

MŰSZAKI FELÜLETEK OSZTÁLYOZÁSA MIKROTOPOGRÁFIAI PARAMÉTEREK ALAPJÁN

CLASSIFICATION OF ENGINEERING SURFACES BASED ON MICROTOPOGRAPHIC PARAMETERS

*Dr. Czifra Árpád egyetemi docens, Óbudai Egyetem, Gépészeti és Biztonságtudományi Intézet,
Dr. Horváth Sándor címzetes egyetemi tanár*

ABSTRACT

Expert systems are useful engineering tools in modern machine design. Tribological importance of engineering surfaces and new production techniques means such a complex task that development of expert system in surface roughness characterisation is relevant. In our work a new method of surface roughness characterisation is presented such as a basic concept of surface classification expert system.

1. BEVEZETÉS

Műszaki felületek jellemzésére, a felületi érdesség mérésére számos módszer, technika ismert. Ezeket részben szabványok tartalmazzák [1, 2, 3] részben a szakirodalom ad új és új módszereket [4, 5].

A tribológiai folyamatok egyre mélyebb megértésének igénye, valamint a gyártástechnológia dinamikus fejlődése olyan új kihívásokkal állítja szembe a felületminőséggel foglalkozó szakembereket, melyek megválaszolása túlmutat a mindennapi érdességmérés eszköztárán, ismeretanyagán.

Az érdes felületek tribológiai viselkedésének leírása számos nehézséget hordoz magában: az egyes tribológiai folyamatok eltérő topográfiai sajátosságokkal hozhatók kapcsolatba, ezért a felület rendkívül széleskörű, ugyanakkor specifikus értékelésére van szükség ahhoz, hogy pontos megállapításokat, előrejelzéseket tehessünk. Barányi és társai [6] abráziós kopás kezdeti szakaszára adnak topográfiai tervezési eszközt munkájukban. A kidolgozott algoritmus nagyon jól használható, ugyanakkor nagyon célorientált.

Hasonlóan az új vagy a korábban megismerttől eltérő gyártástechnológiai eljárások a felületek újra-értékelését követelik meg. Horváth és Drégelyi-Kiss munkájukban [7] alumínium finom esztergálására végeztek vizsgálatokat és keresték meg azokat az

érdességi paramétereket, melyek képesek hatékonyan jellemezni a technológiát.

Jelen munkánk célja annak feltérképezése, hogy nagyszámú topográfiai paraméter használatával létrehozható-e olyan „szakértői rendszer”, mely képes a felületek osztályozására, besorolására a meglévő adatbázis ismereteire támaszkodva

2. ELMÉLETI HÁTTÉR

Érdesség méréssel foglalkozó szakemberek jól tudják, hogy egyes felületek pusztán vizuális úton is csoportosíthatók pl. megmunkálási módjuk, vagy kopási jellegük alapján. Az esztergált felület jellegzetes nyomai jól követik a megmunkálás kinematikáját (csavarvonal), illetve tükrözik a forgácsoló szerszám élgeometriáját. Erre a tapasztalatra épülnek azok az elméleti modellek, amik a forgácsolás paramétereiből, a szerszám élgeometriájából vezetik le az elméleti felületi érdességet [8].

Hasonló módon a tribológusok is ismerik azokat a felületi sajátosságokat, amik egy-egy kopási mechanizmusra utalnak. Ilyen például a felületi kifáradás jelensége, ahol a felszínen megjelenő gödröcskék a pitting jelei. Számos kopási esetre találunk példát Tallian [9] tönkremeneteli atlaszában.

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy az egyes tribológiai folyamatokhoz – tribológiai folyamatnak tekintve minden felületképző eljárást – sajátos mikrogeometriai, mikrotopográfiai tartozik. Ez alapján a hasonló tribológiai tulajdonságú felületek – legyen szó újonnan gyártott, működésre váró felületről, vagy éppen üzemből kiemelt, kopási nyomokat viselő topográfjáról – kategorizálható, csoportosítható a hasonló felületi tulajdonságai alapján.

Sajnos a topográfiai sajátosságok egyértelmű azonosítására nincsenek egzakt módszerek, ezért a csoportosítás alapjául a műszaki felületek 3D-s érdességméréséből származó 16 kiválasztott paraméter kombinációját választottuk. Ez a 16 paraméter

az ÓE-BGK fejlesztésében elkészült Surf3D szoftver által került meghatározásra. Négy kategóriába sorolva az alábbi paramétereket használtuk. Az egyes paraméterek értelmezése megtalálható a [2, 4, 10] szakirodalmakban.

Amplitúdó paraméterek:

- A felület középsíkjától való eltérések számtani középértéke (S_a),
- A felületi középsíktól való geometriai eltérések középértéke (S_q),
- A felület tíz pont magassága (S_z),
- A felületi topográfia magasságeloszlásának aszimmetriája (S_{sk}),
- A felületi topográfia magasságeloszlásának hegyessége (S_{ku}),

Térközi paraméterek:

- Felületi csúcspűrűség (S_{ds}),
- Alak karcsúság (S_{tr}),
- Auto-korrelációs hossz (S_{al}),

Hibrid paraméterek:

- A felület mikrogeometriai hajlásának geometriai középértéke ($S_{\Delta q}$, S_{dq}),
- A felületi csúcsok görbületeinek számtani középértéke (S_{sc}),
- A felületi csúcsok sugarainak számtani középértéke (S_{sr}),
- Felületarány (S_{dr}),

Működési paraméterek:

- Hordozófelület arány (S_{tp}),
- Hordozófelületi jelzőszám (S_{bi}),
- A magzóna folyadékmegtartási tényező (S_{ci}),
- A völgyzóna folyadékmegtartási tényező (S_{vi})

A vizsgálatok a kutatás jelenlegi fázisában arra irányulnak, hogy ez a 16 paraméter alkalmas-e arra, hogy egy-egy felületet – a meglévő adatbázis alapján – besoroljon egy adott osztályba. Távlati célként azonban megfogalmazható egy olyan tribológiai tervezést segítő szakértői rendszer létrehozása, mely egy legyártott felületet képes tribológiai szempontból osztályozni (ha erre fel van készítve a rendszer) és így rengeteg idő és tribológiai kísérlet spórolható meg.

3. AZ ALGORITMUS MŰKÖDÉSE

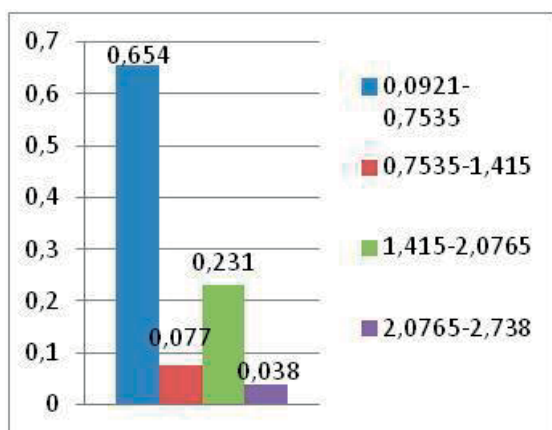
Az algoritmus működésének alapja egy adatbázis, mely jelen munka során három megmunkálási kategóriába sorolva tárolta a felületek korábban bemutatott 16 paraméterét. A három megmunkálás az esztergálás, marás és köszörülés volt. Mindhárom forgácsoló eljárás, a három technológia egyértelműen eltérő jellegű topográfiával rendelkezik, ugyanakkor

az átlagos érdesség – mint leggyakrabban alkalmazott paraméter – sok esetben átfedést mutat az egyes technológiák között. Az esztergálásnál 20, a köszörülésnél 26, a marásnál 23 mért topográfiával rendelkezünk; ezek képezték a rendszer „bázisát”. Fontos kiemelni, hogy ilyen nagyszámú bemeneti változó (16) mellett ez a darabszám igen kicsinek tekinthető, tehát a megbízhatóság előreláthatóan igen alacsony. Ennek korrigálása érdekében bevezettük az egyes paraméterek súlyozó tényezőit, ami az adatbázisban szereplő értékek „eloszlásának” függvényében 4 súlyozó tényezőt különböztet meg. Erre mutat példát az 1. táblázat és az 1. ábra. Az 1. táblázat tartalmazza a köszörült felület S_a átlagos érdesség paramétereit, míg az 1. ábra ezen paraméterek eloszlását mutatja úgy, hogy a minimum és maximum S_a értékek között 4 szintet különböztet meg. A súlyozó tényezők az adott szintbe eső mérések darabszámának és az összes darabszámnak a hányadosaként adódnak. Természetesen a négy súlyozó tényező összege így 1-re adódik. Minimális értéke: 1/összes darabszám; elméleti maximális értéke: (összes darabszám-3)/összes darabszám. Minden olyan mérés, ami az adott intervallumon kívül esik besorolás tekintetében 0 súlyozó tényezővel szerepel.

1. táblázat. Köszörült felületek S_a paramétereit

No	S_a [μm]	No	S_a [μm]	No	S_a [μm]
1.	0,616	10.	1,355	19.	0,189
2.	0,632	11.	1,682	20.	0,199
3.	0,593	12.	1,422	21.	0,224
4.	0,627	13.	1,764	22.	0,302
5.	0,760	14.	1,767	23.	0,522
6.	0,652	15.	0,207	24.	0,559
7.	1,704	16.	0,231	25.	0,092
8.	1,441	17.	0,285	26.	0,306
9.	2,738	18.	0,223		

Az 1. ábra eloszlása két dologra hívja fel a figyelmet. Az egyik a korábban említett alacsony mérési darabszám, ami miatt rendezetlen az eloszlás görbe (jellege távol esik pl. a Gauss eloszlástól). Másik a tartomány szélessége, ami 0,09 μm -tól 2,7 μm -ig terjed. Marásnál ez a tartomány 0,54-4,8 μm , míg esztergálásnál 0,19-2,98 μm . Tehát az átfedés jelentős. Ugyanez elmondható a legtöbb vizsgált paraméter esetén is.



1. ábra. Sa paraméter súlyozó tényezői köszörült felület esetén

Az algoritmus működése során egy-egy új felület értékelésénél a rendszer bekéri a topográfiai 16 vizsgált paraméterét, majd minden megmunkálási típusra súlyozza mind a 16 paramétert. Azaz, ha egy „új” felület Sa paramétere 1,5 µm, akkor a köszörülésnél az 1. ábra alapján a zöld tartományba esik és a 0,231 súlyozó tényezőt kapja. Hasonlóan minden megmunkálásra. A szoftver végül összegzi mind a 16 paraméterből származó súlyozó tényezőket minden megmunkálásra és ad egy hasonlósági számot mindhárom gyártástechnológiára. A hasonlóság (H) elméleti maximális értéke a 16 paraméter maximumából:

$$H = 16 \cdot \frac{\text{Összes darabszám} - 3}{\text{Összes darabszám}} \quad (1)$$

Jelen adatbázisok esetén az elméleti maximum 13,6-14,1 közé esik adatbázistól függően. A mérések darabszámának növelésével az elméleti érték maximuma közelít a 16-hoz. A későbbiek során ez lehetőséget ad a normalásra és %-os megadásra, jelen esetben ezzel nem éltünk.

Az eljárás végeredménye egy hasonlósági fok lesz, ami egyik megmunkálásnál magasabb, míg a másiknál alacsonyabb érték. A három közül a legmagasabb érték feltételezi a legnagyobb hasonlóságot.

4. MÉRÉSEK

Az adatbázis feltöltéséhez és az algoritmus teszteléséhez különböző műszaki felületek kerültek lemérésre. A méréseket Mahr típusú 3D-s metszettepintós érdességmérő készüléken végeztük az OE, Bánki Donát Gépész és Biztonsástechnikai Mérnöki Kar Topográfiai

laboratóriumában. A mérések GD-120-as vontatóval, MFW 250 típusú, 90°-os csúcshögű, 5 µm csúcscsugarú tapintóval készültek. Minden felületről 1x1 mm topográfiai felvétel készült, a lépésköz 2x2 µm volt mindkét irányban. A felületek szűrése kizárólag a munkadarab alakjának kiszűrésére szolgált, így sík darabok esetén lineáris szűrőt, míg hengeres darabok esetén másodfokú alakszűrőt alkalmaztunk.

4. EREDMÉNYEK

Az elkészült algoritmus tesztelésére egy esztergált, egy köszörült és két mart felület adatait használtuk fel. A cél minden esetben az volt, hogy megnézzük képes-e és ha igen, milyen pontossággal képes felismerni az algoritmus az adott megmunkálású felületet.

2. táblázat. Hasonlósági fokok a négy tesztfelület esetén (T1-mart, T2-mart, T3-köszörült, T4-esztergált)

	Hasonlósági fok a megmunkálási adatbázissal		
	Köszörülés	Marás	Esztergálás
T1	2.8846	4.6956	2.9499
T2	3.5384	5.0869	2.7
T3	6.2307	5.9565	5.35
T4	6.5769	3.6087	6.5

A 2. táblázat foglalja össze az eredményeket. Vastagon kiemelve szerepel az a szám, aminek a legnagyobbak kellene lennie a 3 közül, azaz ami a tesztfelület valódi megmunkálását mutatja, míg dőlt betűvel a maximális érték.

A vizsgálatok fontos kérdése volt, hogy az algoritmus képes lesz-e arra, hogy felismerje a felületeket, amiket egy-egy paraméter alapján képtelenek voltunk elkülöníteni. A négy tesztfelület esetén kettőről (T1, T2) határozottan helyes eredményt ad az algoritmus. A T1 és T2 felület marási megmunkálás; a hasonlósági fok mindkét esetben jóval magasabb a marás esetén, mind a másik két megmunkálásnál. A T3 köszörült felület esetén helyesen a köszörülést azonosítja megmunkálásként az algoritmus, de itt nagy a bizonytalanság, mert a hasonlósági fok a másik két megmunkálásra is igen magas. Mindkettőre magasabb, mint a T1 és T2 felületeknél a helyes detektálási érték. A T4 (esztergált) felület esetén az azonosítás hibás. A szoftver köszörülés esetén mutatja a legnagyobb hasonlóságot, bár az eltérés az

esztergáláshoz képest elhanyagolható. Itt a marás egyértelműen kizárható, mint lehetséges megmunkálás.

A vizsgálatok következő fázisában két változtatást végeztünk az algoritmuson. Az egyik az Ssr – átlagos csúcssugár paraméter elhagyása volt, mert ez az Ssc – átlagos görbület paraméter reciprok értéke, így együttes alkalmazásuk egy topográfiai sajátosság fölül súlyozását jelenti. A másik változtatás az Ssk/Sku paraméterhányados bevezetése volt. Korábbi kutatások (ld. [7], [10]) igazolták, hogy ezen paraméterek egymáshoz való viszonya fontos tribológia sajátosságokat tükröz; nevezetesen a topográfia hordfelületi viselkedését. A két paraméter csak együtt képes ezt a tulajdonságot kifejezni, külön-külön nem adnak elégséges információt. A változások hatását a T3 tesztfelületen próbáltuk ki, mert itt mutatott mindhárom megmunkálás erős hasonlóságot a tesztfelülettel.

Az eredményeket a 3. táblázat összegzi. A bevezetett módosítások hatására az azonosítás sokkal stabilabbá vált: a köszörülési megmunkálás hasonlósági foka megnőtt, míg a másik két megmunkálása lecsökkent. Különösen jelentős a változás a marás esetén, ami az eredeti algoritmusnál még a köszörüléshez mérten nagy hasonlósági fokot mutatott, de a módosított algoritmussal egyértelműen kiszűrhetővé vált.

3. táblázat. Hasonlósági fokok a T3 – köszörült felületnél az eredeti és a módosított algoritmussal

	Hasonlósági fok a megmunkálási adatbázissal		
	Köszörülés	Marás	Esztergálás
T3	6.2307	5.9565	5.35
T3-új	6.3462	5.0343	5.05

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett kísérletek és mérések eredményeként az alábbi következtetéseket fogalmazhatjuk meg műszaki felületek osztályozó algoritmus kapcsán:

- A megvalósított algoritmus képes műszaki felületek azonosítására
- A megbízható azonosításhoz nagy méretű adatbázis szükséges. A meglévő 20-25 felület nem ad megfelelő pontosságot.
- A kiértékelésben szereplő paraméterek egymáshoz való viszonya fontos információkat tartalmaz. Az Ssk/Sku

hányados alkalmazása jelentősen javítja a kiértékelés hatékonyságát.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak Lengyel Zoltán hallgatónak a mérések és az algoritmus kivitelezésében nyújtott segítségért!

7. IRODALOM

- [1] EN ISO 4287 Geometrical Product Specification (GPS) - Surface texture: Profile method. Terms, definitions and surface texture parameters (1997)
- [2] ISO/DIS 25178-2: Geometrical product specification (GPS) - Surface texture: Areal - Part 2. Terms, definitions and surface texture parameters (2012)
- [3] VDA 2007 Oberflächenbeschaffenheit Definitionen und Kenngrößen der dominanten Welligkeiten (2006)
- [4] Palásti K B, Kovács K.: Műszaki felületek mikrotopográfiájának jellemzése háromdimenziós paraméterekkel GÉP (8) pp. 19-24. (1999)
- [5] I. Barányi, Á. Czifra, G. Kalácska: Height-independent topographic parameters of worn surfaces, SUSTAINABLE CONSTRUCTION & DESIGN 1: pp. 35-40. (2011)
- [6] István Barányi, Róbert Keresztes, Zoltán Szakál, Gábor Kalácska: Prediction of Surface Roughness Parameters by New Experimentally Validated Modelling Algorithm under Abrasive Condition; ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA 13:(7) pp. 197-208. (2016)
- [7] Horváth Richárd, Drégelyi-Kiss Ágota: Analysis of surface roughness of aluminium alloys fine turned: united phenomenological models and multi-performance optimization MEASUREMENT 65: pp. 181-192. (2015)
- [8] Palásti-Kovács Béla, Bíró Szabolcs, Sipos Sándor: A felület rejtelméi I. rész: A forgácsolt felület mikrogeometriájának jellegzetességei MŰSZAKI KIADVÁNYOK 2014:(május) pp. 3-9. (2014)
- [9] T. E. Tallian: Failure Atlas for Hertz Contact Machine Elements, ASME Press (1999)
- [10] D.J Whitehouse: Handbook of surface metrology, Inside of Physics Publ., Bristol (1994)

„KÜLCSINY, KÜLLEM / HARC”
NÖVÉNYEKNÉL, ÁLLATOKNÁL, EMBEREKNÉL

„CUT OF SY’ S RIG / BATTLE”
FOR PLANTS, ANIMALS, PEOPLE

DARABOS ANITA DLA, BME Gép - és Terméktervezés Tanszék

ABSTRACT

„All things in nature have a shape...that tells us what they are.” Louis Sullivan: The Tall Office Building Artistically Considered 1896

1. BEVEZETÉS

Jelen cikk eddigi kutatásaimnak a folytatásaként, egy nagy egésznek a részeredményeit jelenítik meg. Környezetünk szinte minden aspektusában találunk ember által készített tárgyakat, eszközöket, épületeket, melyeknél hasonlóságot fedezhetünk fel a természetben fellelhető alkotásokkal. Az eszközkészítés mindig egy probléma megoldásának igényéből fakad, amelyek a növény, állat vagy az ember esetében hasonlóak lehetnek.

2. GENETIKAI INFORMÁCIÓ A KÜLSŐ
MEGJELENÉSHEZ, FORMÁHOZ - NÖVÉNYEK
MEGOLDÁSAI, ÖSSZEHASONLÍTÁSBAN AZ
ÁLLATTAL

A növényeknek életük során hasonló feladataik, hasonló megoldandó problémáik vannak, mint az állatoknak, embereknek.



1-2. ábra. Toboz növény - Tobzoska állat (*Rubiginosa*)

Azonos probléma, védelem, védekezés mindkét fajnál azonos forma megoldást eredményezett.

„Minden dolognak a természetben van formája...hogy elmondják nekünk mik ők” Louis Sullivan : The Tall Office Building Artistically Considered 1896

Tobzoska harc az élelemért, ez nem egyszerű rövid ideig tartózkodhat csak a természetvárnál.



3-4. ábra Tobzoska közlekedése

Teste védelme a toboz szerkezettel megegyező páncélzat. A mag védelme, míg beérik. A megfelelő évszakban, hőmérsékleten kinyílik és kiesik a mag.



5. ábra. A toboz beért, kiszáradt, a magvak kihullnak

3. MEGHÖKENTŐ FORMAI MEGOLDÁSOK -
GENETIKAI KÜLÖNLEGESSÉGEK

Vagy az életben maradás sajátos kísérleteinek eredményéből születtek. Növény – Állat azonos, megtévesztő alakban. Az evolúció során a **mimikri** az adaptáció azon formáját, eredményét jelöli, amikor egy élőlény felveszi vagy utánozza egy másik élőlény vagy a környezet mintáját, színét, külalakját, szagát, viselkedését. A megtévesztő alkalmazkodás célja lehet önvédelem, ilyen eset az álcázás, más néven **kamuflázs**, ami a környezetbe való beolvadást jelenti. Az önvédelem másik módja a *Mertens-féle mimikri*, amikor az élőlény egy másik, veszélyes élőlény külsejét ölti fel, elriasztva így a rá nézve fenyegető ellenfeleket. A megtévesztés másik lehetséges célja a zsákmány sikeres megközelítése, aminek egy válfaja a Peckham-féle vagy **agresszív mimikri**, ilyenkor a ragadozó a zsákmány fajtához vagy egy arra veszélytelen élőlényfajtához válik hasonlónak (farkas a báránybőrben).

Az alkalmazkodás aktív formájának a sebessége változatos lehet. A polip egyetlen másodperc alatt képes a terep színéhez, mintázatahoz igazodni, más élőlények egy új terepen való huzamosabb tartózkodás esetén igazítják a külsejüket a környezethez. Az evolúciós mimikri viszont számos generáción át formálódik, és a természetes szelekció elve alapján éri el végül a fajta az olykor megdöbbentően tökéletes hasonlóságot. Az evolúciós mimikri is változhat az egyed élete folyamán, például a rejtő szín cseréje az évszaknak, az időszaki növényzetnek megfelelően, illetve a változó életkor, életmód szerinti rejtő szín viselése.



6-8. ábra. Botsáskák faág vagy levél alakot utánozva



9-10. ábra. Bot és levél alakú botsáska



11. ábra. Szakadt sériült levelet utánozó botsáska

BOTSÁSKÁK

120 millió éves botsáska fossziliát találtak Kínában. Álcázás képessége már kora krétakorban, páfrányfenyő rokona volt a növény, amit utánozott. A rovar képes a növény levelének képét, formáját, színét magára öltetni.

De ha ilyen korai szakaszban ez már így jelen van, talán mondhatnánk azt is, hogy egy bevált formai alak jelen van egyszerre két különböző fajnál is. Hiszen így biztosítja az életben maradás lehetőségét.

Egyes zengőlegyek például mind színükben, mind mintázatukban és viselkedésükben kifejezetten hasonlítanak méhekhez és darazsakhoz, de teljesen ártalmatlanok. A lódarázs kinézetét remekül utánozza az ártalmatlan üvegszárnyú lepke. Egyes trópusi lepkék, vagy a hazánkban is honos pápaszemes lepke, egy-egy feltűnő foltot viselnek két szárnyukon. Sok esetben a hátsó foltpáros a nagyobb. Kétféle módon téveszti meg a ragadozókat: egyrészt szemeket utánozva egy nagyobb állat fejét imitálják; másrészt, ha támadásra kerül sor, a ragadozó a szárnya, és nem az állat sérülékeny fejére támad.

4. A TANULT ÉS ELSAJÁTITOTT INFORMÁCIÓ A KÜLSŐ FORMA KIALAKÍTÁSÁHOZ - ÁLLATOK MEGOLDÁSAI, AZ EMBER ÁLLTAL ELSAJÁTITOTT, FELHASZNÁLT ALAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Védelem, külső kialakítás az ember esetében harci védő ruha vagy totemikus alak. A földrészek domináns egyedei, egyedi sajátosságos alakot hoznak létre, de mindig az ott élő növények és állatok sajátosságos megoldásait és alakját átvéve. pl.:

AMERIKAI INDIÁNOK, SZAMURÁJOK, RÓMAI KATONÁK



12-13. ábra Szarvasbogár, *Lucanus cervus*



14-15. ábra Szamuráj harcosok harci páncélja

Nem véletlen a hasonlóság, tisztelték csodálták a szarvasbogarak kitaró vad harcát. Kakasviadalokhoz hasonló módon szarvasbogár harcokkal töltötték idejüket. Ha a szarvasbogarat idéző harci páncélok hozták létre, a külsejükkel azonosultak úgy vélhették, hogy a harci módjuk, kitarásuk is átszellemülten velük vannak. A természeti környezettel szoros kapcsolatban élő emberek gondolkodásmódjára ez jellemző.

A hinduizmusban a föld, levegő, ég, a természet hierofanikus, vagyis, hogy megjeleníti és megtestesíti a szellemi birodalmat. A törzsi kultúrák számára a természet leginkább egy metafizikusan áttetsző helyszín, amelyben a szellemi valóság alakot tud öltetni.

5. INDIÁN HARCOSOK, TOTEMEK

Sok ősi kultúrában csakúgy, mint az indián hagyományokban az állatvilág és az ember közötti kapcsolat sokkal mélyebb, mint a modern életszemléletben. Az őz, szarvas, vidra, sas – totem állat és a klán spirituális világnézet – totemimádatként van jelen. Az ember és a természet milyen formákban képes megjeleníteni az erendő szellemiséget.



16. ábra. Totem oszlop



17-19. ábra. Indián harci öltözetek

A harcosokra épülő kultúrák erkölcsi alapelvei: „primitív vagy barbár” harcos szemléletmód lakota-sziú, pauni, hjuron, azték harcosok „A dicső halál jobb a szégyenletesen élt életnél.” Az egyén tettei határozzák meg a túlvilági lét minőségét. **A természet, mint szellemi létforma.** Néhány állatnak és földrajzi képződménynek mindig is volt spirituális jelentősége a törzsi népek között. A sas, a sólyom, a varjú, a bagoly, a pézsmapatkány, a vidra, az őz, a bölény, a hegyek és folyók, a meredélyek és sziklaszirtek mind olyan vonásokkal rendelkeznek, amelyek által a törzsi hagyományokkal kapcsolódnak. A láthatatlan világ testesül meg bennük.

6. RÓMAI KATONÁK HARCI ÖLTÖZETEI

Egy óriás birodalom, mely lehetőséget adott a találmányok és újdonságok széleskörű elterjedésének. A vándorló területhódító életmód, sokelemes szétszedhető, szállítható tárgyat eredményezett. A páncélok kialakításánál előkép minden bizonnyal a hadjáratok során megismert sok különleges állat páncélja, mely állatok sokszor táplálékként is szolgáltak.



20-21. ábra. Római páncélat pikkelyes fém lamellákból



22-23. ábra. Harci elefánt páncélzata

A páncél megfélemlíti az ellenfelet, védelmezi az állatot.



24-25. ábra. Tatú fontos mozgási osztásfelületek



26. ábra. Pirula bogár, tökéletes páncélat

A lágy érzékeny testrészek védelme, páncél felületekkel. A mozgás megfelelő szelvénybontást igényel. Ezt a felosztást a pirula bogár tökéletesen megoldotta.

7. NAGY NÉPEK EGYENRUHÁI - MADÁR RAJ - SAKKFIGURÁK JÁTSZMÁJA – AZONOSÍTÁS FONTOSSÁGA



27-28. ábra. Napóleon és serege egyenruhája



29. ábra. A brit sereg egyenruhája



30-32. ábra- Scarlet Tanager, kardinális pintyfélé

A Waterloo csata győzelme egy kutatás szerint ennek az egyenruhának köszönhető. A Durhami Egyetem kutatása szerint a vörösben pózoló férfiak emelkedett dominanciát is sugároztak. A kutatók szerint Napóleon kékruhás alakulatai egyértelmű lélektani hátrányból indultak a waterlooi csatában.

Az egyenruhák a harci szokások, közelharc keveredése kuszaságában fontos volt az azonosítás.



33. ábra. Waterloo csata

A fegyverek és harcászati szokások megváltoztatták a külső, kultúrára elvárásait. Azonosulni a példaképnek tekinthető állatok külsejével vagy védőruha, vagy megkülönböztető jól látható szín, vagy éppen az ellenkezője elrejtő.

8. ÉNEKES MADARAK, VÁNDORMADARAK



34-35. ábra. Fecske Hirundinidae „szabadság madara”



36. ábra. 1807. Francia köztársasági egyenruha

Madarak feltűnő színe, kolóniákban élők, és csoportokban vándorlok esetében ez információ. Gyere velünk, ha hozzánk tartozol? A has és hát mező eltérő, ez is lehet plusz információ, a kommunikációban, pl.: irány, elől hátul. Ez az egyenruháknál is fontos, ami kapcsán itt megemlítettem a vándormadarak fajtáját.

A közlekedő autó rajoknál este ugyanez az információ jelenik meg, elől fehér lámpa hátul piros, így azonnal érzékeljük merre halad a csapat.

9. JELENKORI ÁLCA EMBER ÉS KÖRNYEZETE, HARCIS KÜLSŐ



37- 40. ábra. Katonai álcaruhák, a beolvadás



41. ábra. Az adott környezet hasonmás színei és formái.



42-44. ábra. Harci álcázás az embernél



45. ábra. Rejtőzködő gyík



46. ábra. Camouflage béka - rejtőzködő színe, foltja

10. ÖSSZEFOGLALÁS

A külalakforma tehát lehet genetikai fejlődésből fakadó eredmény vagy az adaptáció azon formáját, eredményét jelöli, amikor egy élőlény felveszi vagy utánozza egy másik élőlény vagy a környezet mintáját, színét, külalakját, szagát, viselkedését. *Mertens-féle mimikri*, amikor az élőlény egy másik, veszélyes élőlény külsejét ölti fel, elriasztva így a rá nézve fenyegető ellenfeleket. A megtévesztés másik lehetséges célja a zsákmány sikeres megközelítése, aminek egy válfaja a Peckham-féle vagy *agresszív mimikri*, ilyenkor a ragadozó a zsákmány fajtához vagy egy arra veszélytelen élőlényfajtához válik hasonlóvá (farkas a báránybőrben).

11. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Werner Nachtigall: Bionik, Lernen von der Natur, Verlag C.H. Beck, München 2008
- [2] Arthur Versluis: Indián hagyományok, Édesvíz kiadó Budapest 2001
- [3] Kornis Péter: Vörös felhő földjén, Észak-amerikai indiánok között, Corvina Kiadó, Budapest 1982
- [4] Larry J. Zimmerman: Észak-amerikai indiánok, Hitvilág és szertartások, Földi és égi szertartások, Magyar Könyvklub, Budapest 2003
- [5] Paul Bohannon, Mark Glazer: Mérföldkövek a kulturális antropológiában, Panem Kiadó, Budapest 2006
- [6] Wildlife Fact – File: Csodálatos állatvilág, Mester Kiadó, Budapest 2000
- [7] Christopher O’Toole: Rovarok, Magyar kiadás, Novum Kiadó 2008