

## ODKSZTAŁCENIA SORPCYJNE UKŁADÓW PŁYTOWYCH Z WYBRANYCH GATUNKÓW DREWNA I TWORZYW DRZEWNYCH

*Danuta Starecka*

Instytut Inżynierii Materiałów Drzewnych SGGW-AR

Synopsis. Przeprowadzono badanie sorpcyjnych odkształceń układów warstwowych płyt posadzkowych — utworzonych ze sklejenia mozaiki dębowej i bukowej z płytą wiórową, paździerzową, pilśniową porowatą oraz płytą korową — pod kątem widzenia ich przydatności dla budownictwa.

### WSTĘP

Za układ płytowy przyjęto 2-warstwową płytę posadzkową, powstałą z naklejenia mozaiki na różne rodzaje tworzyw drzewnych. Utworzony w ten sposób materiał posadzkowy jest bardziej niejednorodny od jego elementów składowych i reaguje odmiennie od deszczulek posadzkowych lub płyt mozaikowych na zmieniającą się wilgotność i temperaturę powietrza w czasie układania posadzki oraz w czasie jej późniejszego użytkowania.

Według Coufala [4], zajmującego się badaniami nad wpływem warunków wilgotnościowych w budynkach na jakość drewnianych posadzek, wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach zmienia się przeciętnie w granicach 40-80%, przy czym następuje jej obniżenie do 30% zimą i podwyższenie do 90% w listopadzie. Ekstremalne wartości wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach wynoszą więc 30-40% i 85-90%. Coufal podaje, że dla przeciętnych warunków klimatycznych w budynkach wilgotność elementów posadzkowych powinna zamykać się w granicach 6-15%. W pomieszczeniach z centralnym ogrzewaniem ekstremalne wilgotności drewnianych posadzek wynoszą: 6,2% zimą i 11,3% latem, w domach z ogrzewaniem piecowym odpowiednio 12,2 i 15,6%.

Jednocześnie, poza wilgotnością względną powietrza, na zmiany wilgotności, a tym samym kształtu posadzki, wpływają inne czynniki mogące powodować odkształcenie materiałów posadzkowych. Prace Dittricha [5] zwracają uwagę na istotną rolę, jaką mogą odegrać warunki wilgotnościowe panujące w podłożu, a szczególnie możliwość wystąpienia wody kondensacyjnej. W tych warunkach

na płaszczyznę użytkową posadzki (mozaikę) może działać niska wilgotność względna powietrza, a na drugą płaszczyznę posadzki związanej z podłożem (tworzywo) — wysoka wilgotność względna powietrza (90-100%).

W czasie użytkowania posadzki może zachodzić również odwrotny układ warunków wilgotnościowych. Z jednej strony nadmiernie wyschnięte podłoże oddziałuje wysuszająco na posadzkę (na płytę tworzywa), z drugiej — istnieje możliwość nawilżania warstwy użytkowej posadzki (mozaiki). Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku może dojść do nadmiernego spęcznienia płyty posadzkowej, powodującego odkształcenie płyty lub nawet zniszczenie posadzki.

Istotny wpływ na wartość ewentualnych odkształceń dwuwarstwowej płyty posadzkowej będzie miał rodzaj zastosowanego tworzywa i jego własności.

Jedną z najważniejszych własności tworzyw drzewnych jest stabilność kształtu. Mimo jej dużego znaczenia dla oceny właściwości materiałów płytowych nie jest ona brana pod uwagę wskutek trudności w jej określeniu.

Stabilność kształtu można zdefiniować jako odporność płyty na zmiany kształtu spowodowane czynnikami zewnętrznymi (czynnikami tymi mogą być siły zewnętrzne lub czynniki fizyczne, np. zmiana wilgotności, temperatury). Odpowiednio odkształcalność płyty można określić jako jej podatność na zmiany kształtu lub wymiarów wywołane czynnikami zewnętrznymi. W praktyce wyrazem tej podatności płyt jest wielkość ich odkształcenia (paczienia się).

Odształcenie płyt może występować w postaci: wichrowatości oraz jednokierunkowej wklęsłości lub wypukłości. Bezpośrednią przyczyną odkształcenia się płyty są naprężenia wewnętrzne występujące w materiale. Naprężenia te mogą być spowodowane czynnikami technologicznymi i zmiennymi parametrami otaczającego powietrza.

## I. PRZEGLĄD METOD BADANIA ODSZTAŁCENI

Literatura nie podaje szczegółowych badań nad wpływem czynników technologicznych na stabilność kształtu i możliwość jej zwiększenia. W sposób ogólny została stwierdzona przez Waltera i Rinkefeila [37] większa stabilność trójwarstwowej płyty wiórowej z wiórów skrawanych w porównaniu z jednowarstwową z wiórów łupanych, a Allon i Połowcow [8] orzekli, że przyspieszone studzenie wpływa negatywnie na stabilność płyt, gdyż powoduje „zamknięcie” naprężeń w płycie. Neusser i wsp. [34] wskazują szczególnie na różne wartości pęcznienia poszczególnych warstw płyty i ich wpływ na stabilność. Na przyczyny małej stabilności, które przeważnie powodowane są mankamentami technologicznymi, zwraca uwagę Deppe [7].

Natomiast wpływ zmiennych parametrów powietrza, a szczególnie wilgotności, na odkształcalność płyt jest szeroko omówiony w literaturze. Najwięcej opracowań dotyczy stabilności płyty wiórowej [3,6-11,14-16,19, 24, 31, 34, 37], mniej — innych rodzajów tworzyw drzewnych. Ławniczak i wsp. [30] zajmowali się odkształce-

niami wilgotnościowymi płyt paździerzowych, Narayanamurti i Aswathana-rayana [32] — płyt pilśniowych.

W literaturze znajdują również swój wyraz badania nad wpływem zmiennej wilgotności i temperatury powietrza na odkształcenia układów płytowych z drewna i tworzyw drzewnych. Gratzl [16], Bacher [1], Keylwerth [21] określali odkształcenia drzwi (układ 3-warstwowy), Kufner [27] zajmował się badaniem sorpcyjnych odkształceń układów płytowych, utworzonych z mozaiki i płyty wiórowej. Ławniczak i wsp. [29] prowadzili badania nad odkształceniami układu płyto-wego dla mozaiki na płycie wiórowej, pilśniowej porowatej i płycie wiórowej wytłaczanej nieobłogowanej. Starecka [35] zajmowała się sorpcyjnymi odkształceniami dwuwarstwowych płyt posadzkowych złożonych z płyty korowej, oklejonej parkietem oszczędnościowym.

Metodami badań odkształcalności i zmian wymiarowych materiałów i układów płytowych zajmowało się wielu badaczy [1-3, 8-11, 13-14, 15, 17, 18, 21, 25-27, 36, 37]. Proponowane przez nich sposoby pomiaru polegają na oznaczaniu niepłaskości powierzchni. Jako powierzchnię odniesienia przyjmowano zazwyczaj początkowy kształt powierzchni płyt.

Ogólnie biorąc, stosowane przez badaczy metody polegały na pomiarze odkształceń powodowanych przez działanie na jedną powierzchnię płyty powietrza o normalnej temperaturze i wilgotności względnej, a na drugą powierzchnię — powietrza o normalnej lub podwyższonej temperaturze i wilgotności względnej, zbliżonej do 100%. Określano przy tym zarówno wielkość odkształceń, jak i szybkość ich powstawania. Niektórzy badacze, np. Gratzl [16], wyprowadzili na podstawie zależności geometrycznych równania umożliwiające obliczenie trzech rodzajów odkształceń płyt. Najszersze zastosowanie znalazła metoda opracowana w Dreźnie w Instytucie Badania Drewna (IHF), która została wprowadzona w NRD jako norma (TGL 4413) oraz stanowiła podstawę do opracowania odpowiedniej normy w RFN (DIN 0052367) i w Polsce (BN-69/71-02-04). Metodę tę z pewnymi niezbędnymi modyfikacjami zastosowano również w niniejszej pracy.

## II. CEL PRACY I METODYKA BADAŃ

Celem niniejszej pracy jest określenie wielkości sorpcyjnych odkształceń płyt posadzkowych utworzonych z mozaiki i tworzywa, gdy na każdą z powierzchni układu płyto-wego działa powietrze o tej samej temperaturze i o różnej wilgotności względnej: a) na płaszczyznę mozaiki  $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$  i  $\varphi = 40 \pm 2\%$ , a na płaszczyznę tworzywa  $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$  i  $\varphi = \text{ok. } 100\%$  oraz b) na płaszczyznę mozaiki  $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$  i  $\varphi = \text{ok. } 100\%$ , a na płaszczyznę tworzywa  $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$  i  $\varphi = 40 \pm 2\%$ .

Do badań użyto materiałów, których zestawienie, ilość i wymiary podano w tabeli 1. Podstawowe właściwości płyt, określone na reprezentatywnie wyrobionych próbkach, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1

## Materiały do badań

Materiał	Grubość mm	Wymiary płyt dł. × szer. mm × mm	Liczba płyt użytych do badań szt.	Producent
Płyta wiórowa 3-warstwowa	18	3660 × 1830	4	Zakłady Płyt Wiórowych w Suwałkach
Płyta paździerzowa	19	3660 × 1830	4	Zakłady Płyt Paździerzowych w Żyrardowie
Płyta pilśniowa porowata	12,5	2450 × 1250	6	Zakłady Płyt Pilśniowych w Koniecpolu
Płyta korowa <sup>a</sup>	16	1500 × 1100	8	Fabryka Tepentyny i Kafalonii w Spychowie
Mozaika dębowa II klasy	9	450 × 450	35	Hajnowskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Drzewnego w Hajnówce
Mozaika bukowa I klasy	8	450 × 450	35	Hajnowskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Drzewnego w Hajnówce

<sup>a</sup>Płyty korowe wykonano w produkcji doświadczalnej przy następujących parametrach technologicznych: udział frakcji drobnej odsianej z kory w stanie wilgotnym – 20%; zaklejenie klejem moczniowo-formaldehydowym – 10%; temp. prasowania – 150°C; czas prasowania – 12 min; ciśnienie prasowania – 1,5 MPa.

Tabela 2

## Charakterystyka materiałów płytowych

Materiał	Wilgotność wg BN-69/ /7102-02 %	Gęstość wg BN-69/ /7102-03 kg/m <sup>3</sup>	Nasiąkliwość po 24 godz. wg PN-70/ /D-04234 %	Moduł sprężystości MPa
Płyta wiórowa 3-warstwowa	9,0	650	25,3	2520
Płyta paździerzowa	9,5	600	47,0	1810
Płyta pilśniowa, porowata	10,5	270	15,0 <sup>a</sup>	260
Płyta korowa	9,5	790	36,5	450

<sup>a</sup>Nasiąkliwość po 2 godz. moczenia w wodzie.

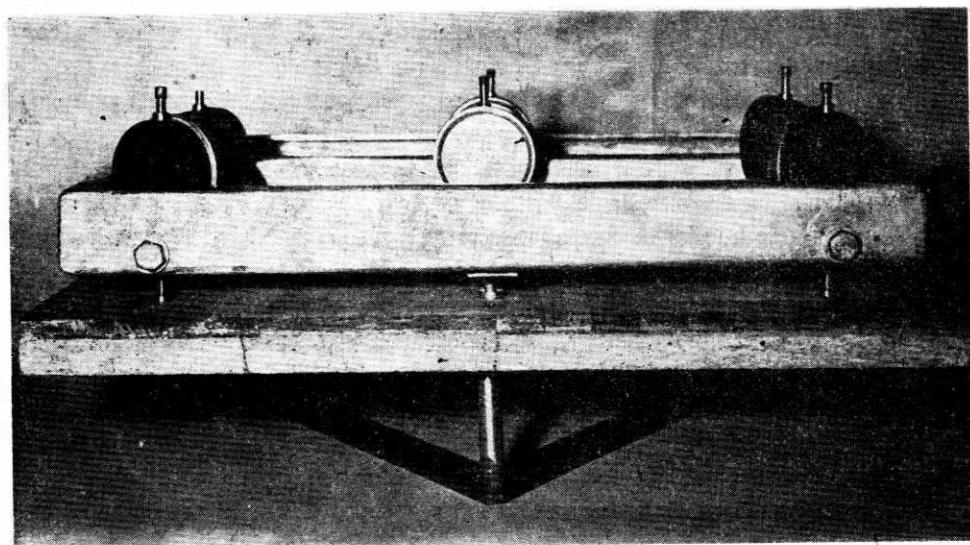
Układy płytowe zostały utworzone ze sklejenia tworzyw drzewnych i mozaiki (tab. 1). Na próbki tworzyw o wymiarach 500 × 500 mm nanoszono klej w ilości 300 g/m<sup>2</sup>. Następnie nakładano płytę mozaikową o wymiarach 455 × 455 mm stroną licową (oklejaną papierem) na zewnątrz i sklejało mozaikę z tworzywem w prasie laboratoryjnej PL-200. Stosowano następujące parametry klejenia: temperatura około 100 °C, czas prasowania 1 min/mm grubości sklejanego układu, ciśnienie 0,6 MPa dla układu na płycie pilśniowej porowatej i 0,8 MPa dla pozostałych układów.

Sklejone płyty po wyjęciu z prasy poddano kolejno następującym operacjom:

- usunięcie papieru ze strony licowej mozaiki,
- klimatyzowanie sklejonych płyt przez około 7 dni w normalnych warunkach ( $\varphi = 65\%$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ ),
- zeszlifowanie z mozaiki resztek kleju mocującego papier,
- przycięcie sklejonych układów płytowych do wymiaru kwadratu o boku 450 mm.

Pozyskane w ten sposób dwuwarstwowe płyty (mozaika + tworzywo) stanowiły układy płytowe, które poddano badaniom odkształceń sorpcyjnych. Łącznie wykonano 69 układów płytowych o wymiarach  $450 \times 450$  mm, w tym 36 z mozaiką dębową i 33 z mozaiką bukową.

Do pomiaru odkształceń układów płytowych zastosowano urządzenie składające się z trójramiennego stojaka, na którym spoczywała badana płyta, i lekkiej ramy pomiarowej z wmontowanymi 6 czujnikami, nakładanej w czasie pomiaru na badaną płytę (rys. 1). Ciężar ramy pomiarowej z czujnikami wynosił 2,40 kg.



Rys. 1. Urządzenie stosowane do pomiaru odkształceń

Trójramienny stojak zaopatrzone w 3 zakończone stożkowo podpory, tworzące trójkąt równoboczny i w ograniczniki umożliwiające umieszczenie badanej płyty zawsze w jednakowym położeniu. Aby w czasie pomiaru nie następowało wgniatanie podpory w powierzchnię płyty, na stożkowe zakończenie podpory nakładano podkładki aluminiowe, umożliwiające swobodny ruch płyty względem napory i zmianę kąta między jej osią podłużną a powierzchnią płyty. Rama pomiarowa o wymiarach  $420 \times 420$  mm zamocowana była na 3 wspornikach o rozstawie zgodnym z podporami stojaka. Dzięki temu punkty podparcia badanej płyty pokrywały się



z punktami, na których spoczywała rama pomiarowa. Czujniki ramy pomiarowej, uprzednio wycechowane o zakresie pomiarowym 10 mm i z dokładnością pomiaru 0,01 mm, były zaopatrzone w stopki kuliste o promieniu 2 mm. W przypadku dokonywania pomiarów na płycie pilśniowej porowatej i korowej stopki kuliste w czujnikach wymieniano na płaskie krawki średnicy 10 mm. Stopki oporowe ramy pomiarowej miały również średnicę 10 mm. Nacisk ramy nie powodował wgniatania się stopek ramy w płytę tworzywa.

Czujniki ustawiano w położeniu zerowym na płycie traserskiej, przy czym za zero przyjęto połowę zakresu skali czujnika.

W niniejszej pracy zastosowano metodę oznaczania odkształcalności układów płytowych, polegającą na pomiarze zmiany położenia określonych punktów górnej płaszczyzny odniesienia, za którą przyjęto płaszczyznę przechodzącą przez trzy punkty podparcia ramy pomiarowej na górnej powierzchni układu płytowego (jak w metodzie IHF). Punkty te zajmują stałe położenie w stosunku do ramy pomiarowej. Rama pomiarowa z 6 czujnikami opiera się na próbce na tych samych trzech punktach, pod którymi próbka podpierana jest na podporach. Dzięki temu poziom odniesienia zostaje przeniesiony na powierzchnię próbki. Pęcznienie na grubość nie wpływa na pomiar. W każdej chwili można ramę pomiarową nałożyć na próbkę i mierzyć zmianę położenia punktów pomiarowych górnej powierzchni płyty.

Zmiana położenia punktów górnej powierzchni układu płytowego, wywołana działaniem określonych warunków wilgotnościowych na obie powierzchnie układu płytowego, umożliwiała określenie wartości odchyłeń badanych punktów od przyjętej płaszczyzny odniesienia. Suma absolutnych wartości odchyłeń od płaskości wszystkich badanych punktów układu płytowego dla każdego dnia pomiaru pozwalała określić przebieg zmian kształtu płyty w czasie badania. Punkty pomiaru dobrano w taki sposób, by istniała również możliwość określenia największej strzałki odkształcenia płyty.

Na płytach oznaczono 6 punktów pomiarowych, których zmiana położenia w wyniku odkształcenia płyty była rejestrowana przez 6 czujników. Położenie punktów pomiarowych i punktów podparcia przedstawiono na rysunku 2.

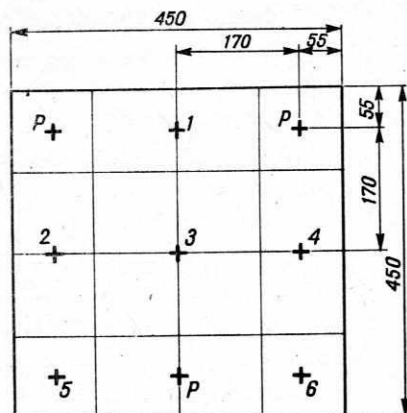
Zmiana położenia punktów pomiarowych w wyniku działania powietrza o różnej wilgotności względnej umożliwiła określenie odkształcenia płyty w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny badanej płyty i przechodzącej przez punkty 2, 3, 4 lub 1, 3, P bądź P, 3, 5 oraz pozwoliła ustalić maksymalną strzałkę deformacji płyty.

Na podstawie przedstawionych założeń można było:

- określić przebieg zmian kształtu układu płytowego w czasie badania,
- wyznaczyć maksymalną strzałkę odkształcenia płyty,
- sporządzić wykres odkształcenia układu płytowego.

Do badania odkształceń sorpcyjnych użyto płyt posadzkowych powstałych:

a) z mozaiki dębowej na podkładzie: płyty wiórowej (8 szt.), płyty paździerzowej (8), płyty korowej (10) i płyty pilśniowej porowatej (10);



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia punktów pomiarowych (1, 2, 3, 4, 5, 6) i punktów podparcia (P) płyty

b) z mozaiki bukowej na podkładzie: płyty wiórowej (8 szt.), płyty paździerzowej (8), płyty korowej (8) i płyty pilśniowej porowatej (9).

Z 69 badanych płyt posadzkowych 35 poddano działaniu powietrza o temperaturze  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej  $\varphi = 40 \pm 2\%$  na powierzchnię mozaiki i  $\varphi = \text{ok. } 100\%$  na powierzchnię tworzywa, a 34 — działaniu powietrza o tej samej temperaturze i wilgotności względnej  $\varphi = \text{ok. } 100\%$  na powierzchnię mozaiki i  $\varphi = 40 \pm 2\%$  na powierzchnię tworzywa.

Przed rozpoczęciem badań na wszystkich płytach oznaczono na dwóch powierzchniach punkty podparcia i punkty pomiarowe (rys. 2). Następnie badane płyty wyklimatyzowano do stałej masy w temperaturze  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej powietrza  $\varphi = 65 \pm 2\%$ , po czym dokonano odczytów wskazań czujników w punktach pomiarowych po stronie układu płytowego poddanej działaniu powietrza o parametrach:  $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$  i  $\varphi = 40 \pm 2\%$ .

Z kolei badane płyty umieszczano na 3 podporach stojaka w wannach metalowych nad wodą w odległości 5 cm od lustra wody. Boki płyt zabezpieczano pod gumowaną taśmą w ten sposób, by nie hamowała odkształcenia płyty.

Połowa badanych płyt każdego rodzaju była zwrócona stroną mozaiki, połowa — powierzchnią tworzywa w kierunku wody.

Początkowo po jednym dniu, następnie w odstępach 2-dniowych dokonywano kolejnych odczytów wskazań czujników na powierzchni, na którą działało powietrze o wilgotności względnej 38 — 42% i temperaturze  $18\text{--}22^\circ\text{C}$ . Czas trwania pomiarów odkształceń płyt posadzkowych zamykał się w granicach 14-20 dni.

### III. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Przebieg zmian kształtu płyty w czasie badania przedstawiono na wykresach jako sumę absolutnych odchyłeń wszystkich punktów pomiarowych od płaszczyzny odniesienia. Suma ta charakteryzuje odkształcenie płyty, niezależnie od znaku

odchyleń (dodatnie czy ujemne). Pozwala to na wyrażenie skomplikowanych odkształceń płyty za pomocą jednej liczby. Chociaż liczba ta nie oddaje ściśle stereometrii powstałych odkształceń płyty (ponieważ może mieć tę samą wartość dla różnorodnie spaczonych płyt i nie może być jedynym kryterium ich odkształcalności), to jednak umożliwia prześledzenie przebiegu zmian odkształceń płyty w czasie całego okresu badania. Jest to tym cenniejsze, że pozwala na porównanie przebiegu zmian odkształceń różnych płyt posadzkowych użytych do badań. Jeżeli oznaczymy przez  $h_i$  wielkość przesunięcia punktu pomiarowego  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ) w stosunku do płaszczyzny odniesienia w dniu pomiaru  $k$  ( $k = 1, 2, 3 \dots 14 \dots 20$ ), a sumę absolutnych wartości odchyleń punktów pomiarowych przez  $\Sigma |h|$ , to w określonym dniu pomiaru  $k$  suma absolutnych wartości odchyleń wszystkich punktów pomiarowych wyniesie:

$$\sum_{i=1}^{i=6} |h_i| = |h_{1k}| + |h_{2k}| + |h_{3k}| + |h_{4k}| + |h_{5k}| + |h_{6k}| \quad (\text{mm})$$

Wykresy  $\sum_{i=1}^{i=6} |h_i| = f(\tau)$  dla różnych płyt posadzkowych różnią się nie tylko przebiegiem, ale i wielkością maksymalnej sumy odkształceń. Im bardziej stromy jest przebieg funkcji  $\Sigma |h| = f(\tau)$  i im wyższa jest wartość maksymalnej sumy odkształceń, tym bardziej odkształca się układ płytowy.

Wielkość strzałki krzywizny w określonym punkcie pomiarowym była odległością pomiędzy linią przekroju normalnego powierzchni a powierzchnią odniesienia. Dla każdej próbki ustalono 4 maksymalne strzałki krzywizny odkształcenia, z których dwie położone były na przekątnych, a dwie na osiach środkowych próbki. Za maksymalną strzałkę krzywizny odkształcenia przyjęto największą wartość z czterech podanych strzałek krzywizny.

Maksymalna strzałka krzywizny odkształcenia występowała wtedy, gdy suma absolutnych wartości odchyleń od płaszczyzny odniesienia wszystkich punktów pomiarowych była największa. Występowała ona zwykle w środku ciężkości płyty (punkt pomiarowy 3).

Średnią maksymalną strzałkę krzywizny dla danego typu płyty posadzkowej obliczono z wartości maksymalnych strzałek krzywizny odkształcenia poszczególnych płyt.

Kształt powierzchni spaczonyj płyty (stereometrię maksymalnych odkształceń) przedstawiono na wykresach przestrzennych. Kształt ten wykreślono z wartości strzałek odkształcenia w punktach pomiarowych dla dnia, w którym odkształcenia płyt były największe. Wykresy wykonano, stosując skrócenie szerokości próbki o połowę i 10-krotne powiększenie wartości odchyleń punktów pomiarowych.

Maksymalne odkształcenia układów płytowych (maksymalna suma absolut-



nych wartości punktów pomiarowych), spowodowane działaniem powietrza o różnej wilgotności na każdą z powierzchni układu, poddano analizie statystycznej. Analiza statystyczna miała na celu sprawdzenie:

- 1) czy istnieją istotne różnice między odkształceniami układów płytowych wykonanych z tego samego tworzywa, lecz z różnych gatunków drewna mozaiki;
- 2) czy istnieją istotne różnice w wielkości odkształceń między badanymi układami płytowymi różniącymi się tworzywem podłożowym.

Wpływ gatunku drewna na wielkość odkształceń układów płytowych wykonanych z tego samego tworzywa określono, stosując test *t* Studenta. Testowania dokonano przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Wpływ rodzaju tworzywa podłożowego na wielkość odkształceń układów płytowych określono, stosując analizę wariancji testem *F* — Fishera-Snedecora [12].

Przebieg zmian kształtu układów płytowych przedstawiono dla wartości średnich danego typu płyty posadzkowej na rysunkach 3 i 4. Maksymalne strzałki krzywizny odkształcenia płyt posadzkowych podano w tabeli 3.

Na rysunkach 5-12 przedstawiono wykresy przestrzenne maksymalnych odkształceń układów płytowych.

Rysunek 3 przedstawia przebieg zmian kształtu układów płytowych, wywołanych działaniem powietrza o wilgotności względnej  $\varphi = \text{ok. } 100\%$  na powierzchnię drewna, a  $\varphi = 40 \pm 2\%$  na powierzchnię tworzywa. Na rysunku 4 wykreślono przebieg zmian kształtu układów przy działaniu powietrza wilgotności  $\varphi = \text{ok. } 100\%$  na powierzchnię tworzywa, a powietrza o wilgotności  $\varphi = 40 \pm 2\%$  działającego na powierzchnię drewna.

Z rysunków 3 i 4 wynika, że o wielkości odkształceń decyduje, która z powierzchni układu (mozaika czy tworzywo) poddana jest działaniu powietrza nasyconego parą wodną. Wpływ rodzaju nawilżanej powierzchni układu na wielkość jego odkształceń jest szczególnie wyraźny przy układach z mozaiką na płycie pilśniowej porowatej i płycie korowej.

Analizując przebieg odkształceń układów płytowych, gdy powietrze nasycone parą wodną działało na powierzchnię drewna (rys. 4), można wyodrębnić dwie grupy płyt posadzkowych:

pierwsza — o małej odkształcalności, obejmująca układy z mozaiką na płycie paździerzowej i wiórowej,

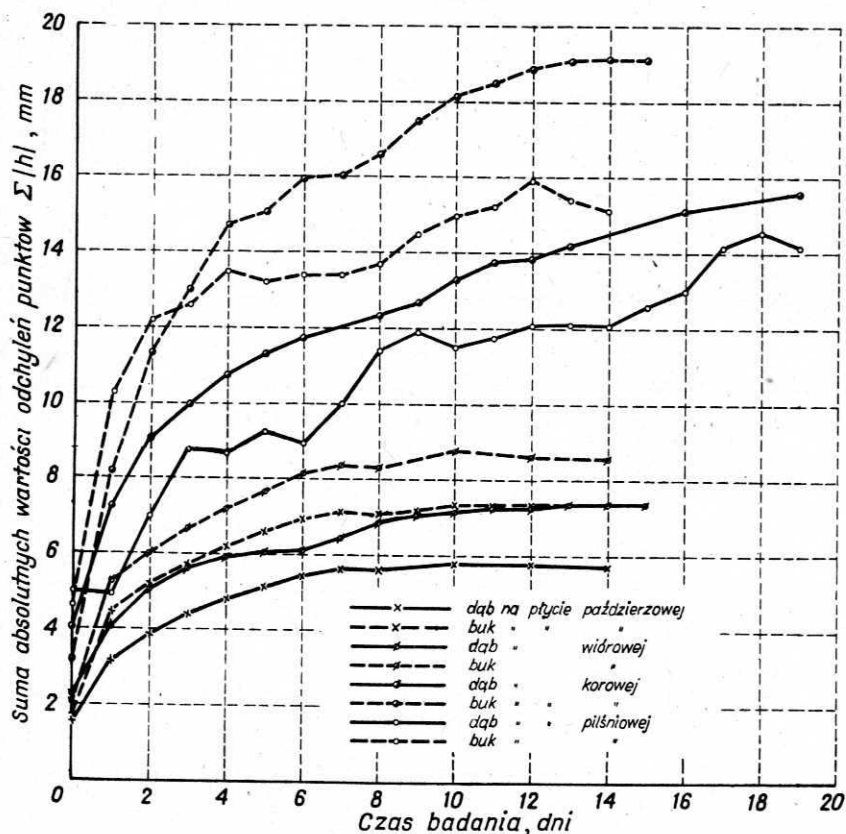
druga — o dużej odkształcalności, obejmująca układy z mozaiką na płycie pilśniowej porowatej i płycie korowej.

Odształcenia układów grupy pierwszej rosną stopniowo, osiągając maksymalne sumy absolutnych wartości odchyłek punktów pomiarowych w granicach 7,5 do 8,5 mm. Natomiast odkształcenia układów grupy drugiej w początkowym 6-dniowym okresie gwałtownie rosną, następnie powoli osiągają maksimum, które utrzymuje się bez wyraźnych zmian do końca doświadczenia. Maksymalne sumy absolutnych wartości odchyłek punktów pomiarowych dla tej grupy układów zawierają się w granicach 30 do 38 mm.



Z tego wynika, że odkształcenia układów grupy pierwszej są czterokrotnie mniejsze od odkształceń układów grupy drugiej. Analizując wielkość odkształceń układów w ramach wyodrębnionych grup można stwierdzić, że:

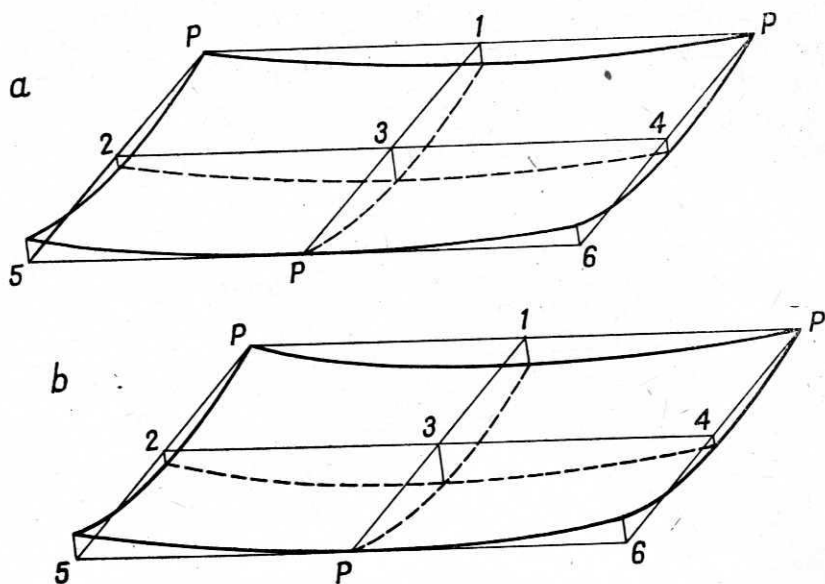
— w grupie pierwszej różnice odkształceń poszczególnych układów płytowych są niewielkie (nie przekraczają 8%) i z praktycznego punktu widzenia mogą być uważane za nieistotne;



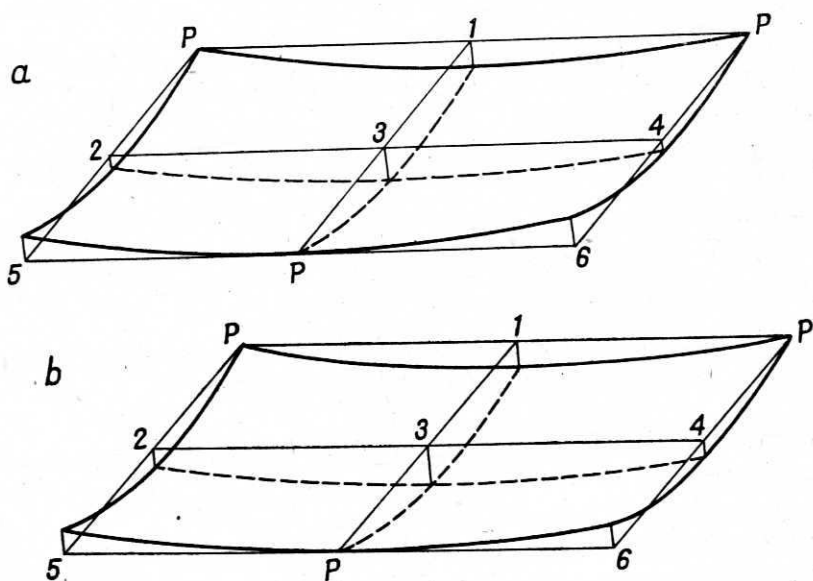
Rys. 4. Przebieg średnich wartości zmian kształtu układów płytowych w wyniku działania nasyconego powietrza na powierzchnię tworzywa

— w grupie drugiej różnice odkształceń między układami płytowymi są większe niż w grupie pierwszej (dochodzą do 30%) i należy przyjąć, że przy tych układach wpływ gatunku drewna i tworzywa jest istotny.

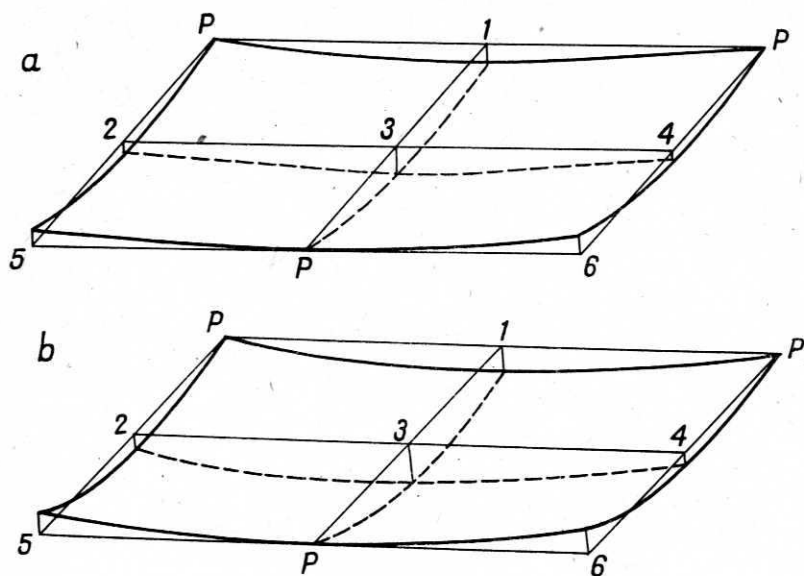
Przebieg zmian kształtu układów płytowych, gdy nasycone powietrze działało na powierzchnię tworzywa, wskazuje na mniejsze zróżnicowanie odkształceń między układami w porównaniu z przypadkiem, gdy powietrze nasycone działało na powierzchnię drewna.



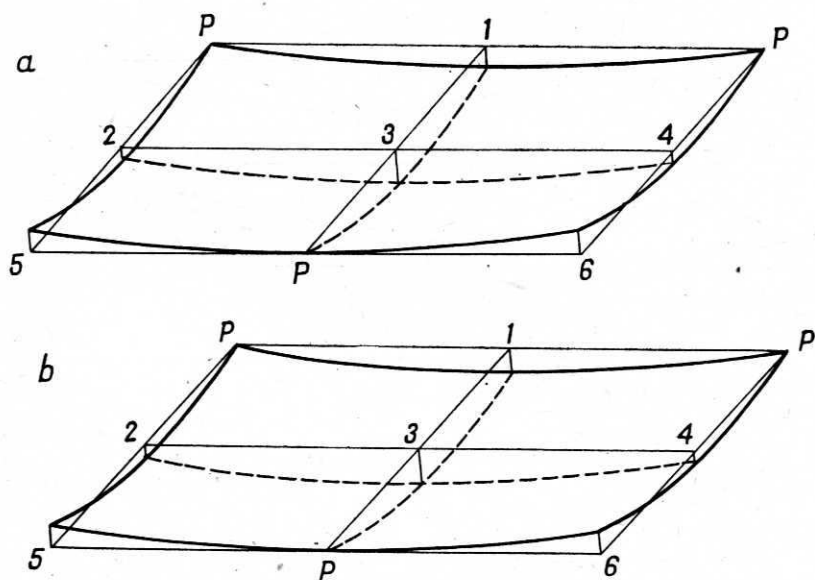
Rys. 5. Odształcenie mozaiki dębowej na płycie wiórowej wywołane działaniem nasyconego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki



Rys. 6. Odształcenie mozaiki bukowej na płycie wiórowej wywołane działaniem nasyconego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki

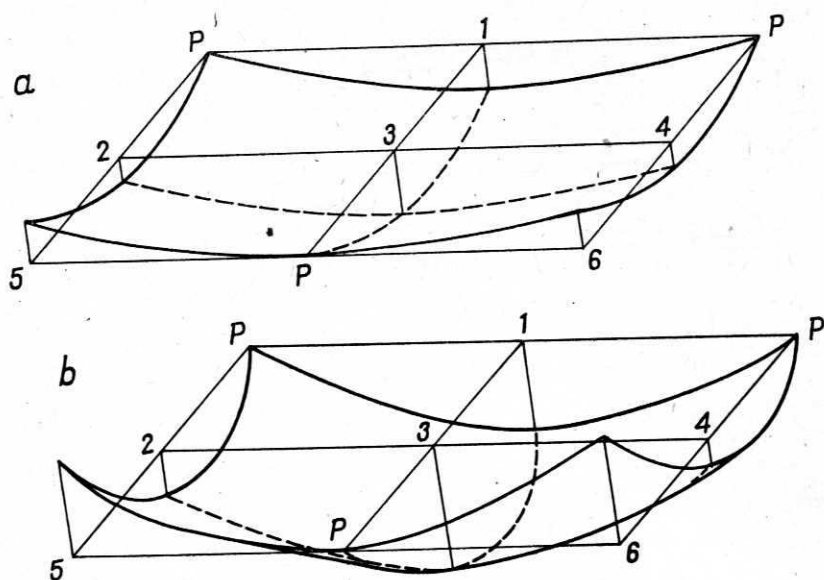


Rys. 7. Odkształcanie mozaiki dębowej na płycie paździerzowej wywołane działaniem nasyconego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki

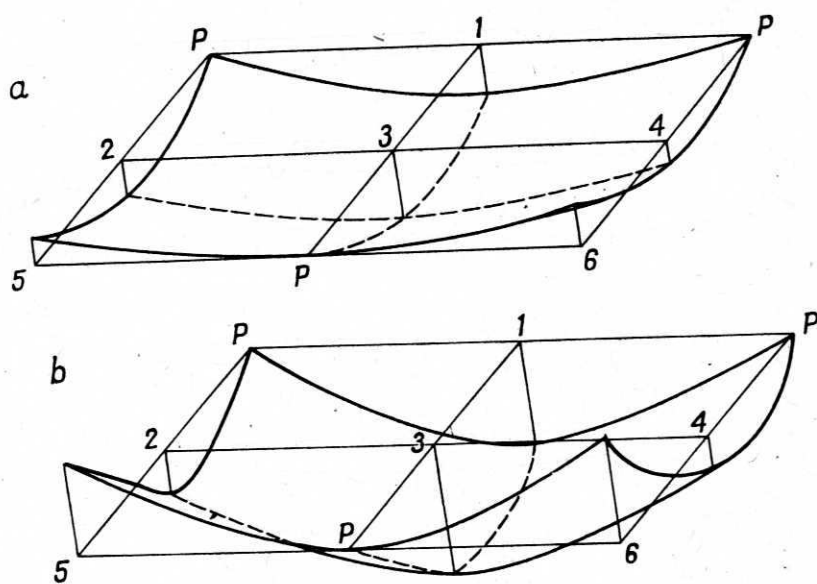


Rys. 8. Odkształcanie mozaiki bukowej na płycie paździerzowej wywołane działaniem nasyconego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki

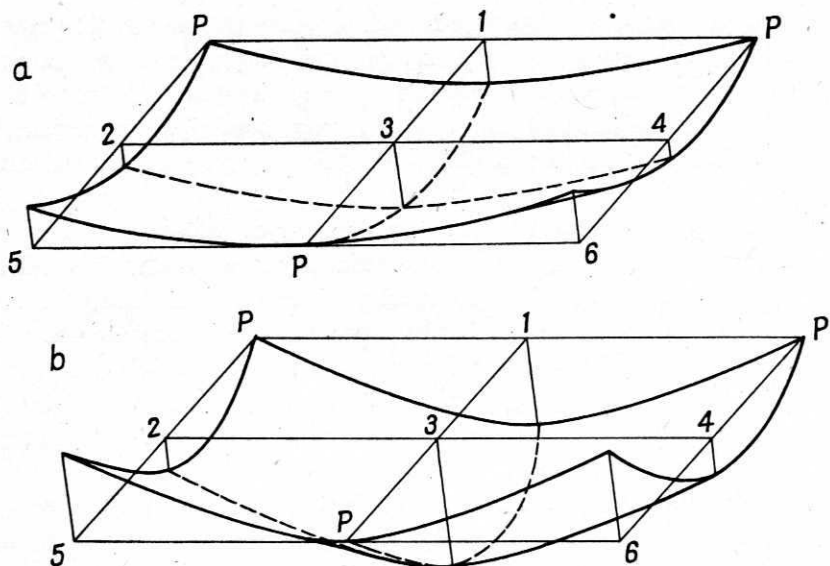




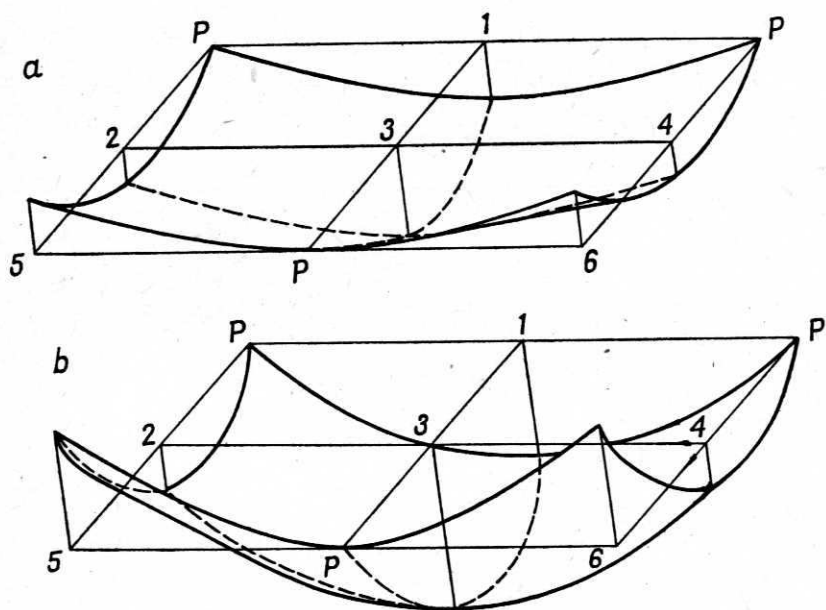
Rys. 9. Odształcenie mozaiki dębowej na płycie pilśniowej porowatej wywołane działaniem nasyczonego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki



Rys. 10. Odształcenie mozaiki bukowej na płycie pilśniowej porowatej wywołane działaniem nasyczonego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki



Rys. 11. Odkształcenie mozaiki dębowej na płycie korowej wywołane działaniem nasyconego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki



Rys. 12. Odkształcenie mozaiki bukowej na płycie korowej wywołane działaniem nasyconego powietrza na powierzchnię: *a* – płyty, *b* – mozaiki

Rozpatrując w dalszym ciągu wyodrębnione grupy układów należy zauważyć, że odkształcenia układów grupy pierwszej znajdują się prawie na tym samym poziomie, zarówno przy działaniu powietrza nasyconego na drewno, jak przy układzie odwrotnym, natomiast odkształcenia układów grupy drugiej są przy działaniu nasyconego powietrza na drewno około dwukrotnie większe niż przy układzie odwrotnym.

Krzywa zmian kształtu układów z mozaiką na płycie wiórowej i paździerzowej wzrasta łagodnie, a suma absolutnych wartości odchyień punktów pomiarowych zawiera się w granicach 5,8-8,5 mm. Przebieg zmian kształtu układów z mozaiką na płycie pilśniowej i korowej jest bardziej stromy, a suma absolutnych wartości odchyień punktów pomiarowych zawiera się w granicach 14,5-19 mm.

Zarówno dla układów grupy pierwszej, jak i drugiej zaznaczają się różnice w odkształceniach, spowodowane gatunkiem drewna mozaiki oraz rodzajem tworzywa podłożowego.

Porównanie maksymalnych strzałek krzywizny odkształcenia (tab.3) potwierdza uszeregowanie układów płytowych w wymienionych grupach. Maksymalne strzałki

Tabela 3

Maksymalne strzałki krzywizny odkształcenia układów płytowych w wyniku działania powietrza o różnej wilgotności na każdą z powierzchni układu

Rodzaj układu płytowego	Dzień maksymalnego odkształcenia	Maksymalna strzałka odkształcenia		Dzień maksymalnego odkształcenia	Maksymalna strzałka odkształcenia	
		mm	mm/m		mm	mm/m
przy temp. $20 \pm 2^\circ \text{C}$ i wilgotności względnej powietrza działającej na powierzchnię						
drewna $\varphi = \text{ok. } 100\%$ tworzywa $\varphi = 40 \pm 2\%$				drewna $\varphi = 40 \pm 2\%$ tworzywa $\varphi = \text{ok. } 100\%$		
Mozaika dębowa na płycie wiórowej	11-15	2,15	3,9	13-14	2,08	3,8
Mozaika dębowa na płycie paździerzowej	14-15	2,35	4,3	14-15	1,61	2,9
Mozaika dębowa na płycie pilśniowej porowatej	12	7,89	14,5	17-18	3,98	7,3
Mozaika dębowa na płycie korowej	20	8,02	14,7	19	4,18	7,7
Mozaika bukowa na płycie wiórowej	13-15	2,45	4,5	10-12	2,16	3,9
Mozaika bukowa na płycie paździerzowej	14-15	2,43	4,4	10	2,45	4,5
Mozaika bukowa na płycie pilśniowej porowatej	12	8,10	14,9	11-13	4,36	8,0
Mozaika bukowa na płycie korowej	18-20	10,6	18,6	12-13	5,58	10,2

odkształcenia układów grupy drugiej przy działaniu powietrza nasyconego na powierzchnię mozaiki są 3,5-krotnie większe, a przy działaniu na powierzchnię tworzywa są ponad 2-krotnie większe od maksymalnych strzałek krzywizny odkształcenia układów grupy pierwszej. Wynik działania nasyconego powietrza na odwrotną powierzchnię układów płytowych jest następujący:

—w pierwszej grupie układów istnieje tylko niewielki wpływ na maksymalną strzałkę krzywizny odkształcenia,

—w drugiej grupie układów przy działaniu powietrza nasyconego na powierzchnię drewna maksymalna strzałka krzywizny jest o 100% większa niż przy działaniu powietrza o wilgotności  $\varphi = 40 \pm 2\%$

Czas wystąpienia maksymalnego odkształcenia układów płytowych zamyka się w granicach 10-20 dni.

Przebieg zmian odkształceń i maksymalna strzałka krzywizny odkształcenia oraz kształt spaczonych układów wskazują, że w układach płytowych grupy pierwszej, tj. mozaika dębowa i bukowa na płycie wiórowej i paździerzowej, wielkość odkształceń tylko w niewielkim stopniu zależy od kierunku działania nasyconego powietrza, natomiast w układach grupy drugiej, tj. mozaika dębowa i bukowa na płycie pilśniowej porowatej i korowej wpływ zmiany kierunku jest bardzo znaczny.

Wpływ gatunku drewna na wielkość odkształceń układów utworzonych z mozaiki dębwej lub bukowej i określonego rodzaju tworzywa przy podłożach z płyty wiórowej, paździerzowej i pilśniowej porowatej nie okazał się istotny. Wpływ gatunku drewna na wielkość odkształceń okazał się istotny jedynie w układzie: mozaika—płyta korowa.

O odkształcalności układu decyduje głównie tworzywo podłożowe, a nie gatunek drewna mozaiki.

Analiza wariancji wskazuje, że między odkształceniami wszystkich układów płytowych występują różnice istotne. Natomiast analiza odkształceń pomiędzy kolejnymi układami pozwala stwierdzić, że między odkształceniami układów:

1) z mozaiką na płycie wiórowej i mozaiką na płycie paździerzowej różnice nie są istotne, niezależnie od kierunku działania nasyconego powietrza;

2) z mozaiką na płycie pilśniowej porowatej i mozaiką na płycie korowej różnice nie są istotne przy działaniu powietrza nasyconego na powierzchnię drewna, natomiast istotne przy jego działaniu na powierzchnię tworzywa.

Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdza zależności między odkształceniami poszczególnych układów płytowych, wykazane uprzednio na podstawie wyników tabelarycznych i wykresów.

#### PODSUMOWANIE

1. Przy działaniu powietrza o różnej wilgotności względnej na każdą z płaszczyzn układu płytowego wielkość odkształcenia tego układu zależy od rodzaju powierzchni, na którą działa powietrze o wilgotności względnej  $\varphi = \text{ok. } 100\%$ .

2. Wielkość odkształceń układów płytowych, spowodowanych działaniem powietrza o różnej wilgotności względnej na każdą z powierzchni układu, pozwala podzielić je na dwie grupy:

pierwsza — o małej odkształcalności, do której zalicza się układy utworzone z mozaiki dębowej lub bukowej i płyty wiórowej lub paździerzowej;

druga — o dużej odkształcalności, do której zalicza się układy utworzone z mozaiki dębowej lub bukowej i płyty pilśniowej porowatej lub korowej.

3. Odkształcenia układów grupy pierwszej są 4-krotnie mniejsze od odkształceń układów grupy drugiej, jeżeli powietrze o wilgotności względnej  $\varphi = \text{ok. } 100\%$  działa na powierzchnię mozaiki, a o wilgotności  $40 \pm 2\%$  na powierzchnię tworzywa; w układzie odwrotnym odkształcenia grupy pierwszej są 2-krotnie mniejsze od odkształceń grupy drugiej.

4. Wpływ odwrócenia kierunku działania powietrza nasyconego na wielkość odkształceń układów grupy pierwszej jest nieistotny z praktycznego punktu widzenia, natomiast dla grupy drugiej ma znaczenie decydujące.

5. O odkształcalności badanych układów płytowych decyduje głównie rodzaj tworzywa podłożowego, a tylko w małym stopniu gatunek drewna mozaiki.

6. Z punktu widzenia wielkości odkształceń układy płytowe z mozaiki dębowej i bukowej na płycie wiórowej i paździerzowej mogą znaleźć zastosowanie w budownictwie jako materiał posadzkowy, natomiast układy płytowe z mozaiki dębowej i bukowej na płycie pilśniowej porowatej i korowej nie nadają się do tego zastosowania. Poprawa ich właściwości wymaga dodatkowych badań mających na celu zmniejszenie odkształceń układów (np. obniżenie higroskopijnych własności tych tworzyw, zastosowanie trzeciej warstwy lub zmniejszenie wymiarów płyt posadzkowych itp.).

#### LITERATURA

1. Bacher F.: Das Stehvermögen von glatten Türen mit Pressplatten bei laboratoriumsmässigem und praktischem Einsatz. „Holzforschung und Holzverwertung” 1960; nr 2.
2. Böchme P.: Zum Formänderungsproblem asymmetrisch beschichteter harter Faserplatten. „Holztechnologie” 1965; nr 6.
3. Bryan E.: Dimensional stability of particleboard. „Forest Products Journal” 1962; nr 13.
4. Coufal R.: Vliv vlhkostních podmínek stavby na kvalitu dřevěných podlah. Bratislava 1970.
5. Dittrich H.: Parkett — gestern-heute-morgen. „Parkett” 1969; nr 1.
6. Dittrich H.: Holz- und Baufeuchtigkeit. „Parkett” 1969; nr 9.
7. Deppe H. J.: Nur Qualität von Spanplatten für die Möbelherstellung. „Möbel und Wohnraum” 1961; nr 9.
8. Dosoudil A.: Prüfverfahren für Holzfaserver- und Holzspanplatten. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1954; nr 2.
9. Dosoudil A.: Untersuchungen über Formstabilität von Holzspanplatten. München 1965.
10. Drouet T., Tatar M.: O odkształcalności płyt wiórowych przeznaczonych dla meblarstwa. „Przemysł Drzewny” 1964; nr 7.



11. Drouet T., Tatar M.: Badania nad odkształcalnością płyt wiórowych surowych i z wykończoną powierzchnią w zależności od ich struktury wewnętrznej. ITD, Warszawa 1963 (maszynopis).
12. Elandt R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN, Warszawa 1964.
13. Endicott L. E., Frost T. R.: Correlation of accelerated and long term stability test for wood-based composite products. „Forest Products Journal 1967”; nr 10.
14. Fischer K.: Bestimmung des Stehvermögens von Holzwerkstoffplatten. „Holz-Zentralblatt” 1966; nr 107.
15. Fischer K.: Erfahrung mit einer neuen Prüfmethode. „Holz-Zentralblatt” 1967; nr 126.
16. Gratzl A.: Einflüsse auf das Stehvermögen von Möbelteilen. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1963; nr 4.
17. Heebik B. G.: A procedure for quickly evaluating dimensional stability of particleboard. „Forest Products Journal” 1967; nr 9.
18. Karger S., Böhme P.: Eigenschaften von OPV-Spanplatten. „Holzindustrie” 1971; nr 1.
19. Kehr E., Watzke H., Karger S.: Untersuchungen über die Eignung verschiedener Holzarten und Sortimenté zur Herstellung von Spanplatten. „Holztechnologie” 1966; nr 4.
20. Kehr E., Schefke R.: Über die Formabweichungen /Plattenverzug/ von dreischichtigen Spanplatten. „Holztechnologie” 1970; nr 4.
21. Keylwerth R.: Dimensionsstabilität und Gleichmässigkeit von Möbel – und Türplatten. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1956; nr 9.
22. Keylwerth R.: Parkett und Holzfeuchtigkeit. „Parkett” 1968; nr 4.
23. Kontek W.: Siła paczzenia się elementów płytowych z tworzyw drzewnych i drewna litego. PTPN, Poznań 1961.
24. Kontek W., Nowak K., Paprzycki O.: Wpływ wielokrotnych zmian wilgotności na odkształcenia trwałe i przejściowe płyt wiórowych i paździerzowych. PTPN, Poznań 1968.
25. Krohn H.: Trockenunterböden Holzspanplatten. „Parkett” 1970; nr 6.
26. Kübler H., Geissen A.: Studie über Stehvermögen von Türen bei einseitiger Klimaeinwirkung. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1967; nr 11.
27. Kufner M.: Entwicklung eines Verfahrens zur Prüfung des Formänderungsverhaltens von plattenförmigen Holzwerkstoffen. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1966; nr 1.
28. Lundgren A.: Die hygroskopischen Eigenschaften von Holzfaserplatten. „Holz als Roh- und Werkstoff” 1958; nr 4.
29. Ławniczak M., Dregier W., Markiewicz L.: Badania nad technologią łączenia parkietu mozaikowego z płytami izolacyjnymi do wyrobu płyt posadzkowych. ITD, Poznań 1961 (maszynopis).
30. Ławniczak M., Nowak K., Paprzycki O.: Badania odkształceń wilgotnościowych płyt paździerzowych. „Przegląd Włókienniczy” 1962; nr 10.
31. Mensch A., Mussner K., Dittrich H.: Der Trockenunterbödenaufbau mit Ausgleichs und Dämmschüttung sowie Spanplatte. „Parkett” 1970; nr 6.
32. Narayanamurti D., Aswathanarayana B. S.: Testing of the form stability of composite wood products. Part II. Fibre boards. „Materialprüfung” 1970; nr 4.
33. Neusser H., Krames W., Haidinger K.: Das Verhalten von Spanplatten gegenüber Feuchtigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Quellung I. „Holzforschung und Holzverwertung” 1965; nr 3.
34. Neusser H., Krames W., Haidinger K.: Das Verhalten von Spanplatten gegenüber Feuchtigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Quellung II. „Holzforschung und Holzverwertung” 1965; nr 4.
35. Starecka D.: Badanie sorpcyjnych odkształceń dwuwarstwowych płyt podłogowych (płyty korowe oklejone parkietem oszczędnościowym). SGGW, Warszawa 1971 (maszynopis).

36. Steinmetz P. E., Fahey D.J.: Resin treatments for improving dimensional stability for structural fiberboard. „Forest Products Journal” 1968; nr 9.
37. Walter F., Rinkefeil R.: Ein Beitrag zur Bestimmung der Formbeständigkeit von Holzwerkstoffplatten. „Holztechnologie” 1960; nr 2.

*Данута Старецка*

## СОРБЦИОННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПЛИТОВЫХ СИСТЕМ ИЗ ИЗБРАННЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

### Краткое содержание

Исследовано сорбционные деформации плитовых систем, образованных из склеивания дубовой или буковой мозаики с древесностружечной, костровой, древесноволокнистой изоляционной и плитой из коры, когда на каждую поверхность плитовой системы действует воздух с разной относительной влажностью ( $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ):

- а) на плоскость мозаики  $\varphi = 40 \pm 2\%$ ,  
на плоскость материала  $\varphi = 100 \pm 2\%$ ;
- б) на плоскость мозаики  $\varphi = 100 \pm 2\%$ ,  
на плоскость материала  $\varphi = 40 \pm 2\%$ .

Деформацию плитовых систем определено путем: процесса изменений формы плиты во время исследования, максимальной стрелки деформации, формы поверхности искривленной плиты.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. При действии воздуха различной влажности на каждую из плоскостей плитовой системы, величина деформации этой системы зависит от вида поверхности, на которую действует воздух с относительной влажностью 100%.
2. Величина деформаций плитовых систем, вызванных действием воздуха различной влажности на каждую поверхность системы, позволяет разделить их на две группы: первая — в которую зачисляются системы образованные из дубовой или буковой мозаики и древесностружечной или костровой плит — с небольшой деформацией, вторая — в которую зачисляются системы образованные из дубовой или буковой мозаики и древесноволокнистой изоляционной или из коры плит — со значительной деформацией.
3. Деформации систем первой группы являются в три раза меньше деформаций второй группы, если воздух с относительной влажностью  $100 \pm 2\%$  действует на плоскость мозаики, а с влажностью  $40 \pm 2\%$  на плоскость материала; в обратной системе деформации систем первой группы являются в два раза меньше деформаций второй группы.
4. Влияние оборота направления действия насыщенного воздуха на величину деформаций первой группы является несущественным с практической точки зрения, зато для второй группы — оно является решающим.
5. О деформации исследованных плитовых систем решает, главным образом, род материала, а только в небольшой степени вид древесины системы мозаики.
6. С точки зрения величины деформации плитовые системы из дубовой и буковой мозаики на древесностружечной и костровой плитах можно использовать в строительстве в виде материала на полы, зато плитовые системы из дубовой и буковой мозаики на древесноволокнистой изоляционной и из коры плитах не следует использовать для этой цели. Улучшение их гигроскопических свойств требует дополнительных исследований.

*Danuta Starecka*

## SORPTIVE DEFORMATIONS OF BOARD STRUCTURES MADE OF SELECTED WOOD SPECIES AND WOOD DERIVATIVES

### Summary

Examination of sorptive deformations in board structures formed by glueing of oak or beech mosaics with particle board, flaxboard, insulating board and made of bark board, when each surface of a board structure is exposed to air with different relative humidity ( $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ):

- a) on mosaic surface  $\varphi = 40 \pm 2\%$ ,  
on material surface  $\varphi = 100 \pm 2\%$ ,
- b) on mosaic surface  $\varphi = 100 \pm 2\%$ ,  
on material surface  $\varphi = 40 \pm 2\%$ .

Deformation of board structure was determined by: the course of alternations in board shape during examination, maximal deformation deflection, shape of the surface of the board deformed.

Results obtained permit the formulation of following conclusions:

1. Under the exposure to air with various humidity of each of the surfaces of a board structure the size of deformation of this structure depends upon the kind of the surface exposed to air with 100% relative humidity.

2. The size of deformations of board structures, caused by the impact of air with various humidity on each of structure surfaces, permits their classification into two groups:

first — including structures made of oak or beech mosaic and particle or flaxboard — with a slight inclination to deform,

second — including structures made of oak or beech mosaic and insulating board or bark board — with a high inclination to deformations.

3. Deformations of structures of the first group are four times lesser than those of the second group, when air with  $100 \pm 2\%$  relative humidity acts upon the surface of mosaics and that with  $40 \pm 2\%$  humidity — upon the surface of material; in the reversed pattern deformations of the first group are by twice lesser than those of the second group.

4. The influence of the reversal of direction of saturated air upon the extent of deformations is practically insignificant for the first group, while is of decisive importance for the second group.

5. Inclination to deformation in the board structures examined is governed mainly by the kind of material and to a lesser extent only by the wood species in the mosaic structure.

6. From the viewpoint of the size of deformations board structures from oak and beech mosaic on particle and flaxboard may be used in construction as a floor material, while board structures from oak and beech mosaic on insulating board and bark board should not be used for this purpose. Improvement of their hygroscopic properties requires additional studies.