

A laikus ember egészen különböző körülmények között is ugyanazt a kalapácsot szokta használni. A szakember különböző feladatok elvégzésére különböző tömegű kalapácsot használ. A kalapácsot sokféle speciális célra használhatjuk, de fizikai szempontból mindezek két alapvetően különböző tevékenységi körbe sorolhatók:

- a kalapálással alakváltoztatást akarunk létrehozni,
- a kalapált tárgyat (például egy szöget) valamilyen anyagba akarjuk beverni.

Felmerül a kérdés: mikor mekkora (milyen nagy tömegű) kalapácsot célszerű használni. Ennek eldöntéséhez vizsgáljuk meg az energetikai viszonyokat!

- 1) Tökéletesen rugalmatlan ütközés esetén az ütköző testek új, közös sebessége

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2},$$

ahol m_1 és m_2 a kalapács illetve a munkadarab tömege, v_1 és v_2 pedig a megfelelő sebességek az ütközés előtt. Szokásos körülmények között a kalapált munkadarab kezdetben nyugalomban van ($v_2 = 0$), így tehát $u = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$.

A munkadarab és a kalapács együttes mozgási energiája az ütközés után

$$E = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)u^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) \frac{m_1^2 v_1^2}{(m_1 + m_2)^2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{1}{2} m_1 v_1^2.$$

Mivel $\frac{m_1}{m_1 + m_2} < 1$, ezért E kisebb, mint a kalapács mozgásba hozatalakor befektetett $E_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$ energia. A $\Delta E = E_1 - E$ energiakülönbség fedezi a maradandó alakváltozás energiaszükségletét. Az alakváltozást célzó kalapálás hatásfoka eszerint legfeljebb

$$\eta = \frac{\Delta E}{E_1} = \frac{E_1 - E}{E_1} = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

lehet. (A tényleges hatásfok az itt kiszámított értéknél kisebb, hiszen az ütközés nem tökéletesen rugalmatlan.) A hatásfok annál nagyobb, a 100 %-ot annál jobban megközelíti, minél nagyobb a munkadarab tömege a kalapács tömegéhez képest. Tehát *amikor alakváltoztatás a célunk, érdemes kicsi tömegű kalapáccsal dolgozzunk*. Mivel a munkadarab tömege általában adott, az $m_2 \gg m_1$ célszerűségi feltétel úgy teljesíthető, hogy a munkadarabot nagy tömegű üllőre helyezzük.

2) Vizsgáljuk meg most a szögbeverés esetét! Kisebb tömegű kalapáccsal ütve — a fenti megfontolások szerint — a szög feje jobban deformálódik. Előfordul, hogy kicsi kalapáccsal esetleg be sem tudjuk verni a szöget (a szög elgörbül, vagy a feje belapul), míg nagyobb kalapáccsal ugyanaz a szög ugyanabba az anyagba nehézség nélkül beverhető. Szögeléskor a kalapács és a szög rugalmatlan ütközése után megmaradó E mozgási energia felhasználása árán nyomul a szög a fába, falba. Az ütközés hatásfoka (m_1 tömegű kalapács és m_2 tömegű szög esetén)

$$\eta = \frac{E}{E_1} = \frac{m_1}{m_1 + m_2},$$

s ez a hatásfok $m_1 \gg m_2$ határesetben (kalapácsra és szögre ez általában teljesül) majdnem 1, — jónak mondható. Az ütközés során elvesztett energia a vizsgált határesetben $\Delta E \approx \frac{1}{2} m_2 v_1^2$ (független a kalapács tömegétől). A baj nem is az, hogy a kalapács kezdeti mozgási energiájának kicsiny része, ΔE „káriba vész”, hanem hogy *káros célra*, a szög elgörbítésére fordítódik. A káros ΔE és a szükséges E energia arányát, vagyis az

$$\eta^* = \frac{\Delta E}{E} = \frac{m_2}{m_1}$$

hányadost kell tehát csökkentenünk, amit akkor érünk el, ha *szögbeverésnél minél nagyobb tömegű kalapácsot használunk*.

Takács Gábor