

LÖKHÁRÍTÓ MÉRETEZÉSE FRONTÁLIS ÜTKÖZÉSRE

DEVELOPMENT OF BUMPER DESIGN WITH FINITE ELEMENT ANALYSIS

Szalai Judit PhD hallgató, Fodor Lóránt DLA,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezés Tanszék

ABSTRACT

The study of the elastic behavior of bumper systems deals with simulation proposing a method that can be used for designing energy-absorbing zones, where the goal is to increase energy absorption.

This paper introduces a finite element simulation and analysis of the bumper system, which shows deformation in relation to energy absorption.

Conclusions are drawn from crash tests and accident analysis, that energy absorption is a dynamic deformation and depends on orientation.

Material choice and simulation method development are increasingly integrated into the initial design stage, which allows more efficient design process.

BEVEZETÉS

A tanulmány a lökhárító rendszerek szilárdságtani viselkedésének szimulációját mutatja be példán és olyan tervezési módszerre ad javaslatot, amely felhasználható az energiaelnyelő zónák kialakításakor, ahol a cél az, hogy adott erőterheléskor növeljük az energiaelnyelő képességet.

1. FRONTÁLIS ÜTKÖZÉST LEÍRÓ STATIKUS ÉS DINAMIKUS MODELLEK

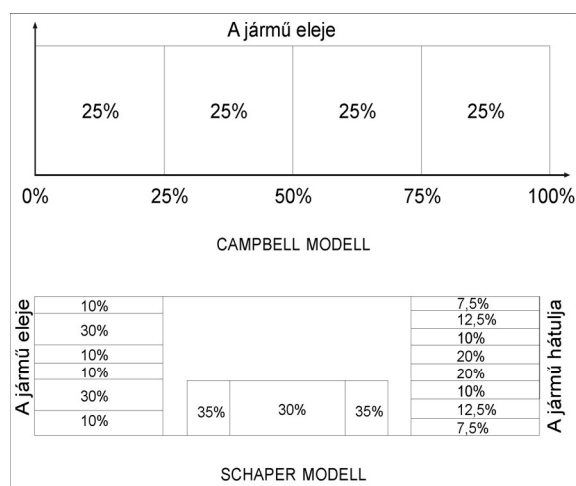
A baleseti statisztikákból kiderül, hogy a frontális ütközés a leggyakrabban előforduló balesetforma. Ez az oka, hogy a deformációt leíró modellek leginkább a jármű elejének energiaelnyelő képességére és deformációjára adnak leírást.

A járművek ütközésekor fellépő deformációs folyamatok modellezése fontos szerepet játszik az ütközésállóság tervezésében.

A Campbell modellben a maradandó alakváltozás a sebesség függvénye, ahol feltételezzük a deformációs energia egyenletes eloszlását a jármű teljes szélességében. Ezt a modellt Rau és Schaper energiahálója fejlesztette tovább, ahol elvetve a deformációs energia járműtesten való egyenletes eloszlását, jóval pontosabb eredményeket kapunk.

A frontális teljes vagy részleges átfedéssel való ütközésekre az előzőektől eltérő módon ad a deformációs folyamat során információt az elnyelt energia eloszlásáról

Harmati, Várlaki modellje, ahol dinamikusan jeleníti meg az ütközés energiaeloszlásait. (1. ábra)



1. ábra. A frontális ütközés energia eloszlása a járműtesten [1]

A modell az egyes részeit a járműnek, azok energia elnyelési képességével veszi figyelembe úgy, hogy egy-egy ilyen egység közelítőleg homogén legyen.

A deformációs energia modellezéséhez minden egyes részegységhez függvényt rendel, amivel megadja az adott rész energiaelnyelési tulajdonságát.

A deformáció során az egység telítődni kezd, mivel bizonyos mennyiségű elnyelt energia elnyelése után hasonló deformáció csak jóval nagyobb energia befektetéssel érhető el.

Az egység egyre kevesebb bemenő energiát képes elnyelni, a többi egyszerűen „átfolyik” rajta és a szomszédos egységek bemenetét fogja képezni.

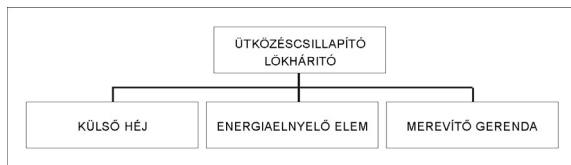
Ennek a modellnek az az előnye, hogy a teljes deformációs folyamat során információt nyújt az elnyelt energia eloszlásáról és nem csak a végeredménnyel foglalkozik. [1]

2. LÖKHÁRÍTÓK TERVEZÉSI KRITÉRIUMREDSZEREI

A járművázszerkezet deformációs és energiaelnyelő képességének frontális ütközés során erő, energia és alakváltozási kritériumoknak kell megfelelnie.

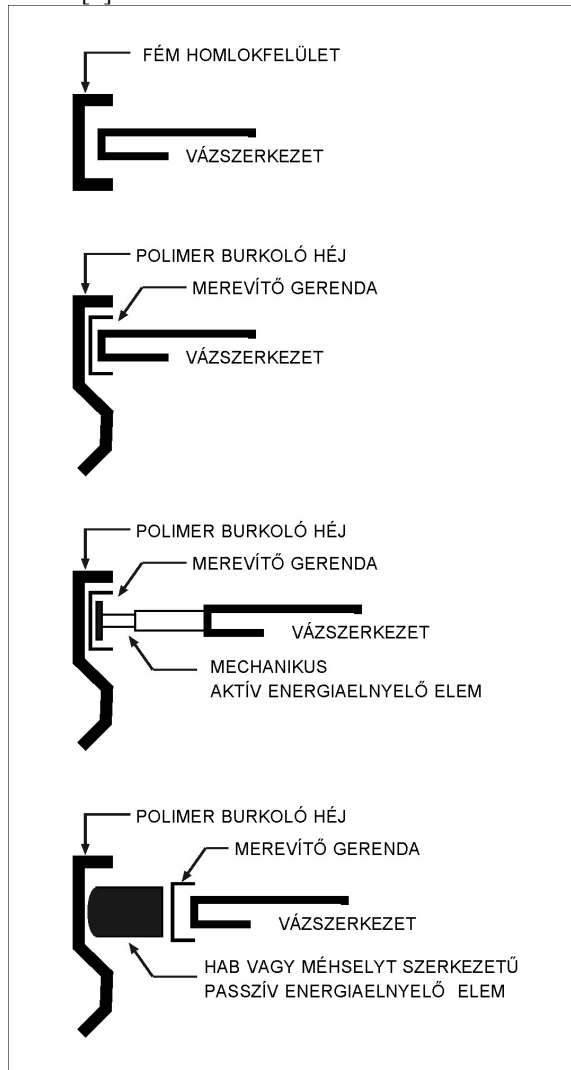
A lökhárító feladata az ütközés során az ütközési energia egy részének elnyelése úgy, hogy a jármű többi szerkezeti eleme ne károsodjon, míg a lökhárító energiaelnyelési kapacitása ki nem merül.

Az Európában legelterjedtebb, közvetlenül a jármű vázrendszeréhez rögzített lökhárító típusok fő elemei a külső héj és az erősítő gerenda felépítmény (2. ábra), amely kiegészülhet mechanikai aktív energia elnyelőrendszerrel, vagy passzív, anyagtulajdonságra épülő szerkezeti elemekkel (méhsejt szerkezet, fém és polimer habok). (3. ábra)



2. ábra. A lökhárítót felépítő elemek

A megfogalmazható cél tehát, hogy adott erőterheléshez, a vázszerkezet erősorrendjének megfelelően, a lehető legnagyobb energiaelnyelésű lökhárítót kell megtervezni. [2]

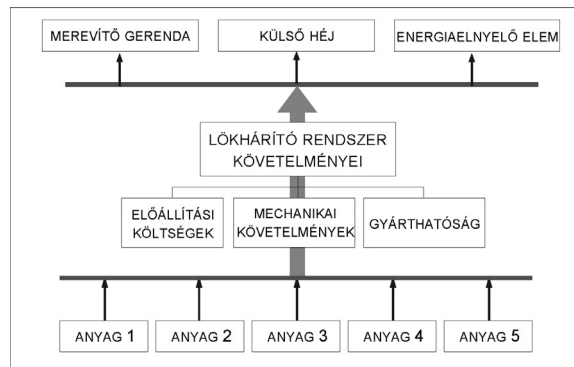


3. ábra. A leggyakoribb lökhárító felépítések

A tervezés során a lökhárító három fő komponens anyagának kiválasztásakor három kritérium kerül ellenőrzésre: megfelel-e az alapanyag a költség, a mechanika és a gyárthatóság követelményeinek. [3]

A 4. ábra a lökhárító anyagok kiválasztásának folyamatát mutatja be.

Az utóbbi pár évtizedben a kompozitok autóiparban való alkalmazása rohamos fejlődésnek indult, köszönhetően a magas szilárdsági jellemzőknek, továbbá a szilárdsági tulajdonságok rendkívül rugalmas beállítási lehetőségeinek.



4. ábra. Az anyagválasztás folyamatábrája

A kompozit szerkezetek tervezése és biztonságos alkalmazása érdekében azonban szükség van a kompozit alkatrészek szilárdságtani vizsgálatára, meghibásodási és tönkremeneteli folyamatainak megismerésére.

Ezt szolgálják a meghibásodást definiáló anyagmodellek, amelyek képesek leírni és kezelni a meghibásodás kezdetét és a tönkremenetel folyamatát.

Számos lehetőség van a kompozitokban ébredő feszültségek és alakváltozások meghatározására, azonban a gyors, pontos és megbízható eljárások numerikus módszerhez köthetők, ilyenek a végeselemes ütközési folyamatok leírására alkalmas explicit megoldók. [4]

A frontális ütközéskor megjelenítendő deformációs energia modellezéséhez a *crash szoftverek* képesek leírni a különböző anyagok teljes tönkremeneteli folyamatát.

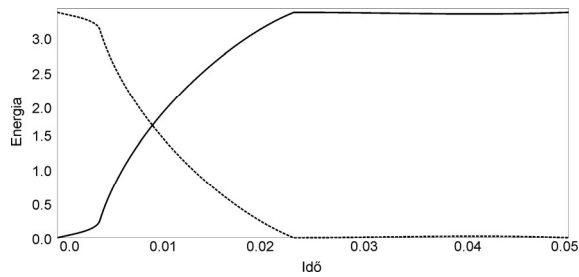
3. LÖKHÁRÍTÓ ÜTKÖZÉSI MODELLJE

A 5. ábra jól szemlélteti az ABAQUS/Explicit által szimulált lökhárító ütközési deformációját, nevezetesen a képlékeny alakváltozásban elnyelt energiát az ütközés különböző időpillanataiban.

A lökhárító kifejezetten energiaelnyelésre tervezett része, az ún. crashbox az ütközési energia jelentős részét képes alakváltozási energiává alakítani.

A szimuláció során a megadott idő feléig tart az alakváltozási szakasz, után már visszarugózás következik.

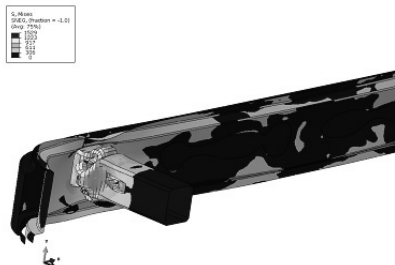
A szaggatott vonallal jelölt mozgási energia 0.02 s után teljesen eltűnik, átalakul folytonos vonallal jelölt belső energiává.



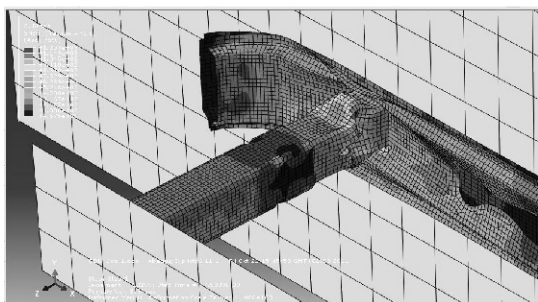
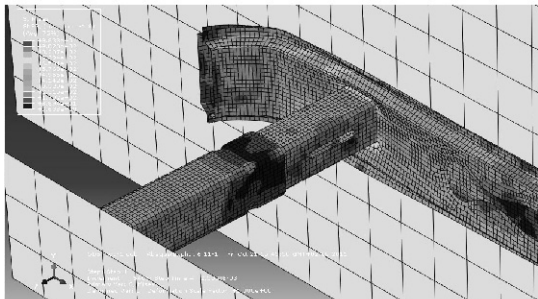
5. ábra. Az idő függvényében alakuló mozgási és belső energia

Az ütközésmóddal erősen nemlineáris dinamikai feladat, nagy deformációkkal, ahol maradós alakváltozás is bekövetkezik, így az anyagmodell plasztikus tartományt is tartalmaz. (6. ábra)

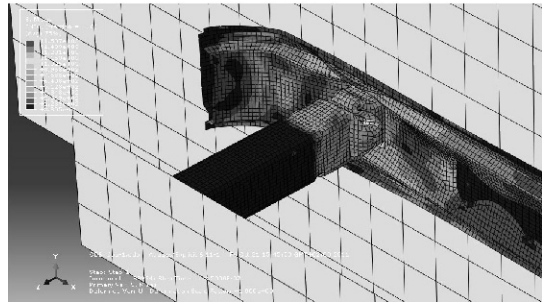
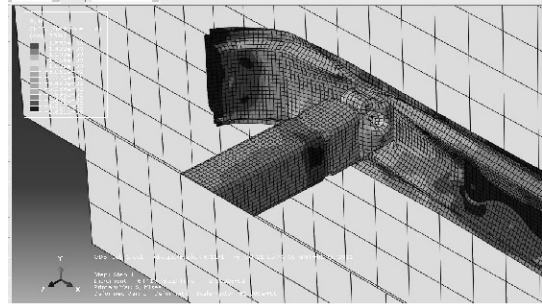
A lökhárítóhoz tartozó járművet egy tömegpont helyettesíti, ahol az ébredő feszültségeket és az alakváltozás mértékét a 7. ábra szemlélteti.



6. ábra. A von Mises feszültségek kialakulása a lökhárító modellen



7. ábra. Crashbox alakváltozása a szimuláció négy időpillanatában



7. ábra.

ÖSSZEFOGLALÁS

A törésesztekből, a balesetek elemzéséből levonható következtetés, hogy a deformációs folyamat során az energiaelnyelés dinamikus folyamat és az az energiaelnyelés függ a terhelés irányultságától.

Az anyagválasztás és a szimulációs módszerek fejlődése egyre jobban integrálódik a tervezés kezdeti szakaszában, ami hatékonyabb tervezési folyamatot tesz lehetővé.

A törésvizsgálatok szimulációjának fejlesztésében és a biztonságot növelő szerkezeti módosításokban jeleníthetők meg a további fejlesztések aktuális lehetőségei.

IRODALOM

- [1] HARMATI I., DR. VÁRLAKI P.: A deformációs energia eloszlásának modellezése baleseti járműtest deformáció esetén, A jövő járműve, 2007/1-2., p. 57-59.
- [2] VINCZE PAP S.: Autóbuszok méretezése frontális ütközésre, Anyagvizsgálók lapja, 2007/4, p. 129.
- [3] K.W. JOHNSON, P.M. LANGDON, M.F. ASHBY, Grouping materials and processes for the designer: an application of cluster analysis, Mate Des. 23 (1) 2002 1–10.
- [4] CAMANHO, P. P., C. G. DAVILA: Mixed mode Decohesion Finite Elements for the Simulation of Delamination in Composite Materials, NASA/TM-2022-200737, p. 1-30., 2002