

Sposób nadawania właściwości sprężystych kompozytowemu elementowi płytowemu

Przedmiotem wynalazku jest sposób nadawania właściwości sprężystych kompozytowemu elementowi płytowemu.

Dotychczas znane są i stosowane cienkościenne elementy płytowe jako płaskie ściany struktur cienkościennych przenoszące określone rodzaje obciążeń. Ich wykorzystanie w nośnych strukturach lotniczych, motoryzacyjnych czy budowlanych jest powszechne. W ostatnich latach coraz większego znaczenia nabierają również elementy płytowe wykonane z materiałów kompozytowych zbrojonych włóknami węglowymi - CFRP, szklanymi - GFRP oraz aramidowymi. Informacje dotyczące projektowania oraz pracy cienkościennych konstrukcji płytowych prezentowane są m.in. w monografii autorstwa Cz. Woźniak „Mechanika sprężystych płyt i powłok”, Praca zbiorowa pod red. Czesława Woźniaka, wyd. PWN, Warszawa 2001r.

Znane są również sposoby ogólnego projektowania warstwowych elementów, które zaprezentowano w pracy autorstwa J. German „Podstawy mechaniki kompozytów włóknistych”, Politechnika Krakowska, Kraków, 2001 r.

Z artykułu „Zachowanie ściskanych płyt z centralnym wycięciem, wykonanych z kompozytu w niesymetrycznym układzie włókien” autorstwa K. Falkowicz, znany jest element płytowy wykonany z kompozytu oraz jego kształt.

Ze stanu techniki z publikacji „Proces produkcyjny zaawansowanych kompozytów” autorstwa F.C. Campbell znany jest proces polimeryzacji kompozytów w autoklawie.

Jednolite, cienkie płyty należą do grupy elementów konstrukcyjnych dość tanich w wytwarzaniu, jednak ze względu na niewielką sztywność na zginanie, mogą przenosić stosunkowo nieduże obciążenia. Gdy są ściskane, utrata stateczności następuje przy niewielkim obciążeniu i ma charakter wyboczenia giętnego.

Cechą charakterystyczną obecnie znanych i stosowanych sposobów poprawy nośności płyt jest zastosowanie usztywnień czy przetłoczeń, które prowadzą do znacznej zmiany postaci konstrukcyjnej oraz niekiedy mogą prowadzić do wzrostu masy ustroju. Istnieje jednak sposób, by znacznie poprawić nośność tego typu konstrukcji, a nawet wykorzystać tego typu struktury cienkościenne nie tylko, jako elementy nośne, ale także jako elementy sprężyste.

Celem wynalazku jest wykorzystanie właściwości materiałów warstwowych w celu otrzymania elementu płytowego o całkowicie odmiennych parametrach konstrukcyjnych.

Istotą sposobu nadawania właściwości sprężystych kompozytowemu elementowi płytowemu, który po przygotowaniu poddaje się procesowi polimeryzacji oraz chłodzi, według wynalazku jest to, że w formie, na jednej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy nakłada się pierwszą warstwę pod kątem 0^0 w stosunku do osi formy, po czym nakłada się drugą warstwę pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, następnie nakłada się trzecią warstwę pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, po czym nakłada się czwartą warstwę pod kątem 0^0

w stosunku do osi formy, następnie nakłada się piątą warstwę pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, po czym nakłada się szóstą warstwę pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, zaś na drugiej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy nakłada się kolejno sześć warstw, pierwszą pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, drugą pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, trzecią pod kątem 0^0 w stosunku do osi formy, czwartą pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, piątą pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, szóstą pod kątem 0^0 w stosunku do osi formy, zaś na całej powierzchni formy nakłada się dwie warstwy, pierwszą pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy oraz drugą pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, z kolei na ułożone warstwy nakłada się kolejno na jednej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy sześć warstw, pierwszą pod kątem 0^0 w stosunku do osi formy, drugą pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, trzecią pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, czwartą pod kątem 0^0 w stosunku do osi formy, piątą pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, szóstą pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, zaś na drugiej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy nakłada się kolejno sześć warstw, pierwszą pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, drugą pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, trzecią pod kątem 0^0 w stosunku do osi formy, czwartą pod kątem $+\alpha$ w stosunku do osi formy, piątą pod kątem $-\alpha$ w stosunku do osi formy, szóstą pod kątem 0^0 , w stosunku do osi formy, po czym wykonuje się wewnątrz kompozytowego elementu płytowego centralne wycięcie prostokątne z zaokrąglonymi narożami o stałym promieniu oraz wykonuje się wycięcia z zaokrąglonymi narożami o stałym promieniu w części środkowej krótszych boków na zewnętrznych krawędziach. Centralne wycięcie w kompozytowym

elemente płytowym i wycięcia na zewnętrznych krawędziach krótszych boków wykonuje się za pomocą procesu frezowania. Wszystkie warstwy wykonuje się z kompozytu węglowo-epoksydowego o jednakowej grubości. Każdą warstwę wykonuje się z włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że poprzez zastosowanie układów niesymetrycznych oraz odpowiedni dobór sprzężeń macierzy kreuje się właściwości mechaniczne płytowych elementów kompozytowych. Dodatkowo, wymaganą charakterystykę pracy uzyskuje się poprzez odpowiedni dobór parametrów geometrycznych wycięcia tj. wysokość i szerokość. Sposób jest uniwersalny i może być stosowany do wszystkich elementów płytowych z otworem wykonanych z kompozytu węglowo-epoksydowego.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat układu warstw kompozytowego elementu płytowego.

Sposób nadawania właściwości sprężystych kompozytowemu elementowi płytowemu z kompozytu węglowo-epoksydowego w kształcie prostokąta o wymiarach 160x80 mm z centralnym wycięciem prostokątnym o wymiarach 30x100 mm z zaokrąglonymi narożami o stałym promieniu wynoszącym 5 mm oraz z wycięciami w części środkowej krótszych boków na zewnętrznych krawędziach z zaokrąglonymi narożami o stałym promieniu wynoszącym 5 mm polega na tym, że po przygotowaniu element kompozytowy poddano procesowi polimeryzacji pod nadciśnieniem 0,4 MPa i temperaturze nagrzewania 130⁰ oraz chłodzeniu do temperatury 35⁰ przy prędkości

procesu wynoszącej 3⁰/min. Następnie w formie, na jednej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy nałożono pierwszą warstwę pod kątem 0⁰ w stosunku do osi formy, po czym nałożono drugą warstwę pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy, następnie nałożono trzecią warstwę pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy, po czym nałożono czwartą warstwę pod kątem 0⁰ w stosunku do osi formy, następnie nałożono piątą warstwę pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy, po czym nałożono szóstą warstwę pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy. Następnie na drugiej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy nałożono kolejno sześć warstw, pierwszą pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy, drugą pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy, trzecią pod kątem 0⁰ w stosunku do osi formy, czwartą pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy, piątą pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy, szóstą pod kątem 0⁰ w stosunku do osi formy. Następnie na całej powierzchni formy nałożono dwie warstwy, pierwszą pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy oraz drugą pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy. Po czym z kolei na ułożone warstwy nałożono kolejno na jednej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy sześć warstw, pierwszą pod kątem 0⁰ w stosunku do osi formy, drugą pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy, trzecią pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy, czwartą pod kątem 0⁰ w stosunku do osi formy, piątą pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy, szóstą pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy, zaś na drugiej dłuższej zewnętrznej powierzchni formy nałożono kolejno sześć warstw, pierwszą pod kątem +30⁰ w stosunku do osi formy, drugą pod kątem -30⁰ w stosunku do osi formy, trzecią pod kątem 0⁰ w stosunku do osi formy, czwartą pod kątem +30⁰ w stosunku do osi

formy, piątą pod kątem -30° w stosunku do osi formy, szóstą pod kątem 0° , w stosunku do osi formy. Po czym wykonano wewnątrz kompozytowego elementu płytowego centralne wycięcie prostokątne z zaokrąglonymi narożami o stałym promieniu 5 mm oraz wykonano wycięcia z zaokrąglonymi narożami o stałym promieniu 5 mm w części środkowej krótszych boków na zewnętrznych krawędziach. Centralne wycięcie w kompozytowym elemencie płytowym i wycięcia na zewnętrznych krawędziach krótszych boków wykonano za pomocą procesu frezowania. Wszystkie warstwy wykonano z kompozytu węglowo-epoksydowego o jednakowej grubości 0,105 mm. Każdą warstwę wykonano z włókien węglowych połączonych żywicą epoksydową. Kompozytowy element płytowy został następnie poddany sile ściskającej wynoszącej 1500 N, rozłożonej równomiernie wzdłuż krótszej górnej krawędzi. Ściśnięcie płyty spowodowało, że zewnętrzne dłuższe powierzchnie płyty ugięły się w przeciwnych kierunkach, zapewniając stabilną pracę obciążanej konstrukcji.

Praca warstwowego węglowo-epoksydowego elementu polega na wymuszonym niesymetryczną konfiguracją warstw kompozytu samoczynnym ugięciu pionowych zewnętrznych pasów ściskanej płyty w przeciwnych kierunkach zapewniającym odpowiednią sztywność i stabilność ściskanego elementu płytowego.