

HORDOZHATÓ KOVÁCSMŰHELY TERVEZÉSE

Varga Balázs

hallgató, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: va.ba1997@gmail.com

Takács Ágnes

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: takacs.agnes@uni-miskolc.hu

Absztrakt

A kovácsolás napjainkban egyre jobban visszatérni látszó foglalkozás, mely az információ és az oktató anyagok nagy száma és könnyű hozzáférhetősége miatt ma már nem csak teljes értékű szakmának, de kedvelt hobbitevékenységgé is számít. Elsősorban a hobbi kovácsok körében született meg az igény egy olyan szerkezetre, mely egybefoglalja a kovácsoláshoz szükséges alapvető eszközöket, oly módon, hogy ezek együttesen, helytakarékosan, valamint minél egyszerűbben mozgathatók, szállíthatók legyenek. A cikk egy hordozható kovácsműhely vázának néhány tervezési kérdésével foglalkozik.

Kulcsszavak: tervezés, hordozható kovácsműhely

Abstract

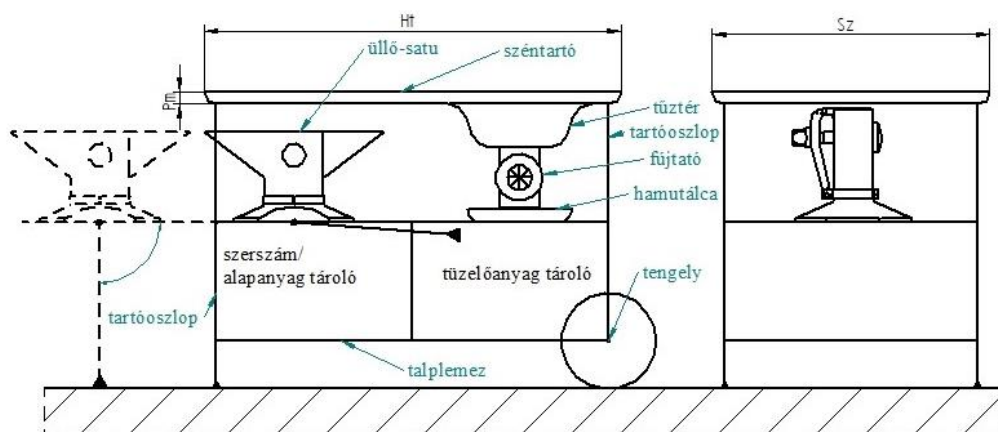
Forging is an increasingly recurring occupation these days, which is now not only a profession of full value, but also a popular hobby because of the large number and easy availability of information and educational materials. There was a need, primarily among hobby blacksmiths, for a structure that would bring together the basic tools needed for forging, so that they could be moved and transported together, as easily as possible. The paper deals with some design problems of a portable forge.

Keywords: design, portable forge

1. Bevezetés

A hobbi kovácsolás iránt érdeklődők számára az egyik legnagyobb probléma a szükséges eszközök beszerzése. A különböző kézi kovácsmunkák csak a helyesen megválasztott szerszámokkal végezhetők el. Alapműveletek szerszámjai: üllő (legfontosabb szerszám), különböző kalapácsok (kézi és ráverő kalapács), nyeles szerszámok (vágók, lyukasztók, simítók), segédszerszámok: üllőbetétek, alátétek, tűzfogók, gömbölyítők, fejező szerszámok stb. Kereskedelmi forgalomban, számos méretben és típusban különböző szerszámok megtalálhatóak. Kovácsoláshoz használható szerszámok külön-külön történő beszerzése, egyesével történő összeválogatása egy jól használható – akár fix vagy hordozható kialakítású „műhelyé” a kezdetekben nem egyszerű feladat. Erre a problémára jelenleg a piacon nem található átfogó megoldás. Általában házi készítésű szerkezetekkel lehet találkozni, amelyek jellemzően egymáshoz nem megfelelően illeszkedő részegységek (gyakran átgondolatlan), szakszerűtlen összerögzítésével készülnek. Ezek a szerkezetek elsősorban a patkolókovácsok körében terjedtek el, mivel a kezdetektől fogva ők dolgoznak ilyen és ehhez hasonló eszközökkel. Számukra is fontos, hogy munkájukhoz minden szükséges eszközt egyszerre tudjanak szállítani az adott munkaterületre.

A tervező munka célja, egy olyan szerkezet tervezése, mely a fent említett problémákra teljeskörű megoldást nyújt. A tervezési feladat a módszeres géptervezés klasszikus lépései mentén került kidolgozásra. A piac és a szabadalmaztatott megoldások alapos tanulmányozása révén számos koncepcióváltozat született, melyeket értékelve a célkitűzést leginkább kielégítő változat került részletes kidolgozásra. A tervezés során a legnagyobb kihívás annak megvalósítása, hogy az eredendően statikus felhasználásra tervezett eszközök kézi erővel történő mozgatása megvalósítható legyen, illetve egymáshoz rögzítésük úgy történjen, hogy a nagyobb távolságra való szállításkor esetlegesen fellépő behatásokat a szerkezet stabilan elviselje.



1. ábra. A teljes szerkezet vázlatos ábrája

2. A szerkezet vázának néhány tervezési kérdése

2.1. Vázát terhelő erők

A tartószerkezet méretezése során csak a hordozott részegységek statikus súlyát kell figyelembe venni, hiszen használati állapotban az üllőt érő dinamikus erőhatások a vázat nem, csak az üllő saját támaszát terhelik. Szállítási állapotban tehát csak az üllő, a kohó, és a széntartó statikus tömegéből adódó terhelést kell figyelembe venni, hiszen rendeltetés szerű használat esetén, (akadálymentes közlekedésre alkalmas talajon történő szállításkor) a talaj egyenetlensége miatt fellépő dinamikus terhelés elhanyagolható mértékű, a figyelembe vett biztonsági tényezők ezt a hatást kiküszöbölik. A kohóban egyszerre elhelyezhető maximális tüzelőanyag mennyisége a széntartó ürtartalmából és a tüztérben elhelyezhető kocsz meghatározott tömegéből adódik.

$$V_{tmax} = Sz \cdot H_t \cdot P_m = 386\text{mm} \cdot 645\text{mm} \cdot 20\text{mm} = 4979400\text{mm}^3 = \mathbf{0,00498\text{m}^3}, \quad (1)$$

ahol V_{tmax} : a maximális tüzelőanyag térfogata, Sz: széntartó belső szélessége, H_t : tüzhely (széntartó + tüztér) belső hosszúsága, P_m : a széntartó peremmagassága.

Az egyszerre használatban lévő tüzelőanyag tömege (m_t) a (2) egyenlet szerint számolható. Az alkalmazott tüzelőanyag kovácskocsz. A tüzelőanyag körülbelüli jellemző sűrűsége felhasználási állapotban $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$. (A sűrűség a durva granulátum állapotban meghatározott átlagos érték.)

$$m_t = (V_{sz} + V_t) \cdot \rho = (4,98 \cdot 10^{-3}\text{m}^3 + 6,528 \cdot 10^{-4}\text{m}^3) \cdot 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,81\text{kg} \approx \mathbf{3\text{kg}}, \quad (2)$$

ahol V_{sz} : széntartó térfogata, V_t : tüztér térfogata.

Az 1. ábrán látható, üllő elhelyezési magassága fölötti vázrészt, csak a tűztér tömege terheli. A legnagyobb teherbírás elérése érdekében a teljes vázat azonos szilárdságra kell méretezni, ezáltal használati állapotban a kohóban elhelyezhető legnagyobb munkadarab tömege megegyezik a váz teljes terhelésének (tüzelőanyaggal terhelt kohó ($m_t + m_k$), fűjtató (m_f), illetve üllő tömege ($m_{\ddot{u}}$)) és az üllő önálló tömegének különbségével (a váz teljes terhelésekor a hamutálca tömegét elhanyagoljuk). A fentiek alapján a vázat terhelő teljes tömeg (m_v):

$$m_v = m_t + m_k + m_f + m_{\ddot{u}} = 3\text{kg} + 7,847\text{kg} + 2,6\text{kg} + 38,627\text{kg} \cong 52\text{kg}. \quad (3)$$

A kapott terhelés a valóságban nem egyformán terheli a négy tartóoszlopot, azonban az egyszerű kialakítás és a kellő biztonság érdekében, azzal az egyszerűsítéssel kell élni, hogy a terhelés minden oszlopra teljes egészben hat. Ezért elégséges egy tartóoszlop méretét meghatározni, a legnagyobb terhelésre. A fentebb kiszámított tömegből a (4) egyenlet szerinti nyomóerő származik [1]

$$G_{max} = m_v \cdot g = 52\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cong 510\text{N}, \quad (4)$$

ahol G_{max} a vázat terhelő legnagyobb erő, g gravitációs gyorsulás, melynek értéke állandó: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

2.2. Tároló lemezt terhelő erők

Az egyszerre szállítható tüzelőanyag tömege csak önkényes megválasztással határozható meg, hiszen az egyszerre felhasznált tüzelőanyagmennyiség jelentősen függ az elvégzett munkafolyamatok minőségétől, mennyiségétől a munkadarab méretétől, anyagától a felhasználó szakértelmétől, gyakorlatától. Mivel nem határozható meg minimális tüzelőanyagigény a számítások során arra kell törekedni, hogy a tüzelőanyagtároló befogadóképessége, az egy személy által egyszerre kezelhető tömeghez igazodjon. A piackutatás kimutatta, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható tüzelőanyagok zsákos kiszérelés esetén, jellemzően 25 kg-os egységekben érhetők el, ezért összes tüzelőanyagmennyiségként ezzel az értékkel célszerű számolni. Az egyes műveletek elvégzéséhez szükséges kéziszerszámokat, a kovácműhely többi elemével együtt kell tudni a munkavégzés helyére szállítani, ezért azok együttes tömegét a váz terhelésének számításakor figyelembe kell venni. A kézikovácsoláshoz használt szerszámok a gyakorlatban rendkívül sokfélék, ám többségük csupán a kényelmesebb, gyorsabb munkavégzést segíti elő, jellemzően azonos jellegű munkadarabok készítésekor (pl. lapos fogó, alakos fogó, idomkalapács stb.) [2]. A tervezés során ezek a szerszámok a teljesség igényével nem vehetők számításba, ezért csak a feltétlenül szükséges, általános műveletekhez alkalmas szerszámok lettek figyelembe véve, melyek feltételezett össztömege 6 kg. A meghatározott terhelés összesen tehát:

- üllő össztömege ($m_{\ddot{u}}$) = 38,627 kg \approx 39 kg;
- kohó össztömege (m_k) = 7,847 kg \approx 8 kg;
- fűjtató tömege (m_f) = 2,6 kg (termékkatalógus alapján);
- tárolt tüzelőanyag tömege (m_{ti}) = 25 kg;
- kohóban lévő összes tüzelőanyag tömege (m_t) = 3 kg;
- szükséges kéziszerszámok össztömege (m_{sz}) = 6 kg.

Összesen: 83,6 kg. A felsorolt terhelések közül a tárolt tüzelőanyag, illetve a szerszámtömeg csak a tengelyeket, illetve a tárolórekesz padlólemezét terheli. A tárolásra szolgáló teljes térfogat az eddig meghatározott méretekből kiszámítható. Az 1. ábrán látható, a kovácműhely szerkezete. A tárolásra szolgáló térrész magassága, a tengelyvonalától, az üllőt tartó sín alsó felületéig tart. A talplemez, illetve az üllőtartó sín vastagsága a tároló térfogatához képest elhanyagolható, a tárolt tömeget jelentősen nem befolyásolja, ezért ezektől eltekintek. A tárolómagasság (M_i) így:

$$M_t = 780\text{mm} - (235\text{mm} + 137,5\text{mm}) = \mathbf{407,5\text{mm}}. \quad (5)$$

Az egyenes kialakítás miatt a szerkezet vízszintes területe a magassága mentén végig állandó, ezért a tároló alapterülete (T_t) megegyezik a széntartó perem, és oszlopszélesség nélkül vett alapterületével. Az alapterület a széntartó méreteinél alkalmazott jelölésekkel:

$$T_t = [S_z - 2 \cdot (P + \hat{A})] \cdot [H_t - 2 \cdot (P + \hat{A})], \quad (6)$$

$$T_t = [392\text{mm} - 2 \cdot (16,5\text{mm} + 20\text{mm})] \cdot [645\text{mm} - 2 \cdot (16,5\text{mm} + 20\text{mm})],$$

$$T_t = \mathbf{182468\text{mm}^2},$$

ahol T_t : a tároló alapterülete, S_z : széntartó szélessége, H_t : tűzhely (széntartó + tűztér) belső hosszúsága, P : a széntartó peremszélessége, \hat{A} : az állvány szelvény szélessége.

A teljes tároló térfogat (V_t) így:

$$V_t = M_t \cdot T_t = 407,5\text{mm} \cdot 182468\text{mm}^2 = 74355710\text{mm}^3 = \mathbf{0,074\text{m}^3}. \quad (7)$$

A tárolótérfogatot úgy kell felosztani, hogy az előzetesen meghatározott tárolt tüzelőanyag mennyiség elhelyezése biztosítva legyen a tároló többi részétől elkülönítve. A tüzelőanyag sűrűsége a korábbiaknak megfelelően $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$ [1]. A tárolható tömeg: $m_{\text{kocsz}} = 25 \text{ kg}$. A szükséges térfogat ezek alapján:

$$V_{\text{kocsz}} = \frac{m_{\text{kocsz}}}{\rho} = \frac{25\text{kg}}{500\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = \mathbf{0,024\text{m}^3}. \quad (8)$$

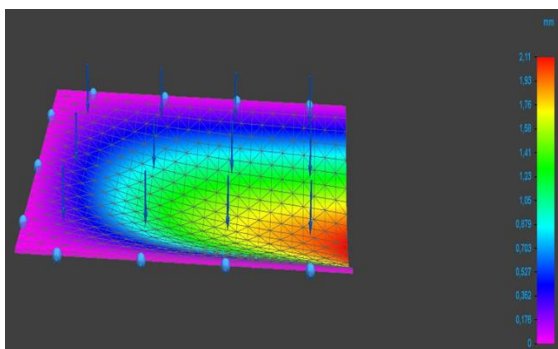
A fentiek alapján az alapanyag tárolására fennmaradó térfogat:

$$V_{\text{anyag}} = V_t - V_{\text{kocsz}} = \mathbf{0,024\text{m}^3}. \quad (9)$$

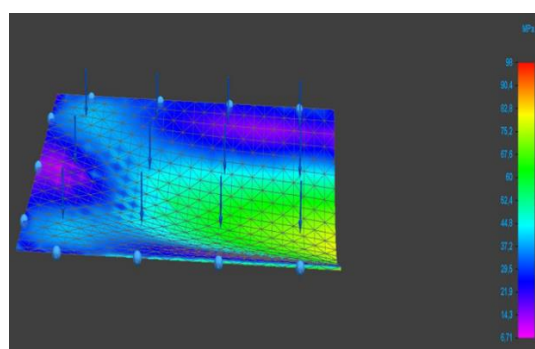
Ez az acél átlagsűrűségével számolva [3] ($\rho_{\text{acél}} = 7800 \text{ kg/m}^3$) 187 kg tárolható alapanyag tömeget jelent (10).

$$m_{\text{anyag}} = 0,024\text{m}^3 \cdot 7800\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{187\text{kg}} \quad (10)$$

A tárolókban elhelyezett tömeg terhelését az alaplemez és a tengelyek veszik föl. Az alaplemez terhelési állapotának vizsgálatára külön végeeselemes szimuláció került elvégzésre az alapanyag által terhelt, és a tüzelőanyag által terhelt részekben.

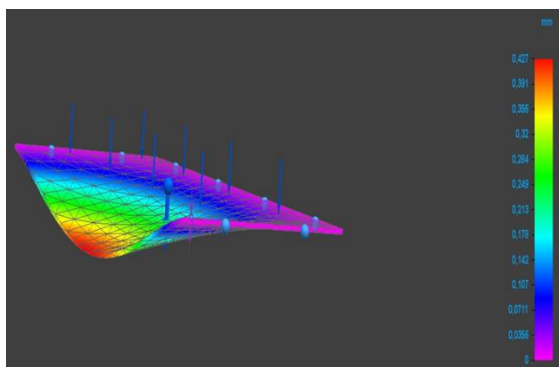


2. ábra. Alapanyag tároló talplemez elmozdulása, NX Nastran (2019.1)

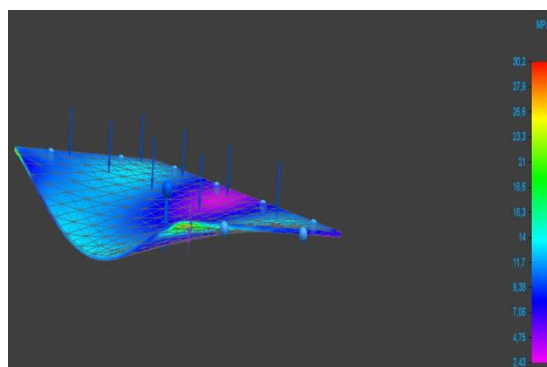


3. ábra. Alapanyag szállító talplemez feszültségi állapota, NX Nastran (2019.1)

Lemezvastagság: $s = 3$ mm mely tapasztalati úton, hasonló tárolószerkezeteket vizsgálva került megválasztásra, a vizsgálat a megfelelőség biztosítására szolgál. A 2. ábráról leolvasható maximális deformáció értéke: 2,11 mm. A kapott érték nem haladja meg az anyagvastagságot, és nem összemérhető nagyságrendű a talplemez elhelyezési magasságával, ezért a megfelelő működést nem befolyásolja. A 3. ábra alapján a talplemezben ébredő maximális feszültség $\sigma_{\max 1} = 98$ MPa. A lemez anyagára (S235JRG1) [3] jellemző folyáshatár $ReH = 235$ MPa. A folyáshatár értéke magasan meghaladja a maximális feszültség értékét. A fentiek alapján az alapanyag által terhelt talplemezrész szilárdságtani szempontból megfelel.



4. ábra. Tüzelőanyagtároló talplemezének deformációja, NX Nastran (2019.1)



5. ábra. Tüzelőanyag által terhelt talplemez feszültségi állapota, NX Nastran (2019.1)

A 4. ábrán látható, hogy a talplemez tüzelőanyag által terhelt részének legnagyobb deformációja: 0,427 mm. A kapott érték, a lemezvastagsággal, és az elhelyezési magassággal nem összemérhető, ezért a megfelelő működést nem befolyásolja. Az 5. ábra szemlélteti, hogy a talplemezben ébredő maximális feszültség $\sigma_{\max 2} = 30,2$ MPa. Mivel a két talplemezrész egy anyagból készül, a kapott érték ebben az esetben is nagyságrendekkel elmarad a folyáshatár értékétől. A fentiek figyelembevételével, a talplemezrész, és ezáltal a teljes talplemez szilárdságtani szempontból megfelel.

3. Összefoglalás

A tervezett kovácműhely a bevezetésben megfogalmazott követelményeket teljesíti, ám mint bármely termék esetében itt is van lehetőség további fejlesztésekre. Annak érdekében, hogy a munkavégzés teljes mértékben független lehessen az elektromos csatlakozás lehetőségétől a fűtató módosítható, egy szükség esetén kézzel vagy lábbal hajtható változatra. A tüztér geometriájának változtathatóvá tétele a különböző jellegű munkadarabok szélesebb spektrumában biztosíthatja a megmunkálhatóságot (pl. lehetővé teszi hosszú rúdszerű munkadarab egyenletes hevítését) Az üllő magasságának, helyzetének talajviszonyokhoz igazodva történő beállítását lehetővé tenné egy magasságváltoztatásra képes üllőtámasz. A szállítás tovább egyszerűsíthető, ha a szerkezet kerekeit saját hajtással (pl. villanymotor) látjuk el. Belátható tehát hogy a szállítható kovácműhely tervezésének feladata a későbbiekben tovább folytatható, a szerkezet további igények kielégítésére is alkalmassá tehető.

4. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi

fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Szalay, B.: *Fizika*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979, ISBN 963 10 2661 2
- [2] Szabó, L.: *Szabadalakító kovácsolás*, Miskolc, 2001 (elektronikus jegyzet)
- [3] Herczeg, I.: *Szerkesztési atlasz*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976, ISBN 963 10 0790 1
- [4] Palotás, Á. B.: *Ipari tüzeléstechnika*, elektronikus jegyzet, készült: „Korszerű anyag-, nano- és gépészeti technológiákhoz kapcsolódó műszaki képzési területeken kompetencia alapú, komplex digitális tananyag modulok létrehozása és on-line hozzáférésük megvalósítása” TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0001, Miskolc, 2011.
- [5] Szemmelveisz, T.-né, Palotás, Á. B., Kapros, T., Póliska, Cs., Nagy, G., Baranyai, V. Zs., Woperáné Serédi, Á., Szűcs, I.: *Hevítéstechnológia energiagazdálkodási és környezetvédelmi vonatkozásai*, elektronikus jegyzet. Miskolc, 2011.
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001_1A_A2_01_ebook_hevitestecnologia_energiagazdalkodasi_es_kornyezetvedelmi_vonatkozasai/adatok.html