

A Poliuretán habok viselkedése robotizált megfogáskor című doktori értekezés Tézisei

1. Elméleti és kísérleti úton igazoltam, hogy lágy nyílt cellás poliuretán habba szúrt tű kihúzóereje kellő pontossággal számítható a Blatz-Ko rugalmas potenciállal és különféle változataival nagy alakváltozás figyelembevételével. A számításokat tengelyszimmetria feltételezésével hiperelasztikus testre végeztem. Kísérleti eljárást dolgoztam ki és végeztem el a számítási módszer alátámasztására, mellyel bizonyítható, hogy ezzel az eljárással, a számítással kapott eredmények gyakorlati szempontból megfelelően közelíthetőek. Ezáltal alkalmazhatók egy tűbehatolásos robotmegfogóval átvihető legnagyobb erő technológiailag elfogadható számítására. Továbbá meghatározható a megfogóban elhelyezkedő tűk elrendezése és ezzel a megfogó tervezhető.

A tézis az értekezés 4.2, 4.4. fejezetein és a [113] publikáción alapul.

2. Kísérletekkel meghatároztam egy technológiailag alkalmas tűátmérőt, amely a vizsgált keverési arányokkal előállított lágy, nyílt cellás poliuretán habba¹ beleszúrva a legnagyobb feszültséget kelti. Kimutatható, hogy a kívánt feltételnek megfelelő tűátmérő függ a habszerkezettől. A méréseket a kereskedelemben kapható általános orvosi tűkre ($\varnothing 0,5 \dots \varnothing 1,6$ mm) és lágy, nyílt cellás poliuretán habokra¹ végeztem. A vizsgált anyagok esetén az általánosan használható tűátmérő $\varnothing 0,9$ mm-re adódott.

A tézis az értekezés 4.3 fejezetén és A.6 mellékletén alapul.

3. Kísérletekkel igazoltam, hogy tűbehatolásos megfogás használatakor a megfogó tűi által okozott sérülések hatása elhanyagolható a gyár által előírt (geometriai és keménységi) minőségparaméterekre a vizsgált poliuretán habok hosszú távú használata során. A kísérletek olyan lágy, nyílt cellás poliuretán üléshabokra¹ vonatkoztak, melyek $\varnothing 9 \times 60$ mm geometriájú; $0,04$ és $0,16$ tű/mm² tűsűrűséggel voltak perforálva. A tartós terhelésként alkalmazott 85000 fárasztási ciklus állandó összenyomó erővel történt.

A tézis az értekezés 4.7 fejezetén és A.6 mellékletén alapul.

¹ A tézisekben szereplő poliuretán hab mindig lágy, nyílt cellás poliuretán habot jelöl. A méréseknél 15 különböző arányú keveréssel előállított poliuretán habokat használtam mely alapanyaga minden esetben, ICI W5691 "A", "B". A habok sűrűsége $\rho = 40 \dots 52$ kg/m³ között volt. Ezek a habok a gépjárműiparban használatos lágy rugalmas habok, melyeket főként ülésekhez használnak. A vizsgált habok lefedik a járműiparban használt ülések skáláját. A habok további jellemzése megtalálható az értekezés A.6 mellékletében.

4. Kimutattam, hogy a vizsgált lágy, nyílt cellás poliuretán ülés¹ nyomógörbéjét nagy alakváltozás mellett a $\sigma(\varepsilon) = a \varepsilon^b + c \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} \varepsilon\right)$ ($0 \leq \varepsilon < 1$) függvénnyel, megfelelő pontossággal lehet leírni. A paraméterek közül a , c feszültség dimenziójú, b dimenziótlan, σ a nyomó feszültség és ε a fajlagos nyúlás. Módszert dolgoztam ki a függvényben található állandók kísérletekből történő meghatározására. Az eljárás alapját képező, regresszió számítást végző számítógépes programot is kidolgoztam. A fenti függvénnyel jól leírható a tübehatolások megfogására a habkivételnél működő erő, hengersizmetrikus habok esetében. Az erőszámítást kúpos formájú habokra alkalmaztam. Az eredményeket kísérletekkel igazoltam, melyekben a mért és számított értékek közötti eltérés nem haladta meg a 10%-ot.

A tézis az értekezés 2.3.5.3, 5.3.1 fejezetein A.6 mellékletén és a [109] publikáción alapul

5. A tübehatolások megfogásával történő poliuretán hab megfogás robotmozgásának tervezésénél az állandó kinetikus energiájú robotmozgás feltétele a legkedvezőbb. A tús megfogásnál a hab porózussága miatt a tűk palástján kialakuló súrlódó felület nagyon kicsi és lényeges, hogy a mozgás során végig nyugvásbeli súrlódás működjön a hab és a tű között. Ennek feltétele, hogy mozgás során ne lépjenek fel nagy gyorsulások és nagy járulékos erők. Az állítást kéttengelyes polár robot körpályán történő mozgásának számítógépes szimulációjával igazoltam, összehasonlítva az időoptimális és az állandó kinetikus energiájú robotmozgásokat. A két kritériummal elvégzett robotmozgás csuklóerőinek (nyomatékainak) és csuklógyorsulásainak (szöggyorsulásainak) összehasonlításakor jól látható, hogy az állandó kinetikus energiájú mozgás értékei mindig alacsonyabbak, mint az időoptimális mozgásnál, továbbá a paraméterek (erők, gyorsulások) változásai a pálya során sokkal simábbak és egyenletesebbek a konstans kinetikus robotmozgásnál, mint az időoptimálisnál. A mozgásból származó járulékos erők hatásai a megfogásra nem lesznek jelentősek, ezzel a megfogás biztonsága nagymértékben javul. A szimulációt LabView programrendszerben végeztem.

A tézis az értekezés 5.3.2. fejezetén és a [114] publikáción alapul.

Zentay Péter
Budapest,
2006. december. 01.