

Németh Róbert  
Zárt görbévé hajlított, csavart rúd alakmeghatározásának néhány kérdése  
disszertáció tézisei

1. tézis

Két, egymásra csavarodó, körkeresztmetszetű rugalmas rúd alakját egy speciális helyzetben - amikor a két rúd egymással egy egyenes mentén érintkezik - egy másodrendű differenciálegyenlet írja le, melyben a rúd csavarónyomatéka paraméterként szerepel. Ezt a differenciálegyenletet az irodalmi megoldástól függetlenül, attól eltérő módon levezettem. A differenciálegyenlet irodalomban megtalálható analitikus megoldása a benne szereplő elliptikus integrálok miatt a paraméter bizonyos értéktartományában numerikusan pontatlanul, egy bizonyos értéknél pedig egyáltalán nem számítható. A differenciálegyenlet iterációs megoldására alkalmas numerikus módszert vezettem le, amely ennek az értéknek a környezetében is használható. A numerikus módszer arányosan növekvő véges differenciahálózatot használ.

2. tézis

Az általam levezetett módszerrel numerikusan meghatároztam az önmagára csavarodó rúd egyensúlyi útját egy speciális állapotban. Ebben a konfigurációban a rúd két szakasza egy egyenes mentén érintkezik, az érintkező szakaszokat a két végén egy-egy hurok zárja le. A szimmetriaviszonyokat kihasználva az alakot meghatározó paraméterek számát négyre csökkentettem, amelyek összeférhetőségére három feltételi egyenletet írtam fel. A négy paraméter terében egy, a rúd hosszától független megoldást találtam, majd ebből a kezdőpontból szimplex útkövetéssel meghatároztam a matematikai probléma megoldáshalmazát, amik közül kiszűrtem a fizikailag nem lehetséges alakokat. A fizikailag lehetséges szakasz az egyensúlyi út. Bemutattam ennek az útnak egy lehetséges kapcsolatát az irodalomban fellelhető, kisebb csavarónyomatékhoz tartozó egyensúlyi úttal.

3. tézis

A körkeresztmetszetű, önmagán áthatolni képes hajlított-csavart rúd diszkretizálásával a térbeli rúdlánc számítási modelljét vezettem le.

- A modell egyenlő hosszúságú, egyenes, véges csavarómerevségű rudakból és az azokat összekötő véges hajlítómerevségű rugókból áll. A külön nem említett merevségek végtelen nagyok.
- A számítás során úgy kell meghatározni az egymást követő rudak helyzetét, hogy a csavarónyomaték az összes rúdban állandó legyen, akár csak a folytonos modellnél. Erre egyismeretlenes, nemlineáris egyenletet vezettem le.
- A rúdalakot meghatározó paraméterek célszerű megválasztásával, és a folytonos rúdban meglévő rejtett szimmetria diszkrét modellre való átültetésével felírtam a gyűrű záródását kifejező feltételi egyenleteket.

Szimplex-letapogatással a csavart gyűrű egyensúlyi útjait határoztam meg, és ezzel bebizonyítottam, hogy a kapott modell alkalmas a rúdalak közelítő meghatározására.

4. tézis

A hajlított-csavart rúd alakjának leírására használt diszkrét modelltől bebizonyítottam, hogy a kapott alak csak az igénybevételek bizonyos tartományában egyértelmű. A többértelműség miatt a szimplex-letapogatás során egy szimplex csúcaiban eltérő típusú megoldások lehetnek, ami miatt a letapogatás nem záródó parazitákat adhat eredményül, záródó megoldásokat pedig kihagyhat. Címkézési rendszert állítottam fel a rúdlánc alakjának meghatározásakor fellépő alakok jellemzésére, ezáltal

megoldottam a záródó megoldások elválasztását a nem záródó parazitáktól. Az adott címkéjű megoldás felírásához a szimplex letapogatást építettem be a programba.

#### 5. tézis

A szimplex letapogatást úgy módosítottam, hogy a hajlított-csavart rúd diszkrét modelljével meghatározott, és az előző tézis szerint címkével egyértelművé tett alakok közül az összes előfordulót hatékonyan kezelje, és a csavart gyűrű lehetséges egyensúlyi útjait a paramétertér letapogatásával megadja. Az adott címkéjű rúdalakok meghatározásához a kétdimenziós szimplex-letapogatást építettem a globális letapogatásba. Numerikus kísérletekkel bizonyítottam az eljárás alkalmazhatóságát.

#### 6. tézis

A zárt görbévé hajlított-csavart rúd diszkrét modellezésére is alkalmazható térbeli rúdlánccról kimutattam, hogy létezik olyan síkbeli megoldása, mely a síkbeli rúdláncnak nem megoldása. Ezeket a megoldásokat a belőlük kiinduló egyensúlyi utak jellege alapján szökőkútnak neveztem el. Megadtam a szökőkutak kialakulásához szükséges nyomaték értékét, és az egy szökőkútból kiinduló, különböző címkéjű ágak számát.