

mgr Anna Łabędzka-Klepcka

OPRACOWANIE NOWEJ STRUKTURY AUKSETYCZNEJ DO WYTWARZANIA OBIEKTÓW UŻYTKOWYCH

Struktury auksetyczne wykazują unikatowe zachowania w stosunku do powszechnie otaczającej nas materii. Poddane oddziaływaniu siły powiększają lub pomniejszają swój rozmiar jednocześnie we wszystkich trzech wymiarach.

Rzutuje to na ich niezwykle cechy, takie jak: odporność na punktowe deformacje, ścinanie i pękanie, absorpcja akustyczna, tworzenie skomplikowanych krzywizn i kształtów kopułowych, zdolność do wytrzymywania dużych odkształceń bez trwałej zmiany kształtu. Te cechy umożliwiły szereg nowych zastosowań m.in. w biomedycynie, przemyśle lotniczym, filtracyjnym, militarnym czy modowym.

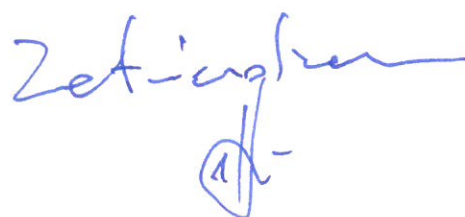
Materiały i struktury auksetyczne znane są od niedawna: w przyrodzie zaobserwowano pierwsze przykłady około 150 lat temu, a prace nad syntetycznie wytwarzanymi materiałami auksetycznymi trwają dopiero ok. 30 lat. Jest to więc zagadnienie, które posiada jeszcze wiele nieodkrytych aspektów, warte głębszej analizy.

Istniejące dotychczas działania projektowe z zakresu struktur auksetycznych skupiają się głównie na nano- i mikrostrukturach, dotyczą najczęściej obszaru inżynierii materiałowej. Ponadto, zdecydowana większość istniejących rozwiązań dotyczy układów działających płaszczyznowo, a nie w trzech wymiarach. W makroskali, np. w przemyśle modowym/tekstylnym czy architekturze, wykorzystuje się wyłącznie auksetyczne struktury dwuwymiarowe. Co więcej, naukowcy i projektanci często bazują na elastycznym odkształceniu całej struktury. Wiąże się to z nieprecyzyjnym projektowaniem zachowań materii, która odkształca się nawet w miejscach, w których nie powinno dochodzić do deformacji. Dzisiaj największe ograniczenia w stosowaniu materiałów i struktur auksetycznych na szerszą skalę wiążą się z ograniczeniami wielkościami produkowanych elementów oraz wysokimi kosztami wytwarzania.

Za cel mojej pracy doktorskiej postawiłam sobie zaprojektowanie i wykonanie nowej struktury auksetycznej w makroskali, której działanie będzie się odbywać we wszystkich trzech wymiarach. Założyłam, że uzyskam to bez udziału elastyczności w elementach konstrukcyjnych i stworzę układ zbudowany z połączeń przegubowych oraz sztywnych elementów. Istotne było dla mnie także to, żeby opracowana przeze mnie struktura mogła być produkowana w dowolnej skali (poprzez dokładanie kolejnych modułów lub skalowanie wymiarów modułu), w zależności od potrzeb.

Rezultatem moich projektowych poszukiwań, w wyniku których powstało wiele różnych modeli modułów oraz struktur, jest auksetyczna trójwymiarowa struktura, która spełnia wszystkie wyjściowe założenia projektowe. Prezentuje ona zachowania typowe dla materiałów i struktur auksetycznych, dzięki czemu posiada unikalne właściwości - między innymi doskonale tłumi energię uderzenia, dopasowuje się do danej przestrzeni, posiada zdolność do wytrzymywania dużych odkształceń bez trwałej zmiany kształtu.

Opracowałam rozwiązanie unikatowe na skalę światową, dające szereg nowych możliwych zastosowań: łatwo rozkładalne ścianki działowe tłumiące dźwięk i dopasowujące się do wymiarów pomieszczeń, bardziej ergonomiczne i zmniejszające ucisk na ciało materace lub wypełnienia mebli tapicerskich, samostabilizujące się wypełnienia dla zabezpieczania transportowanych obiektów, tłumiące drgania i dopasowujące się do zmian terenu płyty fundamentowe dla obszarów sejsmicznych, ażurowe falochrony pochłaniające lepiej uderzenia fal.



master of arts Anna Łabędzka-Klepcka

DESIGN OF A NEW AUXETIC STRUCTURE FOR PRODUCING OBJECTS

Auxetic structures exhibit unique behaviors in relation to the commonly surrounding matter. When subjected to external force they increase or decrease their size simultaneously in all three dimensions.

This results in their extraordinary characteristics, such as: resistance to point deformations, shear and cracking, acoustic absorption, the formation of complex curvatures and dome shapes, the ability to withstand large deformations without permanently changing shape. These features have opened up new applications e.g. in biomedicine, aerospace, filtration, military or fashion.

Auxetic materials and structures have only been recognized recently: the first examples were observed in nature about 150 years ago, while work on synthetically produced auxetic materials have been conducted for just 30 years. Clearly, auxetics still carry many undiscovered aspects, worth a deeper analysis.

Existing design activities in the field of auxetic structures focus mainly on nano- and microstructures, most often in the area of material engineering. In addition, the vast majority of existing solutions concern plane-acting systems rather than three dimensional. The macro-scale, e.g. in the fashion/textile industry or architecture, uses only auxetic two-dimensional structures. Moreover, scientists and designers often rely on the flexible deformation of the entire structure. This involves imprecise design of matter behavior, deforming even in places where deformation should not occur. Today, the greatest limitations in the use of auxetic materials and structures on a wider scale are associated with size constraints on manufactured components and high manufacturing costs.

The aim of my dissertation was to design and execute a new auxetic structure in macro-scale, which will work in all three dimensions. I assumed that I would achieve this without the participation of flexibility in the structural elements and create a system made of articulated joints and rigid elements. It was also important to me that the structure I develop could be produced on any scale (by adding more modules or scaling the dimensions of the module), depending on the design need.

The result of my design research are many different models of modules and structures. One of them is an auxetic three-dimensional structure, that meets all the initial design assumptions. It presents the behaviors typical of auxetic materials and structures, thanks to which it has unique properties - among other things, it perfectly suppresses the impact energy, adapts to a given space and has the ability to withstand large deformation without permanently changing shape.

I have developed a solution that is unique on a global scale, providing a range of new possible applications: easily deployable sound-dampening partitions that adapt to the dimensions of the room, more ergonomic and reducing body pressure mattresses or upholstery furniture fillings, self-stabilizing cargo fillings to protect transported objects, dampening vibrations and adapting to terrain changes foundation plates for seismic areas, openwork breakwaters that better absorb wave impacts.

Zetnicka
Z