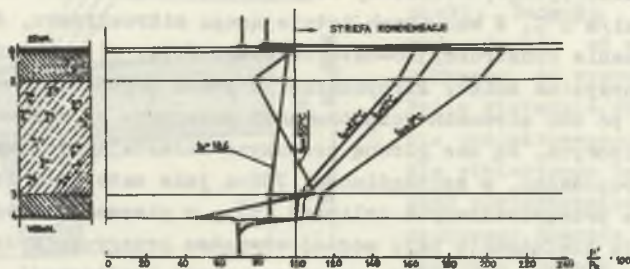
t_0 - temperatura zewnętrzna ($^\circ\text{C}$), p' - prężność pary wodnej (tor), p_g - prężność maksymalne pary wodnej (tor)

Po 3-letnim okresie eksploatacji nastąpił wzrost wartości współczynnika przenikania ciepła do $K = 2,12 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$. Dopuszczalna wartość współczynnika przenikania ciepła K stropodachu nad pomieszczeniami o wilgotności względnej $\varphi_w \geq 60\%$, obliczona zgodnie z normą [1] wynosi $0,6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$.

Dla istniejącej konstrukcji stropodachu magazynu dyfuzja pary wodnej i kapilarne przemieszczanie się kondensatu mogą odbywać się jedynie w kierunku do wnętrza pomieszczenia.

W warunkach silnego nagrzania górnych warstw przegrody wskutek insolacji, proces ten może doprowadzić do wykraplania się pary wodnej na styku płyty

dachowej i warstwy PGS-u (rys. 3). Woda ta przeciekając przez nieszczelności, szczególnie na złączach płyt, pojawia się na ich dolnej powierzchni.



Rys. 3. Wykres $\frac{p'}{p_g} \cdot 100$ po 3-letnim użytkowaniu obiektu

t_o - temperatura zewnętrzna ($^{\circ}\text{C}$), p' - prężność pary wodnej (tor), p_g - prężność maksymalna pary wodnej (tor)

5. Wnioski

Z dokonanej analizy badanych stropodachów wynikają następujące wnioski i zalecenia:

- 5.1. Zmiana warunków eksploatacyjnych obiektu, pociągająca za sobą znaczne zmiany mikroklimatu wnętrza, musi być poprzedzona analizą ciepłowo-wilgotnościową przegród, w szczególności stropodachów pełnych.
- 5.2. Stropodachy budynków magazynowych powinny być projektowane jako przegrody uniwersalne, zapewniające właściwe pod względem fizycznym zachowanie się materiałów kształtujących ich budowę dla szerokiego zakresu temperatur i wilgotności względnej wnętrza, co umożliwi w przyszłości przechowywanie dowolnych artykułów.
- 5.3. W ważniejszych istniejących obiektach magazynowych ze stropodachami pełnymi powinno się zamieszczać informacje nie tylko o dopuszczalnym obciążeniu stropów, ale również o dopuszczalnych temperaturach i odpowiadających im wilgotnościach względnych.
- 5.4. Z uwagi na wymagania odnoszące się do warunków eksploatacyjnych, w szczególności w zakresie wilgotności względnej i temperatury wnętrza tj. do czynników decydujących o mikroklimacie, magazyny większości artykułów rolno-spożywczych należy zakwalifikować do pomieszczeń o podwyższonej wilgotności, a nawet do pomieszczeń mokrych [4], [6]. W tego rodzaju obiektach magazynowych stosować należy jedynie stropodachy wentylowane lub odpowietrzane, umożliwiające wyprowadzenie pary wodnej pochodzącej z wnętrza pomieszczenia przez przegrodę na zewnątrz.

LITERATURA

- [1] PN-64/B-03404: Współczynniki przenikania ciepła "K" dla przegród budowlanych.
- [2] PN-71/A-74017: Przetwory zbożowe. Pakowanie i transport.
- [3] PN-70/A-74860: Cukier. Pakowanie, przechowywanie i transport.
- [4] Iliński W.N.: Stroitielnaja tiepłofizika. Wyższaja Szkoła, Moskwa 1974.
- [5] Krause H, Majchrowicz J., Nowak H., Pichocki E.: Przyczyny uszkodzeń stropodachów budynków magazynowych oraz sposób ich zabezpieczenia. Niepublikowana praca n.b. dla PBMKR w Częstochowie. Gliwice 1974.

ИЗМЕНЕНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ СКЛАДОВ - ПРИЧИНА ПОВРЕЖДЕНИЙ КРЫШЕПЕРЕКРЫТИЙ

Р е з ю м е

В статье показано влияние эксплуатационных условий на повреждения крышеперекрытий в складовых постройках. Результаты исследований крышеперекрытий складовых построек указывают на необходимость проведения влаготеплового анализа при изменении способа пользования и параметров микроклимата.

A CHANGE OF PREDESTINATION OF STORAGE BUILDINGS
AS THE CAUSE OF A FLAT ROOF DAMAGE

S u m m a r y

In the paper the influence of a change of working conditions on the damage of flat roofs in storage buildings had been presented. The tests results of the warm flat roofs indicate the necessity of carrying out the hydro-thermal analysis for any change in use of stores connected with a change in the microclimate parameters.